

Aplicaciones de Sensórica y Circuitos Ópticos

Barbosa E. Liliana M., Ocampo R. Angee L.

¹ **Resumen**—Durante el desarrollo del presente preinforme, se procede a elaborar una verificación y análisis, mediante el uso de herramientas de simulación y material bibliográfico, del comportamiento de un circuito que amplifica una señal proveniente de un sensor LM35 y se conecta a una etapa que enciende determinados LEDs dependiendo de la temperatura que perciba el sensor.

I. INTRODUCCIÓN

Este documento provee un ejemplo del formato deseado para la presentación de trabajos a la Revista Argentina de Trabajo Estudiantiles.

Preparando su trabajo digital

Prepare su trabajo en un formato A4 (210 por 297 mm) a hoja completa.

Tamaño y tipo de fuente: Los tamaños están especificados en la Tabla I. Como una ayuda para determinar el tamaño de la letra, 1 punto corresponde a 0,35 mm. Time New Roman es la fuente preferida.

Marco teórico:

En cuanto al desarrollo de la práctica, se debe tener claro una serie de conceptos y relaciones referentes a los distintos elementos empleados en esta práctica.

- ❖ LED: diodo emisor de luz que cuando el elemento está polarizado, los electrones pasan del material n para mezclarse con el material p, este proceso posibilita una liberación de energía, produciendo como consecuencia una emisión de luz. [1]
- ❖ LED infrarrojo: Un LED infrarrojo funciona del mismo modo que el LED; sin embargo, posee la particularidad de emitir fotones con una longitud de onda más larga, por esta razón se encuentra por debajo del espectro visible.[1]
- ❖ Fotodiodo: dispositivo capaz de convertir la luz recibida en señales eléctricas, de acuerdo a su composición pueden poseer mayor sensibilidad a ciertas longitudes de onda que a otras.[1]
- ❖ Longitud de onda: distancia entre dos puntos consecutivos de una señal periódica, asimismo, es un parámetro de onda que determina su color y si esta es visible o no, se encuentra expresada en nanómetros.[1]
- ❖ Patrón de radiación: manera de mostrar la concentración de la luz producida por el LED que puede enfocarse en una dirección particular.[1]

Cabe resaltar que existen ciertas relaciones entre los conceptos anteriormente descritos, como la relación que existe entre la longitud de onda y la luz emitida por el LED, esta se fundamenta en que la longitud de onda determina el color de la

luz emitida, o si esta se encuentra por encima (luz ultravioleta), o por debajo (infrarrojo), del espectro visible.[1]

II. PROCEDIMIENTO

Ahora se procede a exponer el análisis realizado para poder realizar el montaje del circuito de sensado y control de temperatura.

A. Construcción del diseño:

Con base en la teoría dada durante las sesiones teóricas, y de acuerdo a la bibliografía brindada por el profesor de laboratorio, se plantea un diseño que contiene una primera parte en la cual se amplifica la señal dada por el sensor, para posteriormente pasar a 4 comparadores con diferentes rangos de temperatura establecidos.

1. Etapa de amplificación:

Aquí se tiene una configuración no inversora, donde se tiene una retroalimentación negativa para más estabilidad de la señal a trabajar. Asimismo, la ganancia de esta etapa está dada por $1 + \frac{R_F}{R_I}$, donde $R_F = R_2$ y $R_I = R_1$.

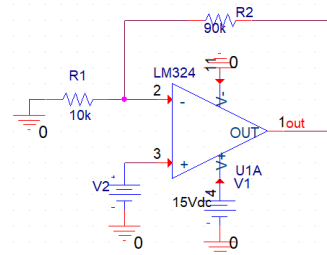


Fig. 1. Amplificador en configuración no inversora.

Vale resaltar que de la figura 1, V2 simula el comportamiento del sensor LM35. De este último es importante resaltar que está calibrado en °C, su comportamiento es lineal +10mV/°C, su rango de operación es de -55°C a 150°C, además de que su voltaje de polarización está entre 4 y 20V.

Asimismo, teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente respecto a su escala lineal y debido a que se requiere 1V en Vout por cada 10°C (donde Vin es 0.1V), la ganancia de la configuración debe ser de 10, por lo que la relación de las resistencias estará dada de la siguiente manera:

$$R_F = 9R_I, \text{ o sea, } R_2 = 9R_1$$

A continuación se puede apreciar el comportamiento de Vout con respecto a la entrada, donde Vin está entre 0V y 1V con un incremento de 0.1V, lo que representa una escala de temperatura de 0°C a 100°C.

