



**Instituto Politécnico Nacional
Escuela Superior de Computo
“ESCOM”**

Ingeniería en Sistemas Computacionales



Unidad de Aprendizaje:
Instrumentación y Control

Grupo:
5CV4

Reporte Proyecto

Integrantes:
Bautista Ríos Alfredo
Arzate Salazar Emiliano
Galicia Rodríguez Andrés David

Maestro:
Ismael Cervantes De Anda

Fecha de entrega:
13/05/2024

Indice:

Objetivo..... 1

Investigación teórica 1

Desarrollo 3

Cálculos teóricos..... 6

Simulaciones 9

Conclusión..... 15

Bibliografía IEEE..... 15

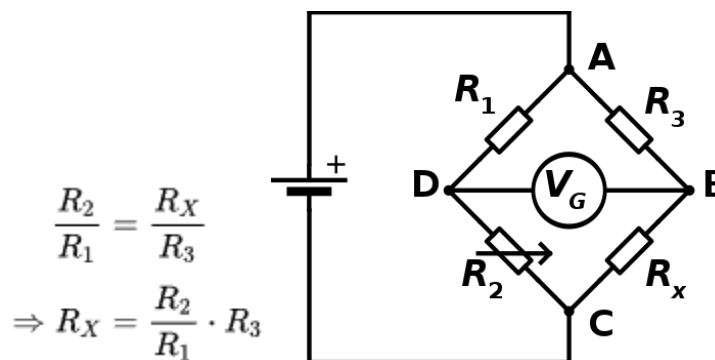
Objetivo

El propósito de este proyecto es comprender el funcionamiento de un sensor de distancia utilizando componentes básicos, como un potenciómetro lineal. En esta primera etapa del proyecto, se construyó un circuito de acondicionamiento de señal (CAS) utilizando un puente de Wheatstone y amplificadores operacionales. Se llevaron a cabo mediciones y cálculos para garantizar un acondicionamiento preciso de la señal.

Investigación teórica

Puente de Wheastone

El puente de Wheatstone es un método preciso para medir resistencias, ya que permite determinar el valor de una resistencia desconocida al conocer los valores de las otras resistencias. En este método, R_X representa la resistencia desconocida, mientras que R_1 , R_2 y R_3 son resistencias de valores conocidos. El puente se alimenta con una fuente de voltaje continua, y se ajusta el valor de la resistencia R_3 hasta que el galvanómetro (un amperímetro muy sensible) indique que la corriente I_G es nula. En este punto, se cumple la siguiente relación:



LM324

El LM324N es un amplificador operacional cuádruple (amplificador operacional) en el encapsulado DIP de 14 pines. Se compone de cuatro amplificadores operacionales independientes de frecuencia de alta ganancia compensados.

EL funcionamiento del LM324AN es muy sencillo. Sólo se requiere de conectar a una fuente sencilla de 10VDC por ejemplo. El voltaje positivo se conecta en el pin 4 y GND en el pin 11. Entonces con sólo estas conexiones ya se pueden usar los 4 amplificadores operacionales.

Potenciómetro

Los potenciómetros son componentes electrónicos utilizados para variar la resistencia eléctrica en un circuito. Consisten en un resistor con tres terminales: dos conexiones fijas y una conexión deslizante que se mueve a lo largo del resistor. La posición del terminal móvil determina la resistencia entre este terminal y cada uno de los terminales fijos.

La resistencia total de un potenciómetro se puede ajustar girando su eje o deslizando su terminal móvil, lo que cambia la cantidad de resistencia que hay entre los terminales fijos y el terminal móvil. Esto permite controlar variables eléctricas como el voltaje, la corriente o la frecuencia en un circuito, lo que lo hace muy versátil y útil en una amplia gama de aplicaciones electrónicas.

CAS

El acondicionamiento de señal es un proceso de adquisición de datos que se lleva a cabo mediante un instrumento llamado acondicionador de señal. Ese instrumento convierte un tipo de señal eléctrica o mecánica (señal de entrada) en otro (señal de salida). El objetivo consiste en amplificar la señal y convertirla a otro formato fácil de leer y compatible con fines de adquisición de datos o de control de una máquina.

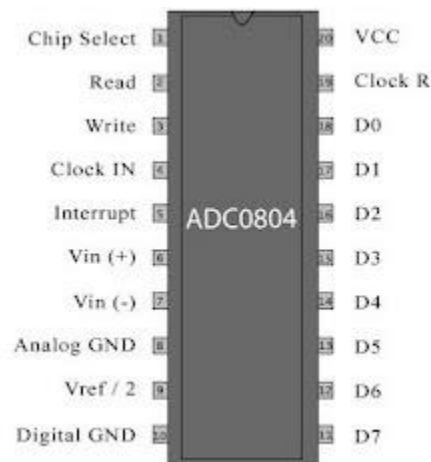
Un acondicionador de señal ayuda a obtener medidas precisas, como condición esencial para la exactitud de la adquisición de datos o del control de máquinas. Estos instrumentos pueden efectuar otras funciones adicionales.

- Conversión de señal
- Linealización
- Amplificación
- Filtrado
- Evaluación y funciones inteligentes
- Interfaces

ADC0804

El ADC0804 es un convertidor de señal analógica a digital de 8 bits. Este ADC0804 cuenta con un solo canal de entrada analógica con una salida digital de ocho bits que puede mostrar 256 valores de medidas diferentes. El tamaño de paso se ajusta estableciendo la tensión de referencia en pin 9. La entrada de referencia de voltaje puede ajustarse para permitir que codificar cualquier rango de tensión analógica más pequeña para los 8 bits de resolución. Cuando en el adc0804 no se conecta el pin tensión de referencia, la tensión de referencia por defecto es la tensión de funcionamiento, es decir, V_{cc} . El tamaño del paso a 5V es 19.53mV ($5V/255$), es decir, por cada aumento de 19.53mV en la entrada analógica, la salida varía por 1 unidad. Se usan estos convertidores para comunicar un sensor analógico a un microcontrolador

o también para comunicar un sensor digital a un circuito analógico. Los convertidores analógicos a digital se usan y necesitan tanto que ahora los microcontroladores y otras placas de desarrollo ya los traen equipados.



