

Sensores de distancia

Leopolodo Andrés Cadavid Piñero,
Francisco de Asís Penalva Martínez,
Ignacio Pérez Vilaplana,
Raquel Salcedo Salcedo

Abril 2021

Resumen

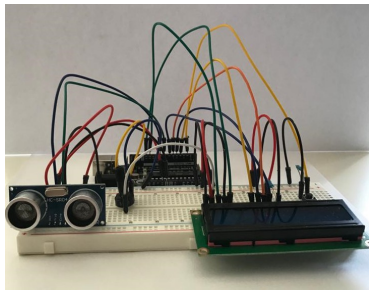
Se muestran los datos obtenidos tras trabajar con dos sensores ultrasónico tipo HC-SR04 y UK6C/H2-0EUL y un sensor óptico GP2Y0A21YK0F, para calcular su precisión. Se han hecho series de medidas desde distancias variadas de hasta tres objetos diferentes; una caja de cartón, una esponja y un botella de agua. Se ha añadido la botella debido a que los sensores de ultrasonido no detectaban bien este objeto y para tener una segunda lista de medidas se ha añadido un segundo objeto. Se ha valorado su precisión a partir de los errores obtenidos, su desviación estándar o típica y su valor promedio. El documento contiene también imágenes sobre el montaje eléctrico, el montaje en tinkercad y diferentes imágenes de su montaje práctico. Por último, se puede acceder al repositorio de github [1] donde se ha guardado todo el código y datos obtenidos en la bibliografía. En los siguientes apartados se hacen comparativas entre los tres sensores, se indican ventajas e inconvenientes y cuál de ellos es más recomendable dependiendo del objeto y entorno en el que se tome medidas. Así, también hay apartados en los que se comentan las anomalías de estos.

Tarea 1: Esquemas de la conexión

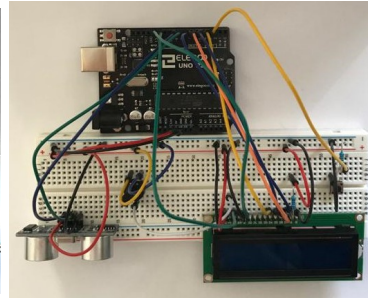
A continuación se puede ver el montaje práctico. Este ha sido el mismo para los tres sensores. En la Figura [1] se puede apreciar que el sensor montado es el HC-SR04. Sin embargo, lo único que cambia con respecto al resto de montajes es este sensor. Para economizar solo se pondrán las fotos de este primer montaje (en cuánto a circuitos prácticos se refiere), aunque también se va a añadir una foto de conexión del Sharp. Se puede ver que se ha añadido una pantalla LCD con su potenciómetro para que vaya mostrando los datos también por ahí, como extra.

Además del montaje práctico, se pueden ver los montajes de tinkercad. En el caso del industrial y el de tipo Sharp se ha sustituido el sensor por un led. Tinkercad no posee estos sensores.

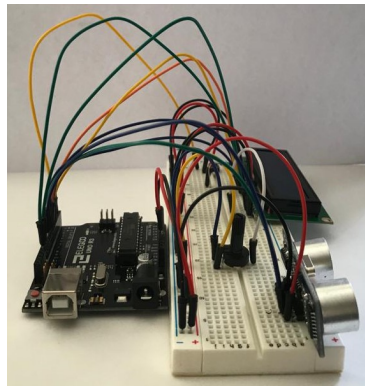
También se observan los circuitos eléctricos.



