

Ejercicio 1

Ejercicio 8

Se propuso el diseño de un circuito que permita medir distancias utilizando un sensor ultrasónico de distancia (hc-sr04).

El circuito debe cumplir con los siguientes requerimientos:

- trigger, pin de entrada que dispara la medición en el flanco positivo.
- trigger enable, pin de entrada que habilita la señal de disparo.
- meas, 8 bits de salida que indican el tiempo medido en unidades de 100 μ s.
- meas ready, pin de salida que indica que la medición ha finalizado.

1.1 Sensor HC-SR04

El sensor de distancia hc-sr04 ¹ es un sensor de distancia ultrasónico. Posee cuatro terminales, dos de alimentación (V_{cc} y gnd), trigger y echo.

El terminal de trigger, acciona la medición, para ello se debe cambiar el estado del terminal a high por más de 10 μ s, de esta manera el sensor comienza a medir. Luego por el pin de echo se devuelve un pulso de ancho T μ s. El pulso devuelto es proporcional a la distancia medida, Distancia = $\frac{\mu s}{58} [cm]$.

El rango de medición del sensor es de 2cm a 4 metros. Por ende el ancho del pulso devuelto por echo es de entre 116 μ s y 23200 μ s.



Figura 1.1: Sensor de distancia

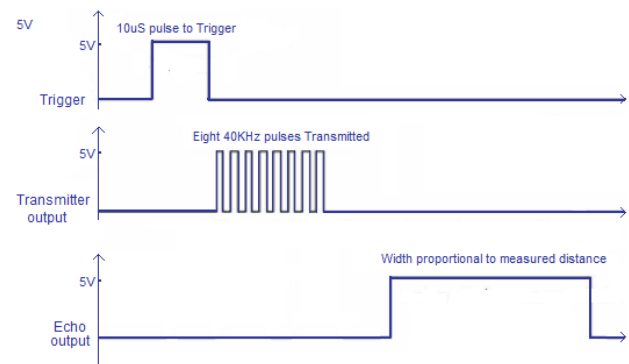


Figura 1.2: Diagrama temporal

1.2 Circuito Implementado

Se modularizó el circuito de la siguiente manera:

¹Datasheet del sensor, Mouser.com. (2018). [online] Available at: <https://www.mouser.com/ds/2/813/HCSR04-1022824.pdf> [Accessed 13 Oct. 2018].

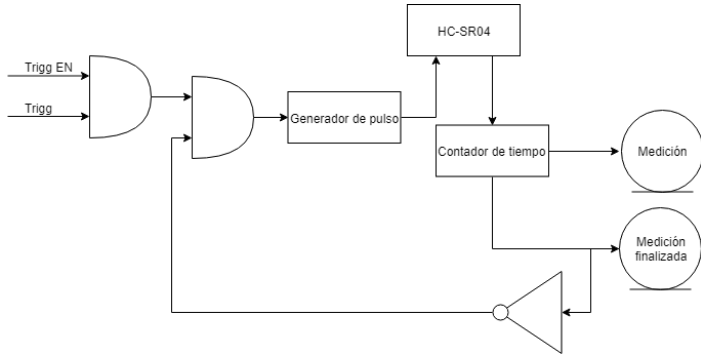


Figura 1.3: Diagrama de bloques

Los dos módulos principales, tal como se muestra en la imagen 1.3, son el generador de pulso y el contador de tiempo.

El generador de pulso, cuando recibe un flanco positivo, genera un pulso mayor a $10\text{ }\mu\text{s}$ para que el sensor comience a medir.

El contador de tiempo, mide el ancho del pulso devuelto por echo, y lo devuelve en 8 bits, también se encarga de indicar que la medición finalizo.

1.2.1 Generador de pulso

El generador de pulso se implementó con un LM555. EL circuito utilizado fue el de la figura 1.4, dicho circuito genera un pulso de ancho $= R_a C 1.1\text{ s}$, para generar el disparo se debe generar un pulso menor que el configurado.

Como el sensor requiere un ancho de pulso mayor de $10\mu\text{s}$, se eligieron los componentes para un pulso de $50\mu\text{s}$, por ende el capacitor $C = 10\text{nf}$ y $R_a = 5\text{k}\Omega$

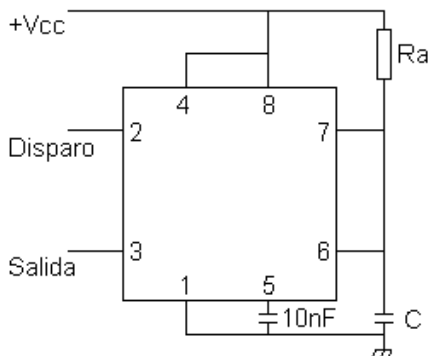


Figura 1.4: Circuito del generador de pulsos

Para evitar que al generador de pulso, le ingrese una señal mayor a $50\mu\text{s}$ se le colocó a la entrada (disparo) un RC con tiempo característico de $10\mu\text{s}$.

1.2.2 Contador de tiempo

Para medir cuanto tiempo el pulso de echo estuvo en high, se utilizó un contador de 8 bits y una señal cuadrada de 50 % duty cycle como clock.

El contador utilizado, cuenta flancos positivos de clock. Por ende para contar cuanto tiempo la señal de echo estuvo en high, se conectó la entrada de clock del contador, a la salida de una AND. Las entradas de la AND son la señal de echo y una señal cuadrada de 10KHz. De esta manera, cada vez que ocurre un flanco de clock y la señal echo esta en high el contador incrementa en una unidad. Debido a que la frecuencia de la señal cuadrada es de 10Khz, cada unidad en el contador representa $100\text{ }\mu\text{s}$.