Primera parte

Desarrollo

Armado del CAS

La creación del Circuito de Acondicionamiento de Señal (CAS) involucró una secuencia de pasos que requirieron cálculos previos para establecer de manera precisa la relación entre la distancia medida y el voltaje de salida. Inicialmente, se diseñó un puente de Wheatstone utilizando un potenciómetro lineal y resistencias de 10k ohmios como elementos de resistencia. Se eligió el potenciómetro lineal por su capacidad para ajustar su resistencia según la posición de su cursor, lo que lo hace idóneo para la medición de distancia.

Después, se llevaron a cabo cálculos para determinar cómo varía el voltaje de salida del puente en función de los cambios en la distancia recorrida por el cursor del potenciómetro. Estos cálculos se basaron en las propiedades eléctricas del potenciómetro y del puente, así como en las características físicas del sistema bajo medición. La fuente de alimentación para el puente se estableció en 10V.

El circuito inicia con el puente de Wheatstone, donde se registran los voltajes E1 y E2. Durante las mediciones, se encontró que E1 es de 5V, mientras que E2 varía entre 0V y 5V. Luego, cada voltaje se dirige a un amplificador operacional configurado como seguidor de voltaje, para mantener una corriente constante y usar los mismos valores

de voltaje. Las salidas de ambos seguidores de voltaje se envían a otro amplificador operacional configurado como restador, lo que permite realizar la operación de resta entre los voltajes. Finalmente, se registra el voltaje de salida.

Para poder saber cuánto avanza la palanca del potenciómetro, se graduó la barra en centímetros. Una vez que se estableció esta relación, se pudo calibrar el sistema para producir un voltaje de salida que sea proporcional a la distancia medida. Esto permite que el sistema mida con precisión las distancias basándose en los cambios de voltaje.

Distancia (cm)	E1 medido	E2 medido	E1-E2 medido	Vsal medido
0	5.007		0	0
.5		5.305	.632	.632
1		5.293	.634	.634
1.5		4.986	.636	.636
2		4.655	.636	.636
2.5		4.312	.717	.717
3		4.055	1.208	1.208
3.5		3.590	1.587	1.587
4		3.143	2.041	2.041
4.5		2.470	2.509	2.509
5		1.845	3.180	3.180
5.5		0.955	4.2	4.2
6		0.010	4.306	4.306
6.5		0.002	4.37	4.37
7		0.000	5	5

Distancia (cm)	Vsal Medido	Vsal Simulado
0	0	0
.5	.632	.19
1	.634	.38
1.5	.636	.59
2	.636	.82
2.5	.717	1.06
3	1.208	1.33
3.5	1.587	1.67
4	2.041	2

No. Medición	Distancia (cm)	Voltaje de salida medido (V)	Combinación Binaria								Comb. Decimal
			B ₇	B ₆	B ₅	B ₄	B ₃	B ₂	B ₁	B ₀	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	.5	.632	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	.634	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1.5	.636	0	0	1	0	0	0	0	0	32
5	2	.636	0	0	1	0	0	0	0	0	32
6	2.5	.717	0	0	1	0	0	1	0	0	36
7	3	1.208	0	0	1	1	1	1	1	0	62
8	3.5	1.587	0	1	0	1	0	0	1	0	82
9	4	2.041	0	1	1	0	1	0	0	1	105
10	4.5	2.509	0	1	1	1	1	1	1	0	126
11	5	3.180	1	0	1	1	0	0	0	0	176
12	5.5	4.2	1	1	0	1	1	0	0	1	217
13	6	4.306	1	1	0	1	1	1	1	0	222
14	6.5	4.37	1	1	1	0	0	0	1	1	227
15	7	5	1	1	1	1	1	1	1	1	255

Cálculos teóricos

Diseño del CAS

$$\begin{aligned}
 &0\text{cm a } 7\text{cm} \\
 &0\Omega \text{ a } 10.91\text{k}\Omega \\
 &m = \frac{(10.91\text{k}\Omega - 0\Omega)}{7\text{cm} - 0\text{cm}} = 1.558\text{k} \\
 &y = mx + b \rightarrow R_{sen} = m(\text{Dist.}) + b
 \end{aligned}$$

$$b = R_{sen} - m(Dist.)$$

Para 0Ω

$$b = 0\Omega - 1.558k(0cm) = 0$$

Para $10k\Omega$

$$b = 10.91k\Omega - 1.558k(7cm) = 0.004 \rightarrow 0$$

Para E1:

$$E1 = \frac{1}{2}E$$

$$E1 = \frac{1}{2}10V$$

$$E1 = 5V$$

Calculando I:

Para R=10K

$$\text{En calibracion } R1 = R2 = R3 = R$$

$$I = \frac{E}{R}$$

$$I = \frac{10}{10k\Omega} = 1mA$$

$$b = (1\Omega) - 0 = 1$$

$$I = \frac{E}{R_{sen}} = \frac{5v}{1\Omega} = 5A$$

$$E2 = \frac{E(R - \Delta R)}{2R - \Delta R} = \frac{5v(9.57k\Omega - (9.57k\Omega - 1\Omega))}{2(9.57k\Omega) - (9.57k\Omega - 1\Omega)} = 522.411 mV$$

$$E1 - E2 = 2.5 V - 522.411 mV = 2.4994 V$$

Para E2

$$R_{sen} = R \pm \Delta R$$

$$R_{sen} = 10k\Omega - \Delta R$$

$$\Delta R = 10k\Omega - R_{sen}$$

Para Rsen=0

$$\Delta R = 10k\Omega - 0\Omega = 10k\Omega$$
$$E_2 = \frac{E(R - \Delta R)}{2R - \Delta R} = \frac{10V(10k\Omega - 10k\Omega)}{2(10k\Omega) - 10k\Omega} = 0V$$