(a) Alzado



(b) Planta



(c) Perfil

Figura 1: Montaje práctico para sensor de ultrasonido HC-SR04

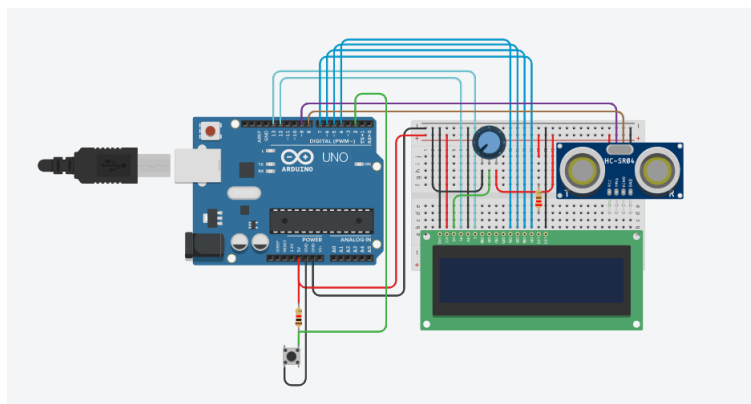


Figura 2: Montaje en tinkercad para sensor de ultrasonido HC-SR04

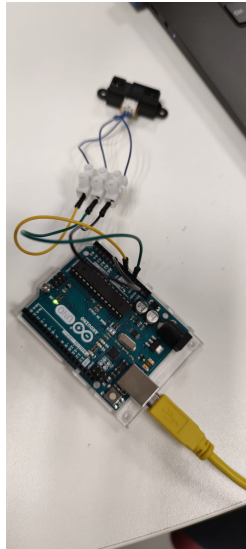


Figura 6: Montaje práctico para sensor de óptico GP2Y0A21YK0F

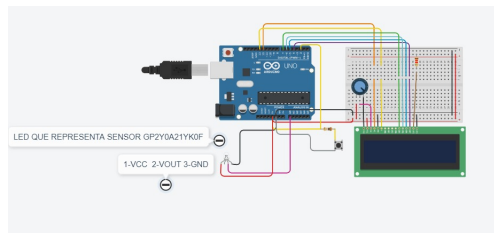


Figura 7: Montaje en tinkercad para sensor óptico GP2Y0A21YK0F

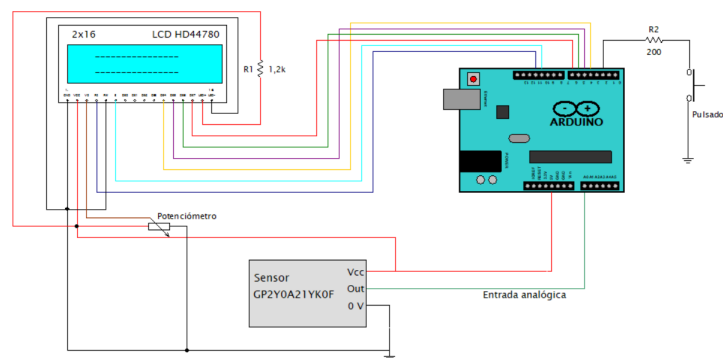


Figura 8: Montaje circuito eléctrico para sensor óptico GP2Y0A21YK0F

Tarea 6: Comportamientos Especiales

HC-SR04:

En primer lugar, uno de los objetos especificados para la práctica, la medida de una esponja, ha resultado ser inválido para esta medición. Se mantiene la hipótesis de que al ser una onda sónica, la esponja absorbe esta onda, impidiendo el rebote y por lo tanto impidiendo medir la distancia a esta. Por otro lado, habiendo cogido como objeto sustituto una botella de aluminio de agua se han realizado medidas sobre este. De estas medidas y de las de la caja se toma las siguientes valoraciones. En superar el rango de toma de medidas por encima de los 70 cm, no hay una gran diferencia con respecto a la toma de medidas en distancias más pequeñas, salvo la pérdida de precisión en 2 o 3 cm (en el error). Como sensor para control de proximidad o de detección de objetos cercanos en una dirección es útil. Y esto de la dirección es un tema a tener en cuenta. El sensor mejora su precisión cuanto más perpendicular esta del objeto que se quiere detectar. Por ejemplo, en la Figura [9] se tiene el sensor, dos paredes y un objeto tras ellas.

