

Abril, 2024.

Ciudad de Guatemala, Guatemala

Interferencia con Sensores HC-SR04

VILLAGRÁN MATA, CARLOS JAVIER

vil22264@uvg.edu.gt

Universidad del Valle de Guatemala, Facultad de Ciencias y Humanidades.

Departamento de Física, Mecánica 1. Sección 10.

Instructor de laboratorio: Aika Irene Aguilar Gálvez

ABSTRACT Los sensores HC-SR04 son comúnmente utilizados en proyectos de Arduino con el fin de medir posiciones, estos funcionan en frecuencias ultrasónicas y como toda onda es capaz de producir interferencia en presencia de otra con las mismas características. Este proyecto se realiza con el objetivo de encontrar patrones de interferencia utilizando únicamente sensores ultrasónicos (HC-SR04). Para ello se construyó un sistema haciendo uso de Arduino y unas cuantas reglas. En el transcurso del proyecto se logra la interfaz entre sensores y el uso de uno como receptor. Entre los principales hallazgos se encuentra la inestabilidad en las mediciones a causa de la interferencia y la determinación de puntos de interferencia destructiva por no medición del receptor. Estos patrones y puntos concuerdan con los encontrados con el modelo teórico. Las principales limitaciones del sistema se encuentran en la sensibilidad a leves movimientos por la longitud de onda trabajada y la incertidumbre del sensor que no permite el uso de este método como mecanismo ideal para la medición de puntos clave en la interferencia. En general se recomienda el uso de sensores más certeros como receptores y el adecuamiento de un riel que permita el control de movimiento milimétricos.

Palabras clave: Arduino, sensor ultrasónico, interferencia, destructiva, transmisor, receptor, longitud de onda

I. OBJETIVOS

I-A. GENERAL

1. Encontrar patrones de interferencia generados por la interface de dos sensores HC-SR04

I-B. ESPECÍFICOS

1. Construir con Arduino la interfaz de dos sensores HC-SR04 que permita transmitir frentes de onda simultáneamente.
2. Utilizar un sensor HC-SR04 como receptor sin que este produzca señales

II. MATERIALES

Los materiales utilizados en la práctica:

- Jumpers macho a macho
- 3 Protoboard
- 2 Arduinos
- Regla o metro para mediciones
- Dispositivo Windows o Ios con el software para Arduino

III. DISEÑO EXPERIMENTAL

Con el objetivo de producir y medir interferencia en ondas de sonido utilizando sensores ultrasónicos se utilizó el siguiente sistema:

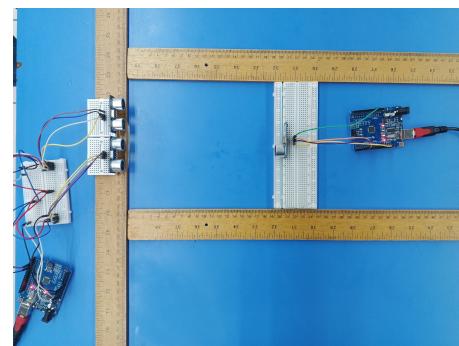


Figura 1. Sistema que permite el movimiento de lejanía respecto a los sensores y fija el movimiento transversal.



Figura 2. Sistema que el movimiento transversal fijando una distancia a los sensores.

Los dos sistemas presentados permiten hacer barridos con el sensor receptor para permitir observar el comportamiento de la señal recibida. En la figura 1 se observa el sistema que se utilizó para hacer mediciones variando la distancia entre el receptor y los emisores. Mientras que en la figura 2 se observa el sistema utilizado para hacer mediciones a cierta lejanía moviendo al receptor transversalmente. Además, la interfaz con los arduinos se logró utilizando pines comunes para el *Trigger* y el *Echo*:

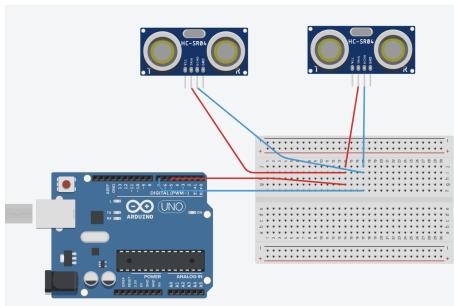


Figura 3. Diagrama representativo, pines comunes para la interfaz de los sensores.