Para Rsen=10k

$$\Delta R = 10k\Omega - 10k\Omega = 0\Omega$$
$$E_2 = \frac{E(R - \Delta R)}{2R - \Delta R} = \frac{10V(10k\Omega - 0\Omega)}{2(10k\Omega) - 0\Omega} = 5V$$

Tenemos entonces

$$V_{sal} = E1 - E2$$

Para E2=5V

$$V_{sal} = E1 - E2 = 5V - 5V = 0V$$

∴ el rango es de 0V a 5V

$$A_v = \frac{V_{sal}}{E1 - E2} = \frac{5V - 0V}{5V - 0V} = 1$$

$$Si R_f = R_c \text{ y } R_a = R_b \therefore R_f = 10k\Omega = R_c$$

$$A_v = \frac{10k\Omega}{R_a} \rightarrow \frac{10K\Omega}{R_a} = 1 \therefore R_a = R_b = 10k\Omega$$

$$V_{cas} = A_v * (E1 - E2)$$

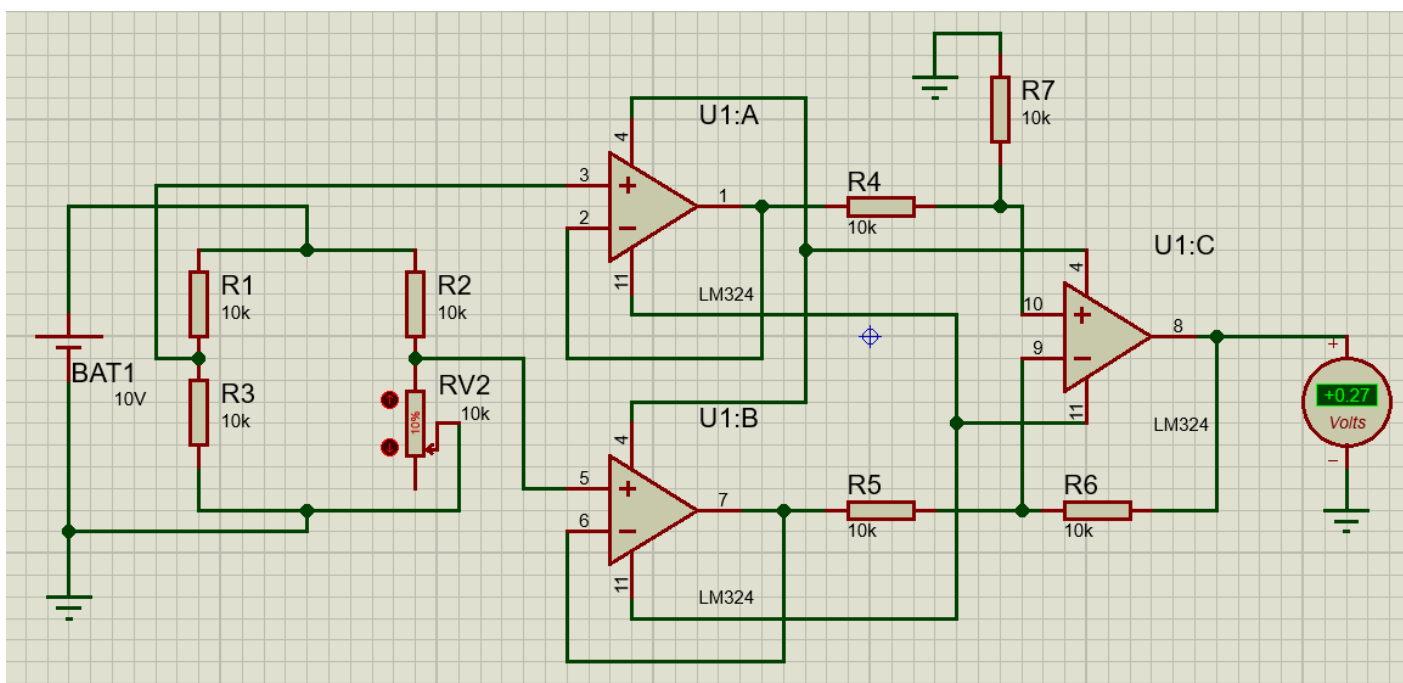
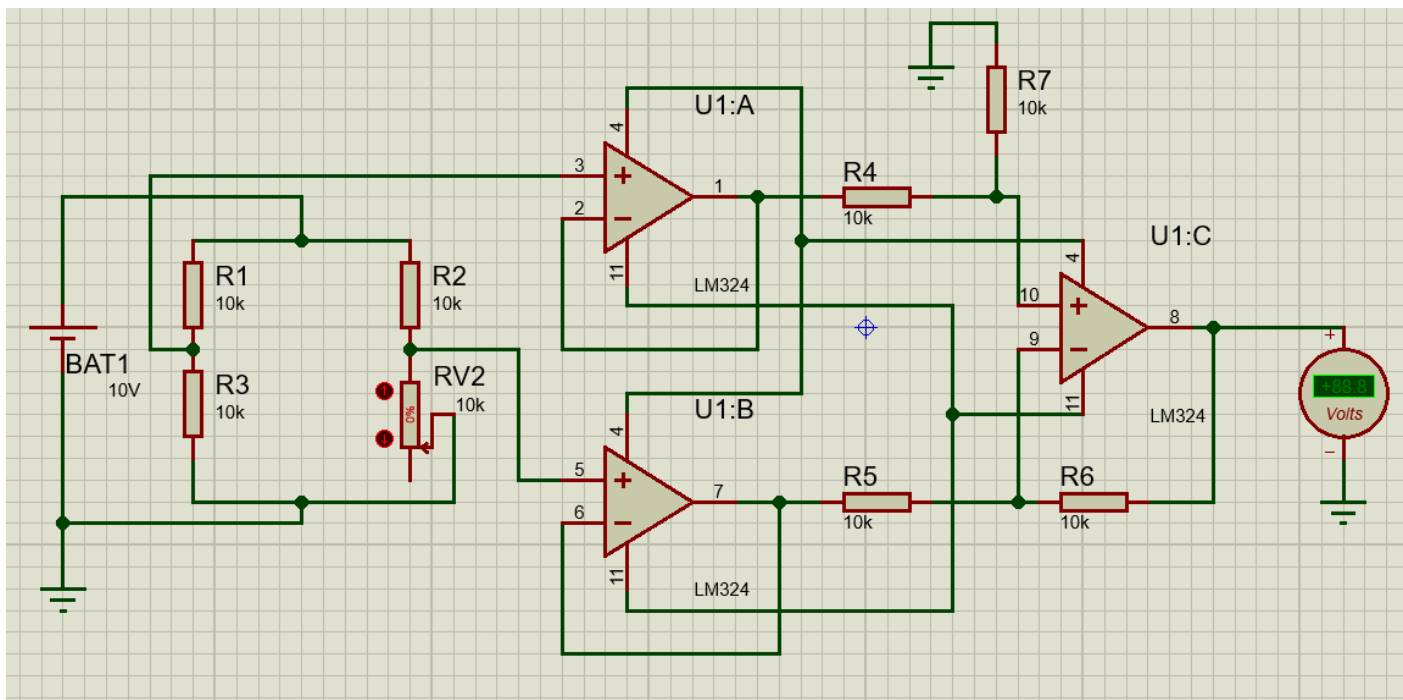
$$(E1 - E2) = V_{sen}$$