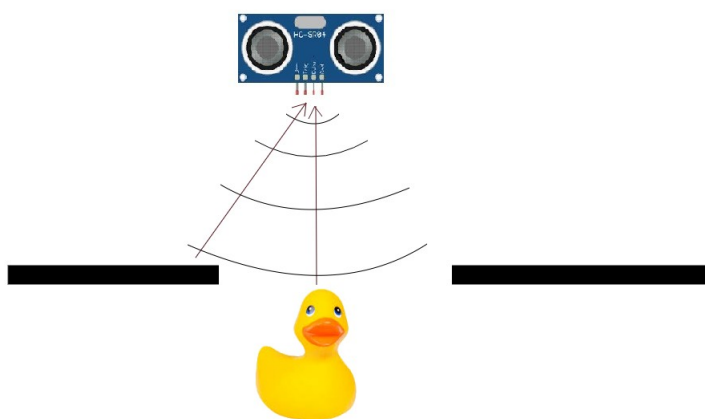


Figura 9: Esquema de detección errónea con el ultrasonido, por encima del rango.

Se ha observado que en ocasiones, la distancia que detecta es la de la pared, pues, aunque el objeto (pato) esté perpendicular al sensor (camino más corta para la onda), llega antes a la pared, haciendo una detección errónea. Es cierto, que este tipo de anomalías solo se han observado en distancias a partir del metro y medio de distancia (para un objeto en la posición del pato) frente a una distancia de aproximadamente 80-90cm para la pared. Esta observación no indica que todas las veces que se de esta situación, el sensor vaya a proporcionar la distancia a la pared, si no que, cuando se somete a pruebas de este tipo, puede proporcionar datos no válidos o adulterados.

En cuanto a distancias por debajo del rango de 10cm. Se han tomado medidas a 5cm (cuyas medidas están en los archivos .csv del github [1]). Teniendo en cuenta que, según el fabricante, el sensor proporciona datos "fiables." a distancias comprendidas en el rango 2-400cm. Lo cierto, es que las pruebas hechas entre 2 y 5 cm son medidas con errores muy similares tanto en desviación como en "fiabilidad". Sin embargo, cuando la distancia baja de estos 2 cm, el sensor pasa a detectar, en la mayoría de casos, objetos que tiene tras este.



Figura 10: Esquema de detección errónea con el ultrasonido, 'por debajo del rango.

En la Figura [10] se muestra una toma de medidas de un objeto que esta pegado (distancia inferior a 2 cm) y de otro que se encuentra más alejado. La anomalía que suele ocurrir es que la distancia que proporciona el sensor suele ser la del segundo objeto, obviando el primero. Se sabe que se obvia, puesto que en el código que se ha escrito se ha puesto la condición de que si el tiempo de vuelo es inferior a 117 microsegundos, la distancia que se debe imprimir ha de ser 0. Como imprime una distancia diferente, se sabe que esto no es así.

```
tiempo = pulseIn(pinEcho,HIGH); //Esta función calcula tiempo
if(tiempo>23324 or tiempo<117) //de vuelo de la onda. Si no
    tiempo = 0; //cumple un rango, se descarta
```

UK6C/H2-0EUL:

La anomalía de este sensor se da de la misma forma que en el modelo anterior. La esponja, debido a su composición, absorbe las ondas de sonidos que lanza el sensor, y por lo tanto se mantiene la hipótesis de que este tipo de objetos no van a ser detectados por estos sensores de ultrasonidos. En cuánto a la toma de medidas, hay poco que decir. La precisión mejora con respecto al anterior modelo

siempre y cuando el objeto este frontal al sensor. No va a detectar objetos fuera de esta línea frontal.

GP2Y0A21YK0F:

Este sensor muestra un problema o anomalía de fábrica y es que hay un rango cuyas distancias medidas tienen menor precisión.

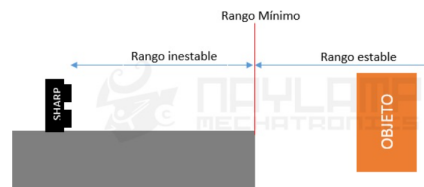


Figura 11: Esquema de la anomalía en el sensor Sharp

Este rango, cuyo esquema aparece en la Figura [11] se encuentra entre 0-10 cm. Después de ese rango, cuyas medidas son inválidas, se obtiene bastante precisión hasta los 70-80 cm. A partir de ahí, la precisión baja un poco.