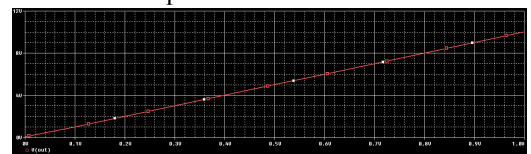


Fig. 2. Comportamiento de la salida con respecto a la entrada de la figura 1 (barrido en DC).

¹El presente documento corresponde al preinforme de la segunda práctica de laboratorio de la materia "Electrónica Analógica I" presentado en la Universidad de Antioquia de Medellín en el periodo académico 2023-02.

2. Etapas de comparación de temperatura:

En esta se considera diferentes amplificadores operacionales en su configuración comparador, y se plantean diferentes rangos de temperatura con el propósito de hallar la relación de resistencias, que mediante un divisor de voltaje, posibilite que cuando se llegue a una temperatura específica el amplificador tenga como salida el voltaje de polarización para poder encender el LED de la respectiva etapa.

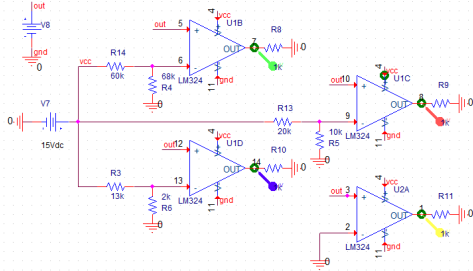


Fig. 3. Fase de comparación del circuito.

Vale mencionar que de la figura anterior, la fuente V8 simula el comportamiento de la primera etapa, por lo cual, los valores de esta van de 0V a 10V (lo cual representa temperaturas de 0°C a 100°C).

- $0^\circ\text{C} \leq T$:

$$V_- = 0V$$

- $20^\circ\text{C} \leq T$:

$$V_- = \frac{R_6}{R_6 + R_3} V_{cc}$$

Como se parte de 20°C, el voltaje en V_+ es

2V y por corto-circuito virtual $V_+ = V_-$

$$\frac{13}{2} R_6 = R_3 \rightarrow 6.5 R_6 = R_3$$

- $50^\circ\text{C} \leq T$:

$$V_- = \frac{R_5}{R_5 + R_{13}} V_{cc}$$

Como se parte de 50°C, el voltaje en V_+ es

5V y por corto-circuito virtual $V_+ = V_-$

$$2R_5 = R_{13}$$

- $80^\circ\text{C} \leq T$:

$$V_- = \frac{R_4}{R_4 + R_{14}} V_{cc}$$

Como se parte de 80°C, el voltaje en V_+ es

8V y por corto-circuito virtual $V_+ = V_-$

$$\frac{8}{7} R_4 = R_{14}$$

Así, al tomar las medidas en la entrada inversora de cada uno de los amplificadores operacionales del circuito de la segunda etapa (correspondiente a la figura 3), se obtiene:

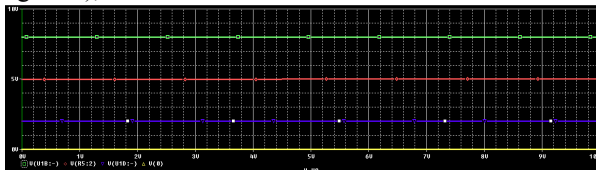


Fig. 4. Entrada inversora de cada amplificador de la figura 3.

Trace Color	Trace Name	Y1	Y2
	X Values	9.0000	0.000
CURSOR 1,2	V(R4:1)	7.9716	7.9688
	V(R5:2)	5.0006	5.0000
	V(R6:1)	2.0002	2.0000
	V(0)	0.000	0.000

Fig. 5. Voltaje asociados a la simulación de la figura 4.

De los cálculos realizados y la simulación se obtiene una estrecha relación donde ambos van acorde.

Por otro lado, al tomar las medidas de las salidas de los amplificadores operacionales de esta segunda etapa en un barrido dc de V8:

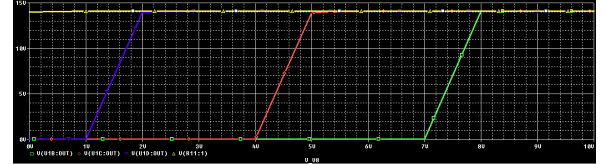


Fig. 6. Señal de voltaje a la salida de la fase de comparación.