Para realizar el armado del sistema se siguieron los siguientes pasos:

- Realizar la interfaz de los arduinos para que estos envíen pulsos simultáneos, esto armando el circuito como en la figura 3, incluyendo las conexiones a fuente de voltaje y tierra de cada uno (notar que estas sí pueden ser por separado). Los materiales utilizados en este paso son dos sensores HC-SR04, protoboard y jumpers macho a macho.
- Conectar como es común el sensor receptor al otro arduino, conectar trigger y Echo a pines de interés y luego el voltaje y tierra, todo utilizando un protoboard.
- Para facilitar las mediciones y tener un método estandarizado construir un sistema de referencia utilizando reglas como se observa en las figuras 1 y 2. Esto se puede alcanzar uniendo dos reglas a noventa grados y un riel en dirección del movimiento que ajuste bien al protoboard para restringir movimientos no buscados.

Es importante notar que para que el sensor funcionara como receptor fue necesario desoldar el transmisor de este.

IV. RESULTADOS

Se realizaron las siguientes mediciones de lejanía y se encontró que:

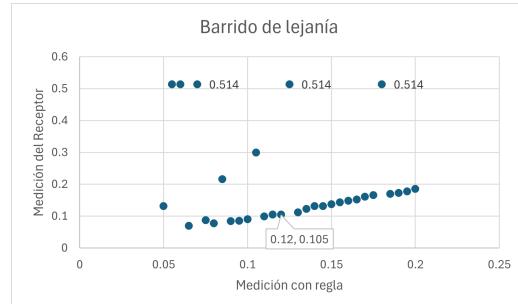


Figura 4. Sistema que permite el movimiento de lejanía respecto a los sensores y fija el movimiento transversal.

Además, teóricamente se tienen los siguientes puntos de interferencia destructiva tomando en cuenta que la longitud de onda es

$$\lambda = 8.653\text{mm} \quad (1)$$

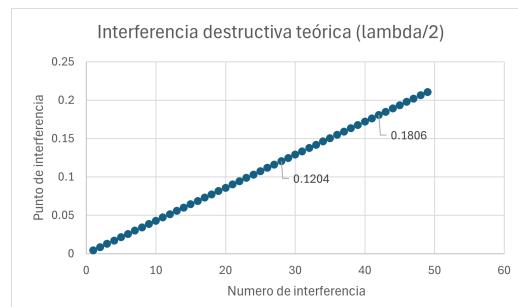


Figura 5. Sistema que el movimiento transversal fijando una distancia a los sensores.

Las mediciones con la interferencia de dos sensores tenían los siguientes comportamientos, como un extracto de un video que muestra como se comportaban las mediciones por parte del receptor:



Figura 6. Extracto de un video donde se muestra el comportamiento de los valores medidos por el receptor en presencia de interferencia.

Mientras que los patrones característicos para la medición con el uso regular de un sensor son los siguientes:

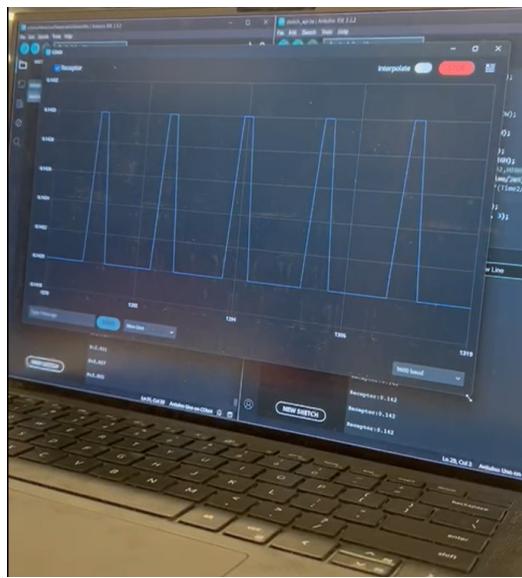


Figura 7. Extracto de un video donde se muestran los comportamientos característicos para las mediciones regulares de un sensor HC-SR04

V. DISCUSIÓN

Se empezó por realizar un barrido de prueba en la configuración que restringe el movimiento transversal, la que se observa en la figura 1. Este barrido de prueba permitió observar un comportamiento bastante caótico e inestable en las mediciones realizadas por el receptor. Las mediciones rondaban el valor real esperado sin embargo hacer la medición era complicado puesto que la variación era alta. Se observó que en cierto puntos la variabilidad de la medición disminuía como en otros aumentaba, también fue posible encontrar puntos en los que constantemente se obtenía el valor "0.514", el cuál se encuentra indicando que el sensor no se encuentra recibiendo datos. A esta conclusión se llegó dado que es el mismo valor que el sensor devolvía al momento de bloquearlo.