Tarea 7: Tabla Comparativa

Los objetos empleados para tomar medidas son los de la Figura [12]. El mejor sensor varia según el uso que se quiera dar. El HC-SR04 es fácil de montar y barato. Si se quiere detectar objetos frente a este sensor con relativa precisión, es una buena opción. El sensor industrial es más preciso, pero, más limitado en cuánto a su entorno. El Sharp para detectar con precisión media objetos en un rango de distancia media corta es válido. En conclusión calidad-precio y usabilidad, así como facilidad de configuración, el mejor es el HC-SR04.

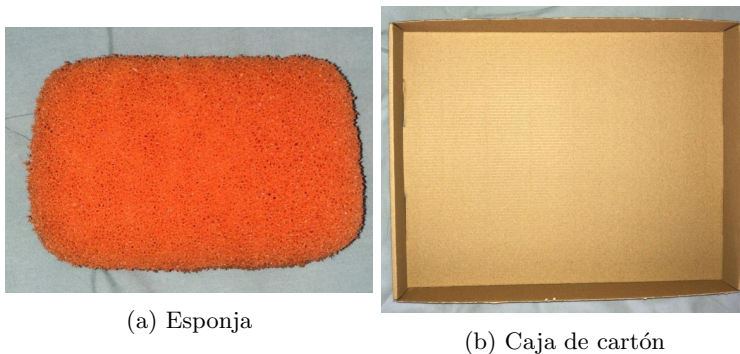


Figura 12: Objetos empleados para tomar medidas

Tablas de Errores y Desviación estándar: (Figura [13]) (Figura [14]).

Medida	E. HC-SR04	E. UK6C	E. GP2Y0A21YK0F	E.Máx HC-SR04	E.Máx UK6C	E.Máx GP2Y0A21YK0F	E.Min HC-SR04	E.Min UK6C	E.Min GP2Y0A21YK0F	D.E HC-SR04	D.E UK6C	D.E GP2Y0A21YK0F
10	0	13.6	11.6	0	14	12	0	13	11	0	0.489	0.489
20	1	23	21.2	1	24	22	1	22	19	0	0.632	1.166
30	1	31.8	34.2	1	33	39	1	31	30	0	0.748	3.059
40	0.6	40.6	42	1	41	43	0	40	40	0.547	0.489	1.264
50	0.4	49.6	46.8	1	50	50	0	49	42	0.547	0.489	2.638
60	0.6	59.2	55.6	2	60	59	0	59	53	0.894	0.4	1.959
70	2	67.8	69.6	2	68	83	2	67	53	0	0.4	10.229

Figura 13: Tabla comparativa de diferentes los diferentes sensores. Cartón.

Medida	E. HC-SR04	E. UK6C	E. GP2Y0A21YK0F	E.Máx HC-SR04	E.Máx UK6C	E.Máx GP2Y0A21YK0F	E.Min HC-SR04	E.Min UK6C	E.Min GP2Y0A21YK0F	D.E HC-SR04	D.E UK6C	D.E GP2Y0A21YK0F
10	2	14'6	10	2	15	10	2	14	10	0	0'489	0
20	2'6	23'8	19'4	4	25	20	1	23	19	1'516	0'748	0'489
30	3'2	30'8	32'4	4	32	33	3	30	31	0'447	0'748	0'8
40	1'2	41'8	41'2	3	42	44	0	41	41	1'095	0'4	1'469
50	1'2	49'6	50'6	2	50	66	0	49	40	0'836	0'489	8'522
60	1'2	62'8	60'4	2	63	63	1	62	58	0'447	0'4	2'244
70	0'8	71'0	65'6	2	71	63	0	71	71	0'836	0	2'939

Figura 14: Tabla comparativa diferentes los diferentes sensores. Esponja/Botella.

