



Instituto Politécnico Nacional

Escuela Superior de Cómputo

Instrumentación

3CV13

Práctica 1: "Sensores de Silicio"

Prof. Maria del Rosario Rocha Bernabé

Equipo N°. 1

Integrantes:

- Edilberto Sergio Valle Ortíz
- Brayan Yosafat Martínez Coronel
- Humberto Israel López Vela

Fecha de Elaboración: 25/03/2021

Índice

Objetivo	2
Introducción	2
Desarrollo	3
Cálculos	6
Simulaciones	7
Conclusiones	7
Referencias	7

Objetivo

Diseñar un circuito de acondicionamiento para el sensor de temperatura LM335 para que cumpla con los siguientes requisitos:

- Alcance de entrada: 0°C a 100°C
- Alcance de salida de 0V a 5V

Introducción

La primera pregunta que debemos hacernos es cómo funciona el LM335. Como se menciona en la página del MIT (Huang, s.f.), el LM335 es un sensor de temperatura fácil de usar, a bajo costo que esencialmente es un diodo zener. Complementando la información, la serie LM335 es fácil de calibrar y de alta precisión, con salida lineal de los -40 °C hasta los 100 °C (Texas Instruments, 2021). Observemos el circuito de calibración:

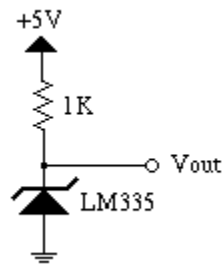


Figura 1. Circuito de calibración del LM335 (Texas Instruments, 2021).

Ahora bien, introduzcamos el concepto de un circuito de acondicionamiento. En (Bosch y Carmona, 2012) se menciona que un circuito de acondicionamiento de una señal dentro de un sistema de medición, es la etapa analógica que puede estar compuesta de elementos como potenciómetros, puentes de Wheatstone, adaptadores de impedancia, amplificadores de instrumentación, etc.

Para la práctica presente se hará uso de un amplificador, donde un amplificador operacional es un amplificador diferencial de muy alta ganancia con alta impedancia de entrada y baja impedancia de salida acorde a lo que se propone en (Boylestad, 2009).

A continuación se presenta su diagrama:

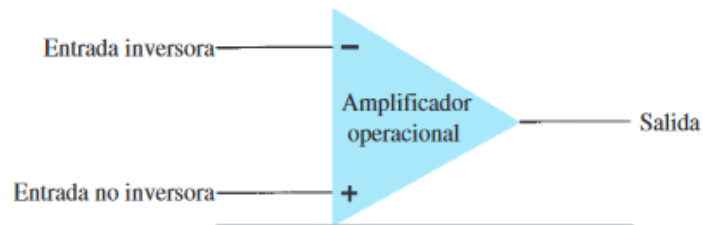


Figura 2. Diagrama básico de un Amplificador Operacional (Boylestad, 2009).

Específicamente usaremos la configuración para un amplificador sustractor, que es aquella configuración que amplifica la diferencia entre dos señales de entrada (Coughlin y Driscoll, 1993).

Desarrollo

Primeramente necesitamos calcular los alcances de entrada del voltaje, para ello partimos de la siguiente expresión que nos entrega el valor de conversión para una temperatura dada en grados Kelvin:

$$V_{out} = T(^{\circ}K) * 10 \text{ mV} / ^{\circ}K \dots (1)$$

Recordemos que el alcance de entrada del circuito es de 0 °C hasta 100 °C, por lo que el alcance de salida del LM335 será de:

$$\begin{aligned} V_{out}(0^{\circ}C) &= (273.15 + 0)^{\circ}K * 10 \text{ mV} / ^{\circ}K = 2.7315 \text{ V} \\ V_{out}(100^{\circ}C) &= (273.15 + 100)^{\circ}K * 10 \text{ mV} / ^{\circ}K = 3.7315 \text{ V} \end{aligned}$$

