



INFORME DE LABORATORIO

Autores: Juan Manuel Correa Jiménez, Valentina Restrepo Jaramillo

Laboratorio de Acondicionamiento de Señales

Departamento de Ingeniería Electrónica y de Telecomunicaciones

Universidad de Antioquia

Introducción

El objetivo principal de esta práctica de laboratorio es desarrollar un sistema de medición de distancia basado en tecnología ultrasónica. La medición precisa de la distancia es esencial en una amplia gama de aplicaciones, desde la robótica hasta el monitoreo de procesos industriales. En este contexto, se empleará el sensor ultrasónico SRF04 para emitir y recibir ondas ultrasónicas, permitiendo determinar la distancia entre el sensor y un objeto. Para adquirir y procesar estos datos de manera eficiente, utilizaremos el módulo de adquisición de datos NI 6008 de National Instruments, junto con el entorno de programación LabView, proporcionando una solución completa y precisa para la medición de distancia.

Objetivos

- Desarrollar un sistema de medición de distancia utilizando tecnología ultrasónica, el sensor SRF04 y el módulo NI 6008, implementando un enfoque preciso y eficiente para medir distancias.
- Caracterizar adecuadamente el sensor SRF04 para la emisión y recepción de ondas ultrasónicas, estableciendo un protocolo adecuado de comunicación entre el sensor y el sistema de adquisición NI 6008 a través del cableado.

- Programar en LabView un proceso de adquisición y procesamiento de datos, diseñando un flujo de trabajo eficiente que permita recibir, interpretar y calcular la distancia en tiempo real a partir de las señales ultrasónicas capturadas por el sensor SRF04, garantizando así una visualización adecuada de los resultados en la interfaz de usuario.

Marco Teórico

Los sensores de ultrasonido son dispositivos ampliamente utilizados para medir distancias sin contacto. Estos sensores operan utilizando ondas sonoras de alta frecuencia, fuera del rango de audición humana (ultrasonido), para determinar la distancia entre el sensor y un objeto. La medición se basa en el principio de eco, donde el sensor emite un pulso ultrasónico que rebota en el objeto y regresa al sensor. Midiendo el tiempo que tarda este eco en regresar, se puede calcular la distancia al objeto. [1]

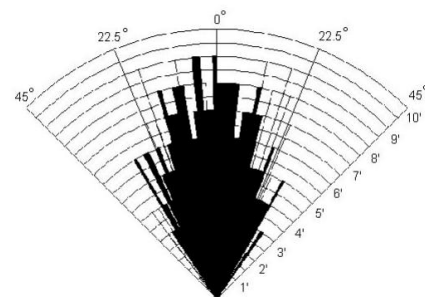


Figura 1 Radar

El sensor emite un pulso ultrasónico de alta frecuencia, generalmente a 40 kHz, utilizando un transductor piezoeléctrico. Este pulso se propaga en el aire en forma de onda sonora. El pulso ultrasónico

se dirige hacia un objeto y rebota (eco) en él. El sensor detecta este eco con su transductor y registra el tiempo que tarda en regresar. [2]

Conociendo la velocidad del sonido en el medio (aproximadamente 343 metros por segundo en aire a 20°C), la distancia al objeto se calcula usando la fórmula: $\text{distancia} = (\text{velocidad del sonido} * \text{tiempo de ida y vuelta}) / 2$.

$$\text{distancia} = \frac{\vec{v}_{\text{sonido}} * t_{\text{ida y vuelta}}}{2}$$

La división por 2 se realiza porque el tiempo de ida y vuelta se refiere a la distancia total recorrida por la onda.

En esta práctica de laboratorio, es el sensor SRF04 quien emite el pulso ultrasónico y captura posteriormente las ondas que inciden en él, registrando el tiempo que tardaron estas en ir y volver, tiempo que es proporcional a la distancia entre el sensor y el objeto.

Este sensor funciona con una alimentación de 5V, un rango máximo de 3 metros y uno mínimo de 3 centímetros. [3]

El módulo USB NI 6008 es un sistema de adquisición de datos que permite la captura de datos de múltiples canales de entrada/salida analógica y digital. [4] Esto es crucial para conectar y recibir señales de diferentes dispositivos, incluyendo el SRF04. El módulo es compatible con software de programación como LabVIEW, lo que facilita la adquisición, procesamiento y visualización de datos. La comunicación y control entre el módulo y la computadora se establecen a través de interfaces de software proporcionadas por National Instruments.

El módulo tiene un convertidor analógico a digital (ADC) de alta precisión que convierte señales analógicas provenientes de sensores, como la salida del SRF04, en datos digitales comprensibles para la computadora.

Procedimiento Experimental y Resultados

Se comenzó con el montaje de varios módulos en un bucle en LabView. El primero de estos (**Figura 2**) se usa para disparar el Trigger que controla el pulso, con un tiempo en alto de 1 ms y en bajo de 40 ms se accionan estos contadores programados desde este módulo.