Asimismo, vale resaltar que el barrido que se toma es de 0V a 10V, o sea, temperaturas de 0°C a 100°C. De igual manera, la señal amarilla representa temperaturas superiores a 0°C, la azul $T \geq 20^\circ\text{C}$, la roja $T \geq 50^\circ\text{C}$ y la verde $T \geq 80^\circ\text{C}$

3. Cálculo de resistencia de protección para los diodos emisores de luz (LED):

Como bien se puede observar en la figura 6, después de la fase de comparación, cada amplificador operacional lleva la salida a saturación positiva cuando detecta el rango de temperatura definido. Así, para poder conectar un LED a cada salida del Amp-Op, se debe conectar asimismo una resistencia que regule el voltaje y la corriente que llega a cada diodo. Por lo anterior, se tiene en cuenta los voltajes de conducción y la corriente de los LEDs indicados por los fabricantes, y se procede a ejecutar el cálculo de la siguiente manera:

- LED amarillo ($0^\circ\text{C} \leq T$):

Los rangos de voltaje indicados por el fabricante para el funcionamiento de este LED son: $2.1 \leq V \leq 2.2$

Realizando un análisis nodal en el nodo que conecta el LED y la resistencia:

$$\frac{V_{cc} - 2.1}{R_Y} = 10\text{mA}$$

$$R_Y \approx 1290\Omega$$

Del mismo se determina el valor para el límite superior de voltaje:

$$R_Y \approx 1280\Omega$$

Por tanto, el rango estará dado por:

$$1280\Omega \leq R_Y \leq 1290\Omega$$

- LED azul ($20^\circ\text{C} \leq T$):

Los rangos de voltaje indicados por el fabricante para el funcionamiento de este LED son: $2.5 \leq V \leq 3.7$

Realizando un análisis nodal en el nodo que conecta el LED y la resistencia:

$$\frac{V_{cc} - 3.7}{R_B} = 10\text{mA}$$

$$R_B \approx 1130\Omega$$

Igual que en el análisis anterior, se determina el valor para el límite inferior de voltaje:

$$R_B \approx 1250\Omega$$

Por tanto, el rango de valores que puede tomar este LED es:

$$1130\Omega \leq R_B \leq 1250\Omega$$

- LED rojo ($50^\circ C \leq T$):

Los rangos de voltaje indicados por el fabricante para el funcionamiento de este LED son: $1.6 \leq V \leq 2$

Realizando un análisis nodal en el nodo que conecta el LED y la resistencia:

$$\frac{V_{CC} - 1.6}{R_R} = 10mA$$

$$R_R \approx 1340\Omega$$

Del mismo se determina el valor para el límite superior de voltaje:

$$R_R \approx 1300\Omega$$

Por tanto, el rango estará dado por:

$$1.3k\Omega \leq R_R \leq 1340\Omega$$

- LED verde ($80^\circ C \leq T$):

Los rangos de voltaje indicados por el fabricante para el funcionamiento de este LED son: $1.9 \leq V \leq 4$

Realizando un análisis nodal en el nodo que conecta el LED y la resistencia:

$$\frac{V_{CC} - 1.9}{R_G} = 10mA$$

$$R_G \approx 1310\Omega$$

Del mismo se determina el valor para el límite superior de voltaje:

$$R_G \approx 1100\Omega$$

Por tanto, el rango estará dado por:

$$1.1k\Omega \leq R_G \leq 1310\Omega$$

resistencias para cada uno de los comparadores y los diodos emisores de luz (LED).

IV. REFERENCIAS

- [1] Floyd Thomas L. (2008) "Dispositivos Electrónicos 1". Editorial Limusa, Prentice Hall.

III. CONCLUSIONES

Con base en el estudio realizado durante la presente práctica de laboratorio, es posible concluir la utilidad que brinda la configuración del amplificador operacional en modo comparador, ya que posibilita determinar rangos para distintas aplicaciones, como lo es, en este caso, el sensado de temperatura. Es igual de importante resaltar, los enormes beneficios que pueden brindar los diodos emisores de luz y los sensores, siendo los primeros, en este caso, una evidente respuesta visual de cada una de las etapas de comparación, y los segundos unos dispositivos que permiten capturar las distintas variables del entorno y representarlas mediante voltajes para su posterior uso.

Igualmente, el profundo análisis de estos circuitos, lleva a evidenciar lo útiles que pueden ser los conceptos y leyes que rigen el comportamiento de los mismos, puesto que mediante las leyes de Kirchhoff fue posible estimar los valores de