Aunque conocemos la ecuación de la salida de voltaje del LM335, haremos una tabulación de la salida del LM335 en Proteus:

Respuesta del LM335			
Temperatura (°C)	Voltaje de salida (V)		
0	2.7315	46	3.1915
2	2.7515	48	3.2115
4	2.7715	50	3.2315
6	2.7915	52	3.2515
8	2.8115	54	3.2715
10	2.8315	56	3.2915
12	2.8515	58	3.3115
14	2.8715	60	3.3315
16	2.8915	62	3.3515
18	2.9115	64	3.3715
20	2.9315	66	3.3915
22	2.9515	68	3.4115
24	2.9715	70	3.4315
26	2.9915	72	3.4515
28	3.0115	74	3.4715
30	3.0315	76	3.4915
32	3.0515	78	3.5115
34	3.0715	80	3.5315
36	3.0915	82	3.5515
38	3.1115	84	3.5715
40	3.1315	86	3.5915
42	3.1515	88	3.6115
44	3.1715	90	3.6315
		92	3.6515
		94	3.6715
		96	3.6915
		98	3.7115
		100	3.7315

Tabla 1. Respuesta en voltaje de salida del sensor LM335 (sin acondicionar).

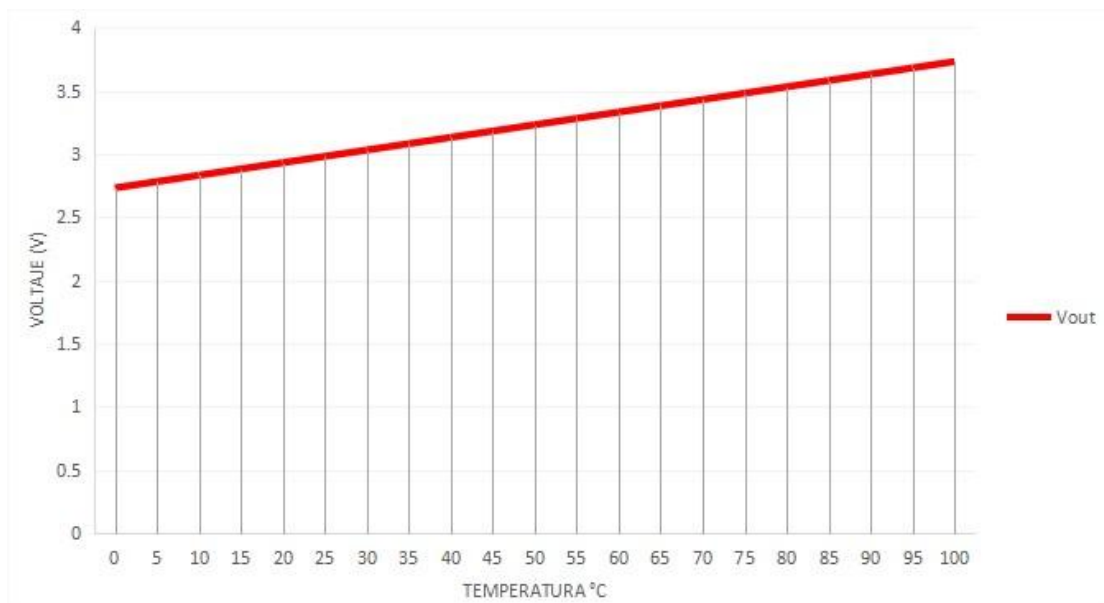


Figura 2. Gráfica de la salida de voltaje del circuito de calibración del LM335 en Proteus.

El circuito de calibración del sensor LM335 en Proteus es el siguiente:

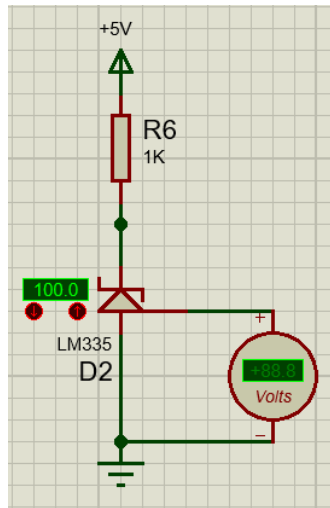


Figura 3. Circuito de calibración del LM335 en Proteus.