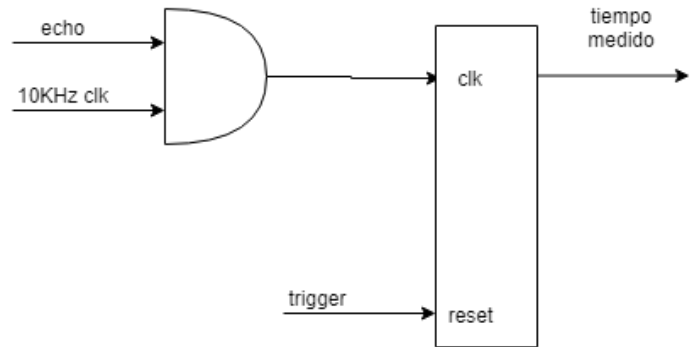


Figura 1.5: Contador de tiempo

En cuanto al reset del contador se lo conecto al trigger del sensor, de esta manera, cada vez que se dispara una medición el contador vuelve a cero.

1.2.3 Meas ready

En cuanto a la salida de meas ready, vasto con negar la señal de echo. Debido a que mientras no haya medición, la señal de echo se mantiene en low y por ende meas ready se mantiene en high. Cuando echo está en high, quiere decir que se está midiendo, y ok meas se encuentra en low.

1.2.4 Prototipo

Previo al diseño final del circuito, se decidió construir un prototipo del mismo en protoboard, para así probar el correcto funcionamiento de cada etapa y del conjunto.

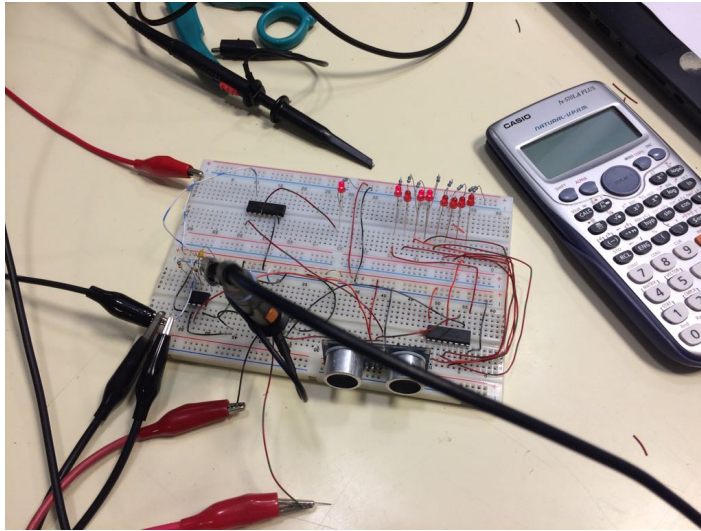


Figura 1.6: Prototipo del circuito

Como el prototipo funciona correctamente, tal como se muestra en el siguiente link (<https://youtu.be/xzRgiA1r85w>). Se procedió al armado de la placa.

1.2.5 Circuito

El circuito final construido posee las siguientes características: Entrada de trigger, trigger enable y clock. El clock al que se lo debe conectar es de 10Khz (señal cuadrada, 5v de amplitud y 50 % de duty cycle). Salida 8 bits que indican el tiempo medido, y 1 bit que indica que la medición finalizo.

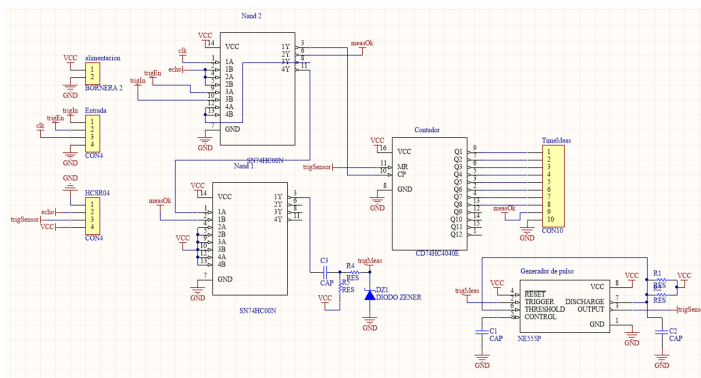


Figura 1.7: Esquemático

1.2.6 Simulación

Se simuló en Iverilog el circuito, y con gtkwave se visualizó su comportamiento en el tiempo.

Los módulos, utilizados en la simulación son los mismos anteriormente descriptos, es decir hay un módulo encargado de generar un pulso y otro de contar el tiempo.

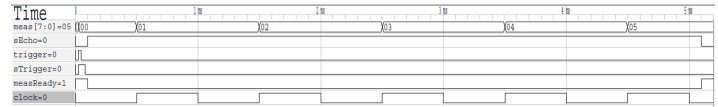


Figura 1.8: Simulación

La figura 1.8 es la simulación temporal del circuito. meas es el resultado de la medición, sEcho es el pulso devuelto por el sensor, sTrigger es el pulso que el circuito le envía al sensor para comenzar la medición, trigger es el pulso que recibe el circuito para comenzar a medir, meas ready indica que la medición finalizó y clock.

Tal como se observa en la imagen se dispara el trigger, posteriormente el circuito genera en sTrigger un pulso de ancho 50µs. Después sEcho pasa high (comienza a medir el sensor) y meas ready pasa a low. El contador comienza a contar cuantos pulsos de clock la señal de echo estuvo en high. Cuando sEcho pasa low (la medición finalizó) y meas ready pasa a high. Como el ancho del echo es de 500 µs, el contador llegó a 5.