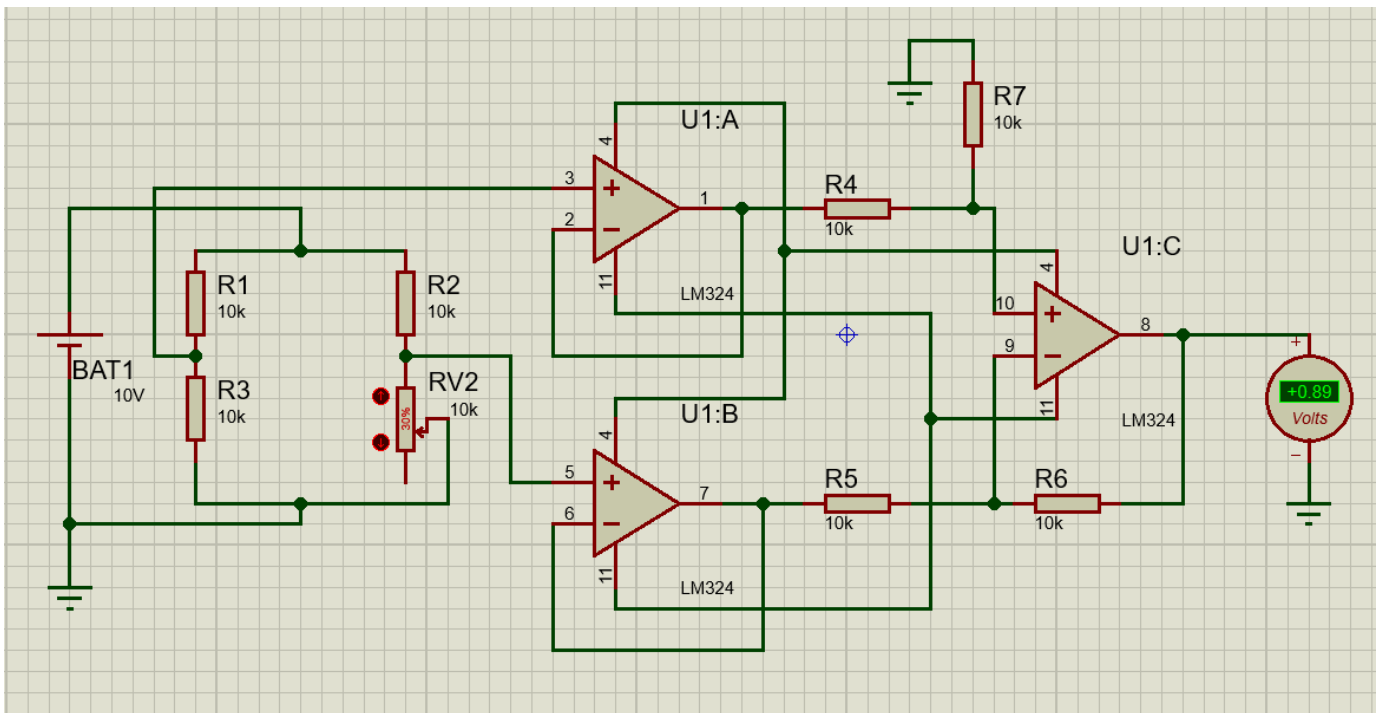
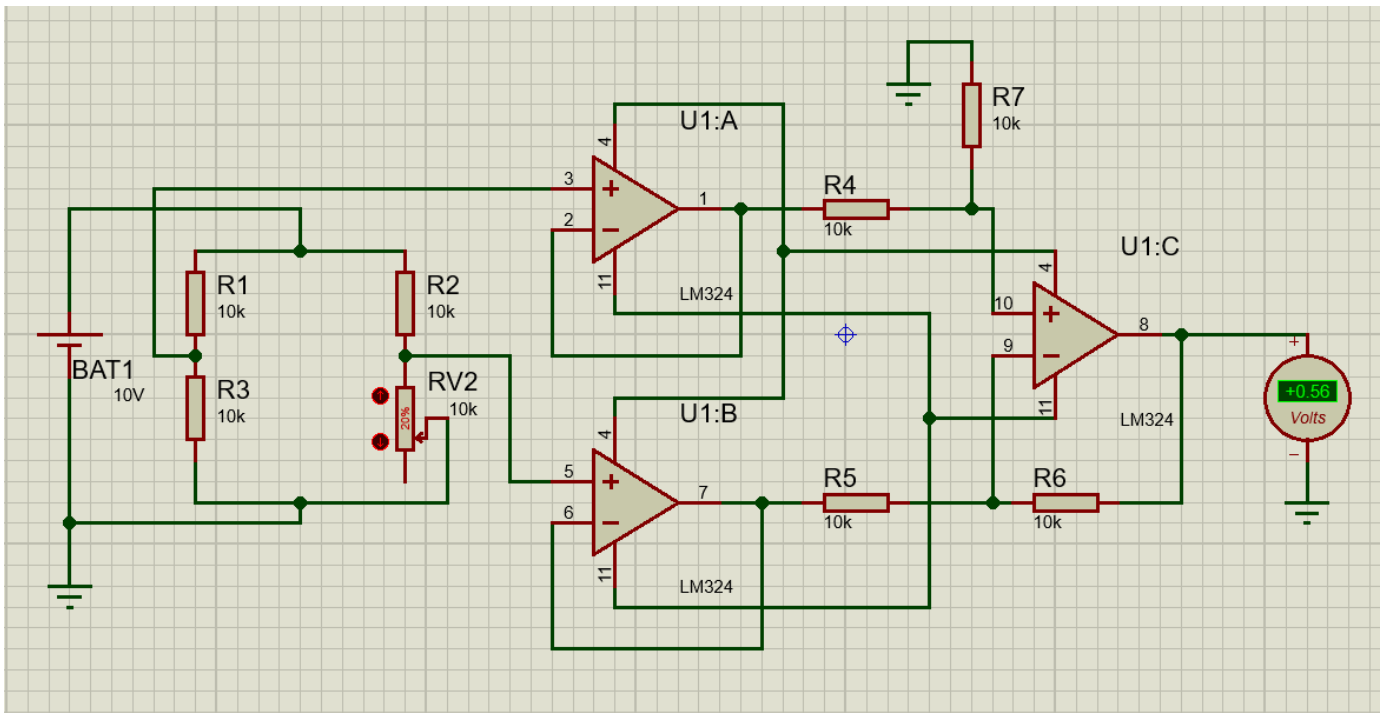
$$V_{cas} = A_v * V_{sen}$$