Ahora que sabemos el alcance de salida del LM335, en principio proponemos lo siguiente: un restador de 2.7315 volts para que a 0 °C la entrada del amplificador sea de 0 volts, entonces el alcance de entrada del amplificador será:

$$V(0\text{ }^{\circ}\text{C}) = 2.7315\text{ V} - 2.7315\text{ V} = 0\text{ V}$$

$$V(100\text{ }^{\circ}\text{C}) = 3.7315\text{ V} - 2.7315\text{ V} = 1\text{ V}$$

Entonces, solamente requerimos una ganancia de 5, y se sabe que para el restador, igualamos la resistencia que va a tierra con la que va a retroalimentación, e igualamos las que están en las entradas y la ganancia la tendremos dada por:

$$Ganancia = \frac{R(\text{retroalimentación})}{R(\text{entrada})}$$

Si la ganancia que necesitamos es de 5 V, entonces 50k ohms y 10k ohms harán el trabajo que necesitamos. No se requiere un amplificador de instrumentación, con uno de uso general podemos lograr lo que se requiere. Entonces, elegimos el TL081.

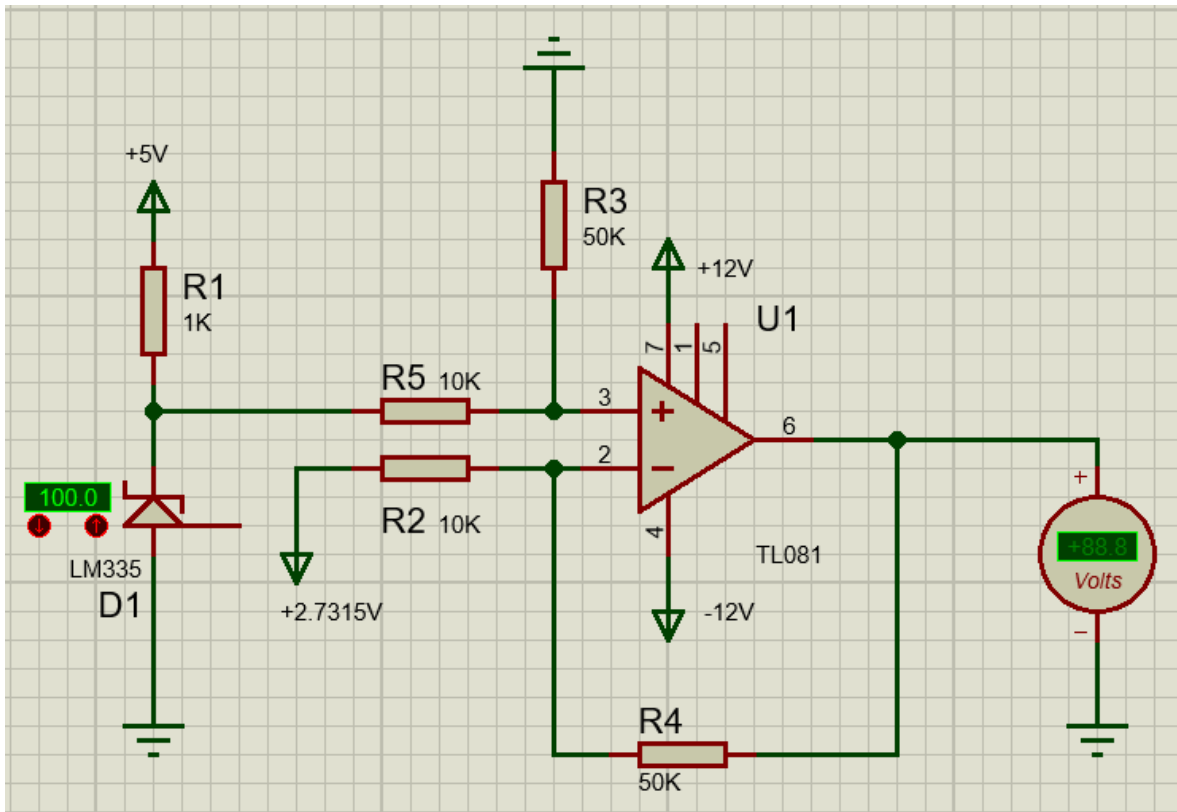


Figura 4. Circuito acondicionador de señal para el sensor LM335 en proteus.

Cálculos

En forma general, los cálculos necesarios y en orden serían los siguientes:

1. Salida del LM335

$$V_{out}(0^{\circ}\text{C}) = (273.15 + 0)^{\circ}\text{K} * 10\text{ mV} / ^{\circ}\text{K} = 2.7315\text{ V}$$

$$V_{out}(100^{\circ}\text{C}) = (273.15 + 100)^{\circ}\text{K} * 10\text{ mV} / ^{\circ}\text{K} = 3.7315\text{ V}$$

2. Entrada del restador

$$V(0^{\circ}\text{C}) = 2.7315\text{ V} - 2.7315\text{ V} = 0\text{ V}$$

$$V(100^{\circ}\text{C}) = 3.7315\text{ V} - 2.7315\text{ V} = 1\text{ V}$$

3. Ganancia del restador

$$\text{Ganancia} = \frac{50\text{K}}{10\text{K}} = 5$$

4. Salida del restador

$$V(0^{\circ}\text{C}) = 5 * 0\text{ V} = 0\text{ V}$$

$$V(100^{\circ}\text{C}) = 5 * 1\text{ V} = 5\text{ V}$$