Luego de este barrido de prueba se decide sistematizar más de 30 mediciones en un intervalo de 5cm a 12cm, este intervalo se decide tomando en cuenta que la longitud de onda está en los 8.7mm y que el punto de encuentro de los espacios de trabajo para los arduinos se esperaba alrededor de los 12cm. Los resultados pueden ser observados en la figura 4. Los resultados concordaron con lo propuesto en teoría, esto pues se encontró una alta variabilidad en los datos hasta alrededor de los 12cm. Entre los 5cm y los 12cm se encontraron 3 puntos de no medición además de mediciones totalmente arbitrarias para la posición en la que se encontraba realmente el sensor. Alrededor de los 12cm se observa una no medición que concuerda con un valor de interferencia destructiva esperada y que se puede observar en la figura 5. Además, a partir de este puntos las mediciones empiezan a ser crecientes y a estar relativamente cercanas al valor real

esperado. Por último se vuelve a observar una no medición que concuerda con la altura 0.18 de los lambda medios.

Para los movimientos transversales no fue posible encontrar valor de no medición más que observar que el área de trabajo de los sensores concuerda con los valores oficiales del sensor brindados por los fabricantes. Esto dado que la medición se hacía nula al momento de superar el punto en que el área de trabajo superara los 30° máximos del sensor. Lo que si pudo ser observado fue la misma variabilidad en las mediciones que fue discutida con anterioridad.

Además de las mediciones realizadas sistemáticamente se realizó la comparación entre los patrones de medición para un sensor en su uso regular, con los patrones encontrados en el uso de interferencia. Como es posible observar en las figuras 6 y 7 las diferencias en los comportamientos de las mediciones son bastante diferentes. Fue posible observar un constante para una incertidumbre en las decimas de centímetros para un solo sensor, mientras que en el caso del receptor en presencia de dos transmisores se observó un patrón no constante de variación que llega incluso las unidades de decimales y no tiene una forma determinada. queda clara la interferencia que se está produciendo a partir de agregar la interfaz entre dos transmisores. En la figura 6 se observan estos patrones de interferencia para el receptor como también se lleva el mapeo de los datos recibidos por el Echo común de los transmisores, en los cuales se observa la misma incertezza en las mediciones.

Es posible concluir que la interferencia se encuentra presente, sin embargo, por la longitud de onda con que se está trabajando y por las mismas características del sensor, no es el mecanismo adecuado para caracterizarlo por completo. La exactitud del sensor ultrasónico es de $\pm 3\text{mm}$ RiGonz, Arduino Forum, 2014 por lo que este es capaz, como fue posible observar, de ser sensible a la interferencia de los sensores, sin embargo se queda corto al momento de diferenciar con exactitud un punto de interferencia destructiva esto debido a la longitud de onda con la que se está trabajando. Además de esto, el sensor es sumamente sensible a ligeros movimientos por lo que mover el receptor a mano tampoco es un mecanismo ideal, sería ideal algún tipo de riel milimétrico. Además de los cambios en línea, el receptor también es sumamente sensible al ángulo con respecto a los transmisores. En definitiva el sistema utilizado permitió ver comportamiento de interferencia pero no es el adecuado para realizar mediciones de alta certeza sobre puntos de interferencia destructiva.

Las principales complicaciones del proyecto se encontraron en el armado del sistema y en la sistematización del proceso de medición. Para la interfaz de sensores se hicieron distintas pruebas, sin embargo, se encontró el mejor resultado utilizando pines comunes como se observa en el diagrama de la figura 3. Para el receptor, como el funcionamiento del sensor no

es accesible por código, no se puede cambiar la dependencia del Echo y el Trigger, por lo que fue necesaria la desoldadura del emisor. Las mediciones fueron otro problema por la misma variabilidad que presentaban, el método optado fue la solución encontrada. Finalmente, se recomienda el uso de sensores más delicados para la recepción de las señales como la ideación de un mecanismo que mantenga en línea a los sensores y permita el movimiento milimétrico de sus partes.

VI. CONCLUSIONES

1. Se logró observar el efecto de la interferencia entre dos sensores ultrasónicos y su comportamiento concuerda con el esperado teóricamente.
2. Se contruyó con éxito un sistema que permite ver la influencia de la interferencia en sensores ultrasónicos.
3. Se logró hacer uso de un sensor HC-SR04 como receptor.
4. Se concluye que no el mecanismo ideado no es el adecuado para realizar mediciones de alta certeza en la búsqueda de puntos de interferencia destructiva.

Referencias

- RiGonz, Arduino Forum. (2014). HC-SR04: tests on accuracy, precision and resolution of ultrasonic measurement [Accessed: 2024-05-29]. <https://forum.arduino.cc/t/hc-sr04-tests-on-accuracy-precision-and-resolution-of-ultrasonic-measurement/270000>

• • •