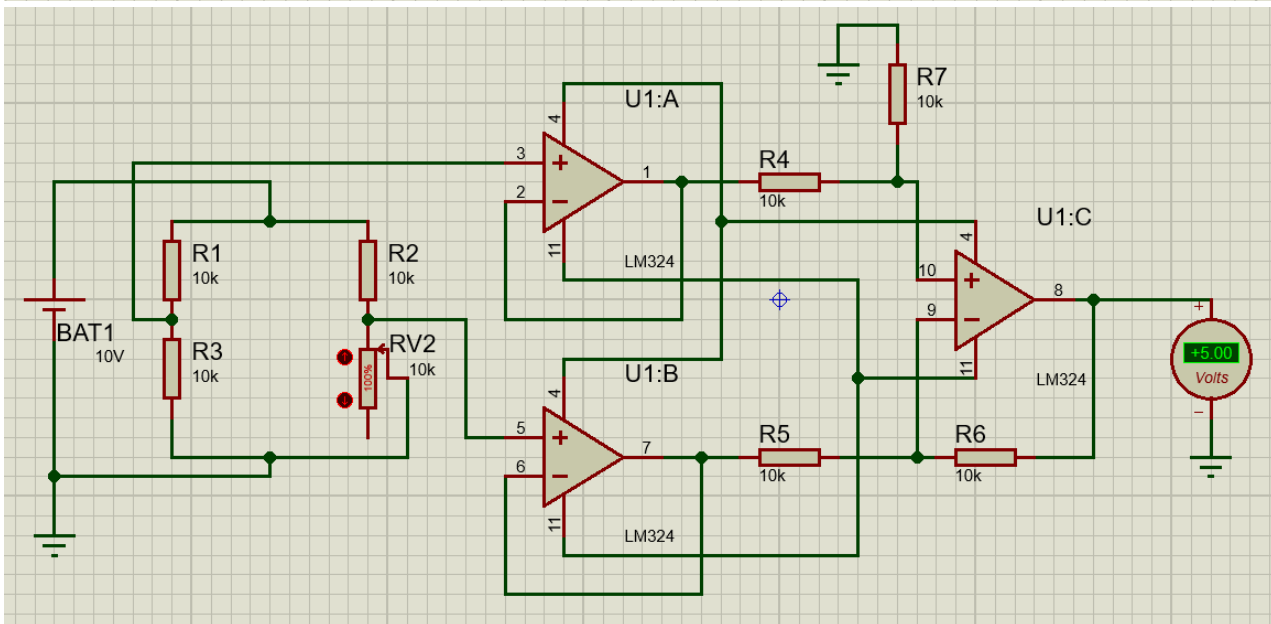
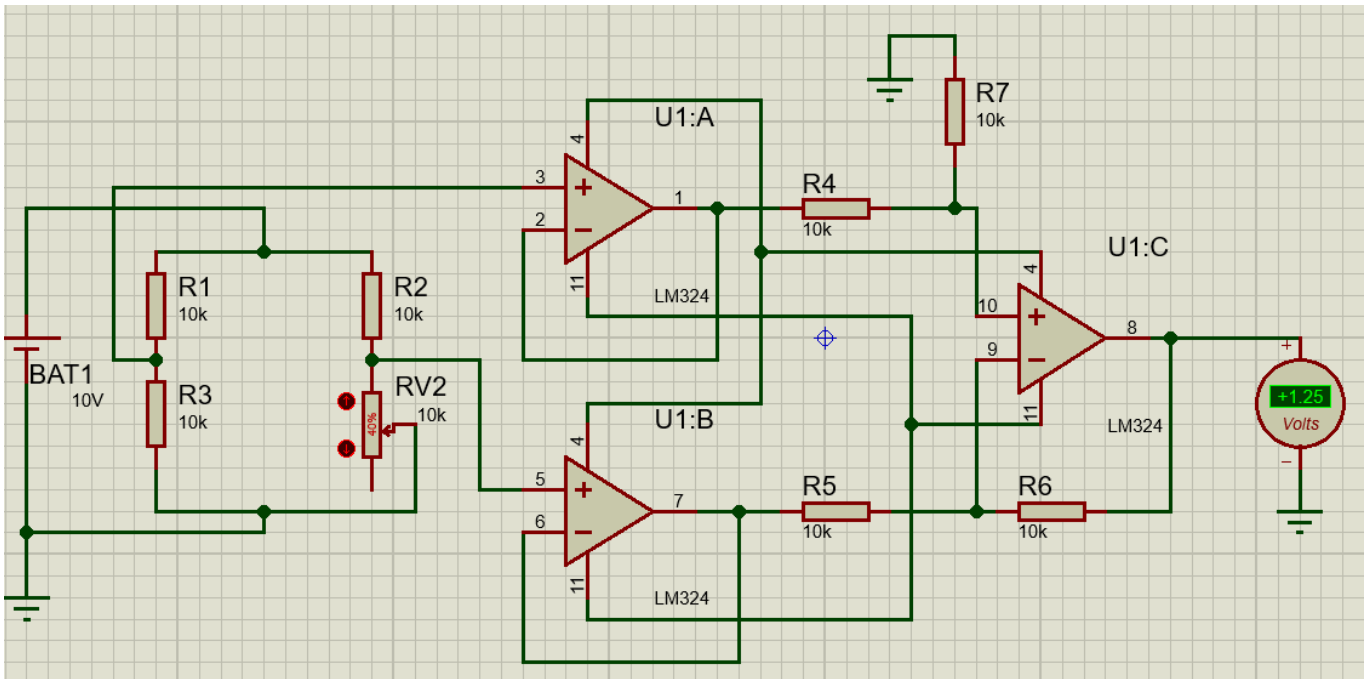
$$V_{sen_{Alcance}} = V_{sen_{maxim}} - V_{sen_{minim}} = 5V - 0V = 5V$$