Simulaciones

A continuación se presenta un enlace al video donde presentamos la simulación de la práctica:

https://drive.google.com/file/d/1JN6_SWGkptu3w-zORqmQtzJnCMSJ9QP-/view?usp=sharing

Conclusiones

En esta primera práctica logramos acondicionar al sensor de temperatura LM335 de tal manera que su alcance de salida fuera de 0V en 0°C a 5V en 100°C, justo como el objetivo lo requería.

De momento para esto solo bastó la implementación de un amplificador sustractor, esto nos viene bastante bien, ya que podemos verlo como una introducción a la posible posterior implementación de un amplificador de instrumentación.

Además de que pusimos en práctica el concepto de un circuito de acondicionamiento de una señal, que no necesariamente tiene que ser el más sofisticado, solo bastando la modificación de la señal original para adaptarla a las especificaciones que se requieran para el sistema al que se incorporará la señal.

Referencias

Huang, A. One Day Computer Interface Workshop-How to Make a Daemon. Obtenido 24 marzo 2021, de <http://web.mit.edu/rec/www/workshop/lm335.html>

Texas Instruments. (2021). LMx35, LMx35A Precision Temperature Sensors. Ti.com. Recuperado el 26 de Marzo de 2021, desde <https://www.ti.com/lit/ds/snis160e/snis160e.pdf>.

Bosch, J. y Carmona, M., 2012. Instrumentación Electrónica Avanzada. [online] Diposit.ub.edu. Disponible en: <<http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/34483/1/Instrumentaci%C3%B3n%20Electr%C3%B3nica%20Avanzada-Instrumentaci%C3%B3n%20Inteligente.pdf>> [Accedido el 26 de Marzo de 2021].

Boylestad, R., 2009. Electrónica: Teoría de Circuitos y Dispositivos Electrónicos. 10th ed. [México]: PEARSON.

Coughlin, R., y Driscoll, F. (1993). Amplificadores operacionales y circuitos integrados lineales (4th ed.). México: Prentice-Hall.