Tarea 8: Ventajas e Inconvenientes

HC-SR04: Tanto el precio (muy bajo) como la facilidad de montaje, sugieren en este sensor una buena elección para tareas de proximidad donde la precisión no sea un factor clave, si no que se pretenda detectar objetos en un rango de distancias determinado. Por otro lado, si lo que se busca es precisión milimétrica o de muy pocos centímetros no es una buena elección. Otro punto débil es la unidireccionalidad del sensor, esto quiero decir que su eficacia se restringe a su vista frontal.

UK6C/H2-0EUL: Puesto que se esta trabajando con dos ultrasonidos, podría ser conveniente hacer alguna comparación entre ellos. Las desventajas podrían ser el alto precio (110-130€) y la baja frecuencia de las medidas que es capaz de tomar así como el corto alcance de su precisión (menor a 1 metro). Por supuesto su precisión es mayor y su direccionalidad es menos propensa a fallar con la geometría del entorno. También tiene una mayor repetitividad, es decir, sus valores son más precisos.

GP2Y0A21YK0F: Al igual que el HC-SR04, el sensor de 'Sharp' es barato. Puede oscilar entorno a los 8 o 10 euros según donde se compre. Es poco sensible al color del objeto y reflectividad de este (lo que puede ser ideal para detectar materiales metálicos por ejemplo). Es perfecto para utilizarlo en entornos de baja luminosidad. Además, cabe destacar, que mientras los sensores de ultrasonidos tienen dificultades para detectar objetos más curvos, por sus deficiencias con la geometría, el sensor de 'Sharp' (los ópticos en general) obtienen resultados más fiables. También tienen una frecuencia mayor en las medidas (puesto que los ultrasonidos tienen el limitante de la velocidad del sonido). Sin embargo, este sensor tiene un rango de inestabilidad donde las medidas no son precisas a menos de 10cm y donde si hay mucha luz, esta precisión también cae drásticamente.

Tarea 9: Distancia mínima

HC-SR04: Se ha comentado en anteriores secciones de este documento. De todas formas, la distancia mínima que se ha conseguido sacar con este sensor ha sido 2cm, ya que por debajo de esta distancia, surgían anomalías que proporcionaba otra distancia. Esto se indica y justifica en la parte de anomalías de la sección Tarea 6.

UK6C/H2-0EUL: Por problemas de tiempo y organización no se ha podido probar la distancia mínima de este sensor.

GP2Y0A21YK0F: La distancia mínima que se ha conseguido medir ha sido la de 10cm. Esto concuerda con la información del fabricante, donde se indica que por debajo de estas medida, se devolverá un valor de 0.

Tarea 10: Filtros digitales

La idea principal para desarrollar los filtros digitales es a través del promedio. Se puede ver en los 'datasheets' de cada fabricante como la frecuencia de medida de los sensores permite tomar mas de una decena de muestras (en la mayoría de ellos, no es el caso del UK6C por ejemplo) en menos de un segundo. Como el tiempo de medida entre nuestras muestras es de medio segundo, se puede programar para que durante 300-400 ms, se tomen medidas y se vayan guardando para realizar un promedio, evitando así picos o valores anómalos. A más medidas se puedan tomar, más ruido se podrá eliminar. Esta es una solución muy básica y simple, por supuesto, existen otras más complejas.

```
//Según la frecuencia del sensor en la toma de medidas
//se harán más o menos medidas. Se irán tomando
//medidas mientras que el tiempo que haya pasado sea algo
//inferior a la mitad de 1s (500ms es el tiempo
//entre medidas)

inicio bucle: mientras tiempo menor que frecuencia sensor
    A = lectura datos sensor;
    si : A < Valor medida de Referencia + valor de corte (para filtro paso bajo)
        //Se conoce el valor esperado de la medida (pulso, corriente, tensión).
        //A ese valor se le suma un valor que debería ser el máximo que debe dar,
        //o más bien, le techo que se pone. Se comprueba que la lectura este dentro
        //de este rango
        contador de lecturas ++;
        conversión a distancia;
        suma += sumar nueva distancia;
    fin condición;
fin bucle;

distancia = suma/contador de lecturas;
```

Referencias

- [1] GitHub: https://github.com/nachoperezv/Sensores_de_distancia.git