$$V_{cas} = 1 * 5V = 5V \text{ aprox.}$$

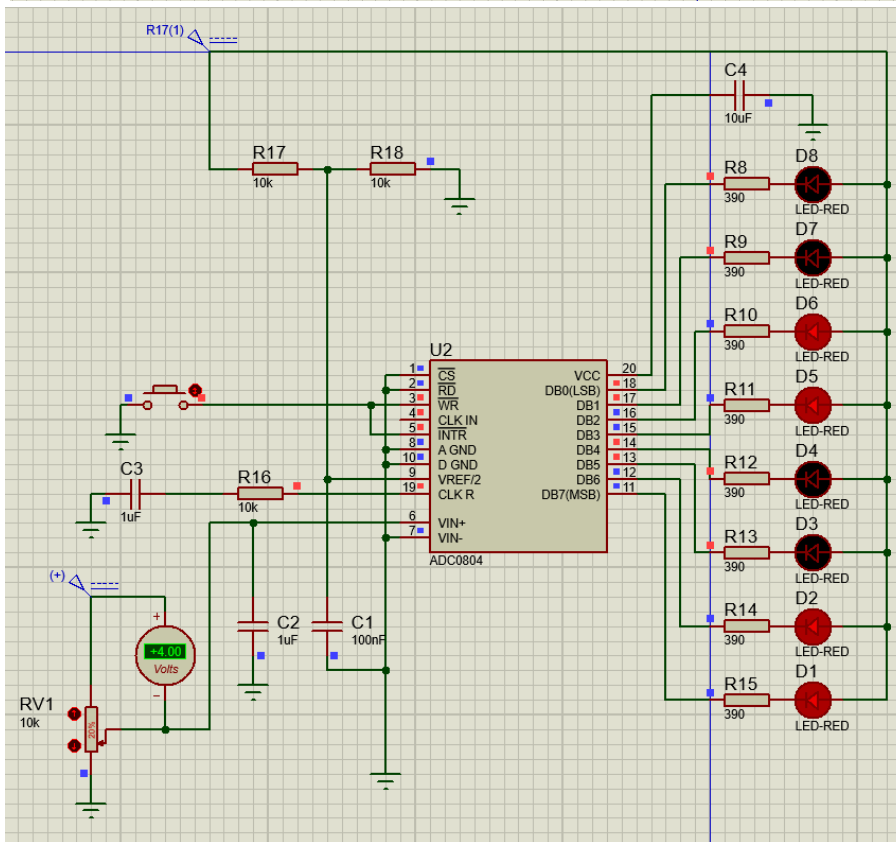
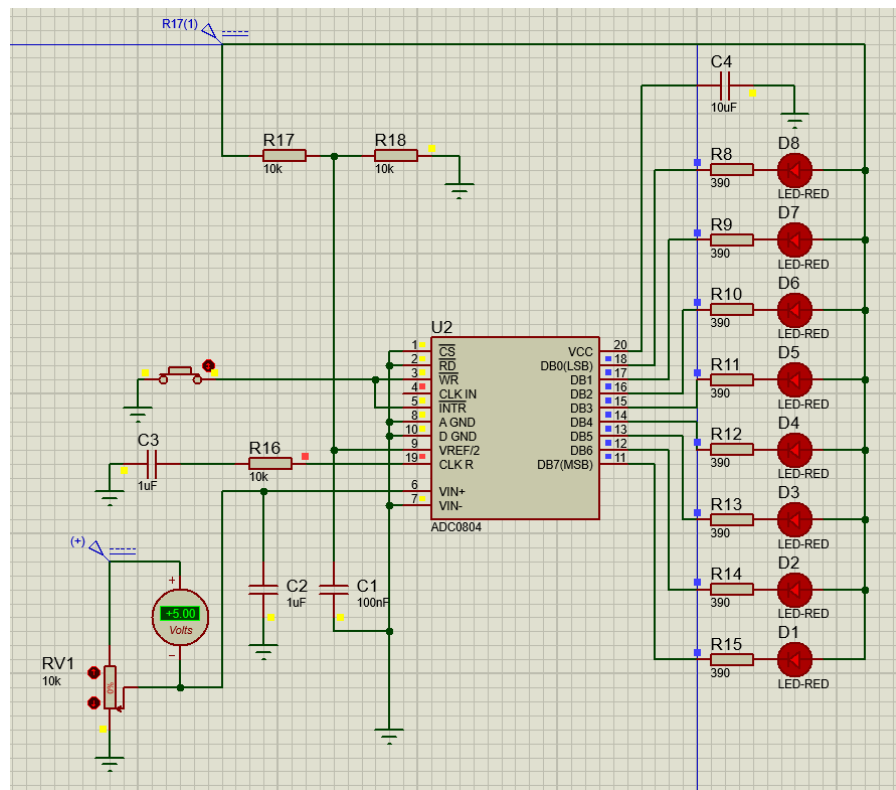
Simulaciones CAS