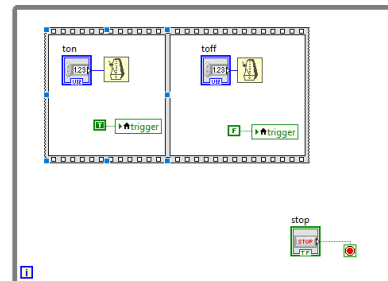


Figura 2 Primer Bloque en LabView

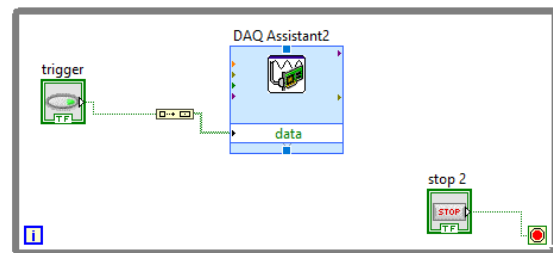


Figura 3 Segundo Bloque en LabView

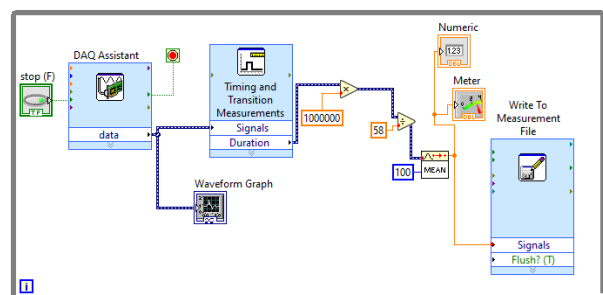


Figura 4 Tercer Bloque en LabView

En el bloque mostrado en la **Figura 3** se ilustra la conexión que se hace desde el módulo USB NI 6008 con el software. En la **Figura 4** se realizan las

conexiones que permiten mostrar el ancho de los pulsos en el osciloscopio, su proceso de conversión con multiplicadores y divisores, así como la herramienta que permite capturar los datos para su graficación.

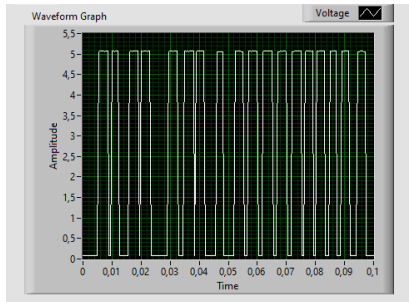


Figura 5 Osciloscopio

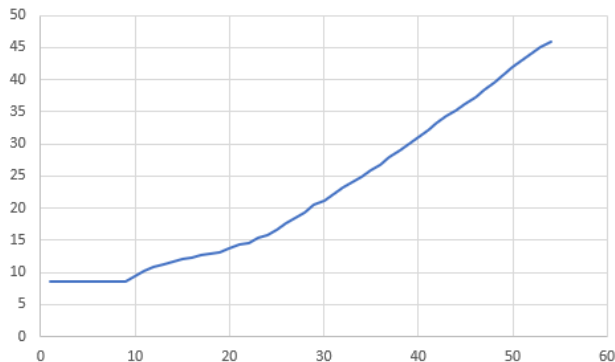


Figura 6 Distancia Vs Tiempo

El objeto inicialmente se dispuso a una distancia de 1 metro, se procedió a la toma de medidas disminuyendo la distancia de forma constante hasta lograr la distancia mínima posible entre el sensor y el objeto.

Se usó un objeto totalmente negro.

Discusión de Resultados

En la **Figura 6** se evidencia una linealidad entre los ejes de distancia y tiempo, esto es por el modo de funcionamiento del sensor y del principio ultrasónico, si un objeto está a mayor distancia, el tiempo que la onda tarda desde el momento en que es emitida hasta su recepción por el sensor también es mayor.

Otro factor que rige la linealidad distancia/tiempo es la forma en la que los datos fueron capturados en la prueba. La distancia no se disminuyó de forma escalonada o aleatoria, sino de forma lineal.

Las señales manejadas entre el sensor SRF04 y el módulo USB NI 6008 son de voltaje, por lo que este último las procesa para calcular la distancia en función del tiempo de vuelo del eco ultrasónico.

La temperatura del ambiente al momento de las prácticas no afectó significativamente las medidas, pues oscilaba entre 23 y 25 grados celcius.

Conclusiones

- La precisión de las mediciones de distancia obtenidas a través del sensor SRF04 y el módulo USB NI 6008 está influenciada principalmente por la precisión del reloj interno del módulo, así como por la velocidad del sonido en el medio (aire) y la correcta calibración del equipo.
- Las condiciones ambientales, como la temperatura y la humedad, pueden afectar la velocidad del sonido en el aire y, por lo tanto, tener un impacto en las mediciones de distancia. Es fundamental tener en cuenta estos factores y, si es necesario, aplicar correcciones para obtener mediciones precisas en diferentes entornos.
- La flexibilidad del módulo USB NI 6008 para adquirir datos de múltiples canales permite la expansión y escalabilidad del sistema para medir distancias desde varios puntos simultáneamente. Esto demuestra la versatilidad de la tecnología ultrasónica combinada con dispositivos de adquisición de datos para adaptarse a diferentes aplicaciones y escenarios.
- Conocer el comportamiento del fenómeno que se está midiendo y documentando permite explorar e interpretar los resultados de la forma más técnica y adecuada posible.

Bibliografía

[1] Keyence Corporation, (2023). “¿Qué es un sensor ultrasónico?”. Keyence. [En línea]. Disponible en: <https://www.keyence.com.mx/ss/products/sensor/sensorbasics/ultrasonic/info/#:~:text=Como%20su%20nombbre%20lo%20indica,la%20emisión%20y%20la%20recepción>. [Accedido el 21/09/2023].

[2] Pepperl+Fuchs SE, (2023). “¿Qué es un sensor ultrasónico?”. Pepperl+Fuchs. [En línea]. Disponible en: <https://www.pepperl-fuchs.com/global/es/32699.html>. [Accedido el 21/09/2023].

[3] PARALAX, "SRF04-Ultra-Sonic Ranger Technical Specification", 2018.

[4] National Instruments, "NI USB-6008 Datasheet", 2008.

Lista de Figuras

Figura 1 Radar

Figura 2 Primer Bloque en LabView

Figura 3 Segundo Bloque en LabView

Figura 4 Tercer Bloque en LabView

Figura 5 Osciloscopio

Figura 6 Distancia Vs Tiempo