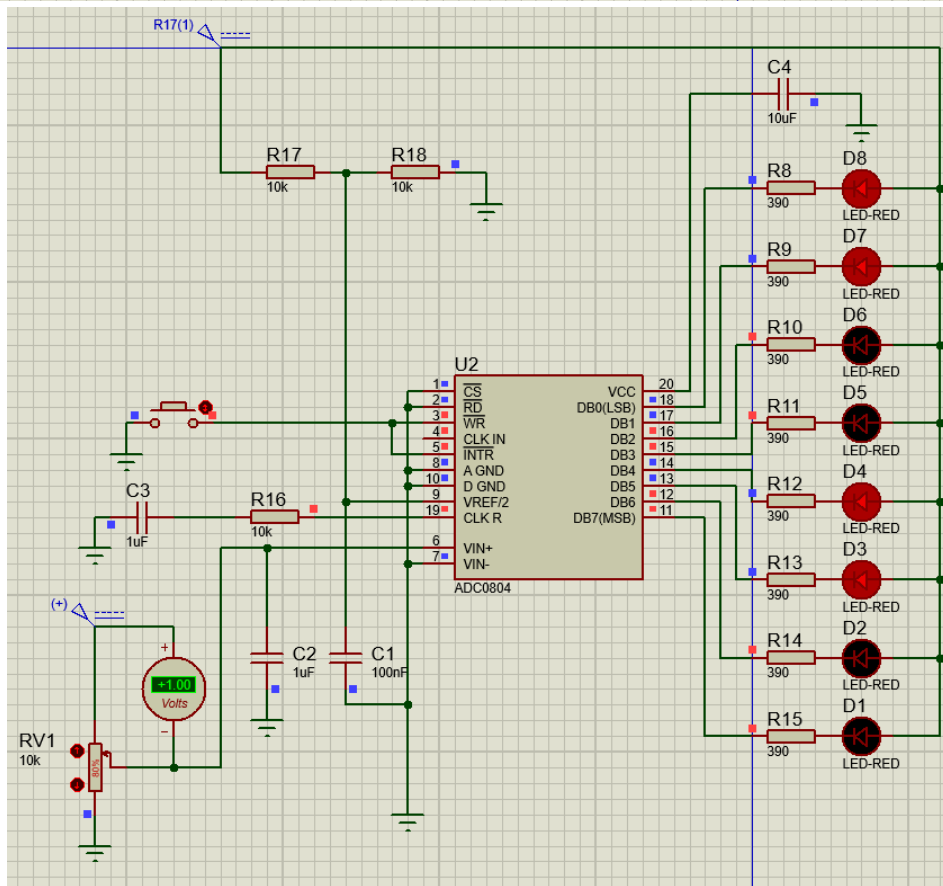
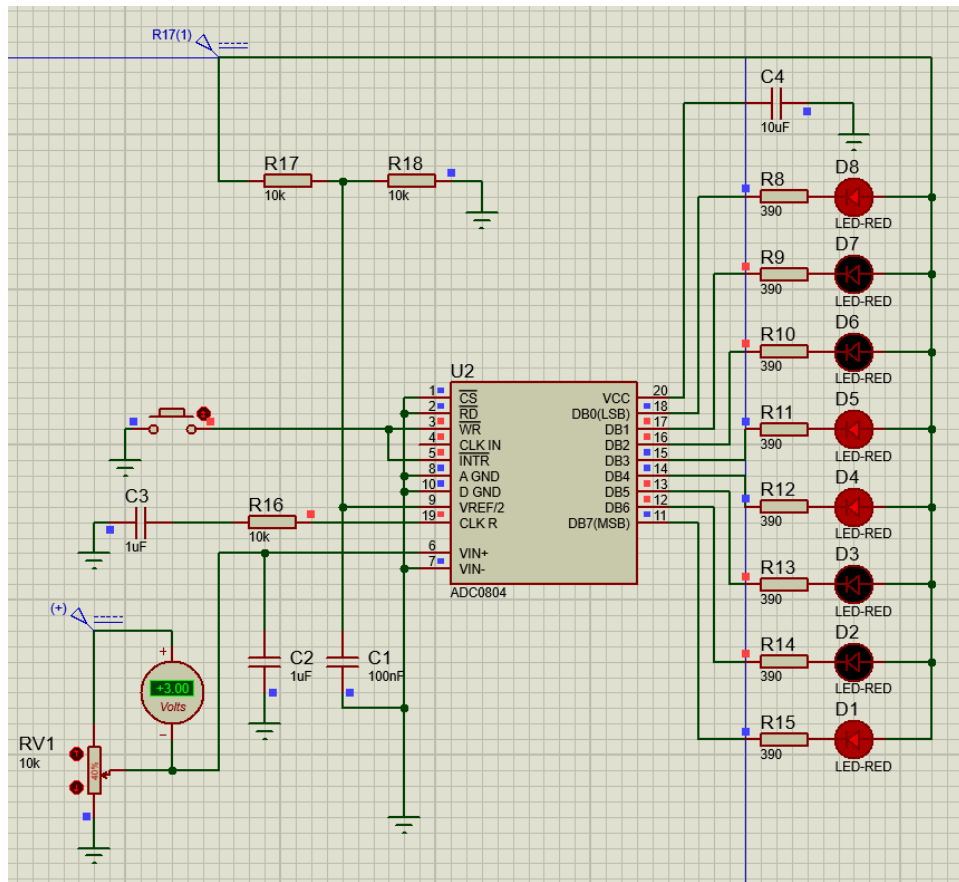


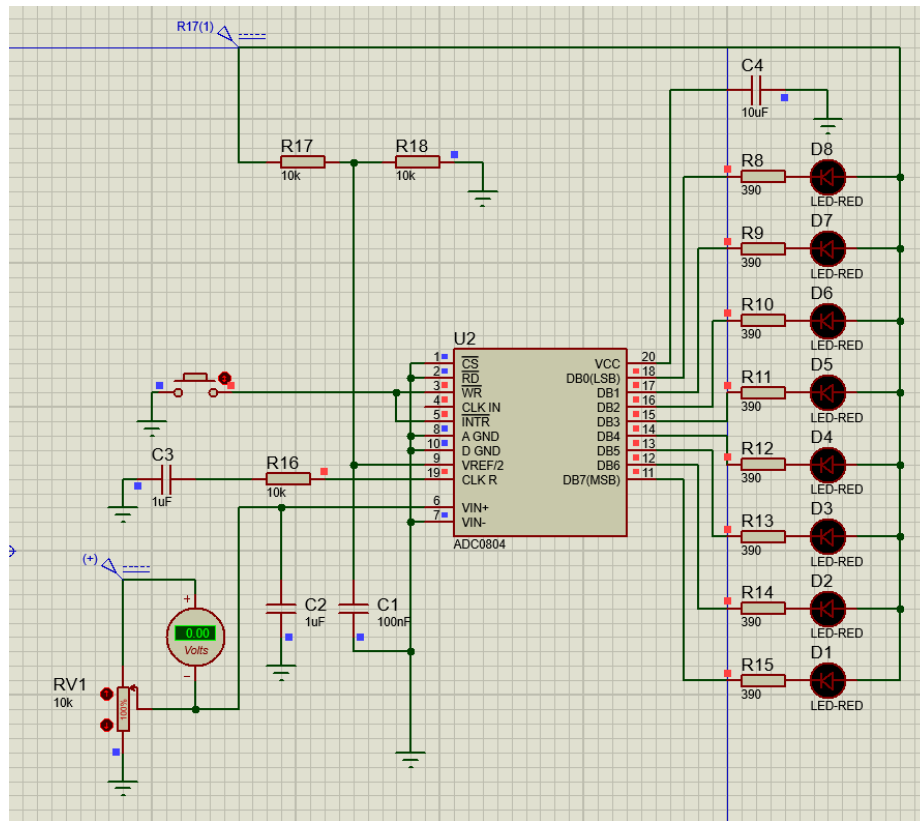




Simulaciones ADC







Conclusión

En resumen, hemos completado anteriormente la primera etapa del proyecto, que involucró la creación de un Circuito de Acondicionamiento de Señal (CAS) utilizando un puente de Wheatstone y un potenciómetro lineal. Logramos una correlación entre la distancia medida y el voltaje de salida, esencial para el funcionamiento del dispositivo de medición de distancia.

La elección del puente de Wheatstone y el potenciómetro lineal resultó ser acertada, ya que nos permitieron transformar cambios físicos (distancia) en cambios eléctricos (resistencia) y luego medir estos cambios de manera precisa.

Los cálculos realizados para determinar la relación entre la distancia y el voltaje de salida fueron fundamentales para el éxito de esta fase. Estos cálculos nos permitieron ajustar con precisión nuestro CAS para obtener lecturas precisas del voltaje de salida para cada distancia medida.

A pesar de los desafíos enfrentados durante la primera etapa, hemos aprendido mucho sobre instrumentación y control de lo empleado. Hemos desarrollado una comprensión más profunda de cómo funcionan los puentes de Wheatstone y los potenciómetros lineales, así como de cómo se pueden utilizar para medir con precisión las distancias.

La integración exitosa del Convertidor Analógico a Digital (ADC) al circuito de la primera fase ha marcado un avance significativo en nuestro proyecto de medición de distancias. El ADC ha mejorado la precisión y eficiencia en la conversión de las señales analógicas provenientes del Circuito de Acondicionamiento de Señal (CAS) a señales digitales, facilitando su procesamiento y análisis. Este desarrollo ha potenciado la funcionalidad de nuestro medidor de distancia, proporcionándonos lecturas más precisas y confiables.

En esta segunda etapa, hemos profundizado nuestro entendimiento de los ADCs y su integración en los sistemas de medición. Además, hemos adquirido una comprensión más completa del funcionamiento y la importancia de los ADCs en la electrónica. El análisis de las medidas obtenidas nos ha brindado valiosa información sobre el comportamiento del sensor, lo que nos permitirá optimizar su rendimiento en futuras aplicaciones.

Bibliografía IEEE

- [1] Doebelin, E. O., & Manik, D. N. (2007). Measurement Systems: Application and Design. McGraw Hill.
- [2] Fraden, J. (2010). Handbook of Modern Sensors: Physics, Designs, and Applications. Springer.
- [3] Tocci, R. J., & Widmer, N. S. (2001). Digital Systems: Principles and Applications. Prentice Hall.