Electronica S.A.de C.V.

Medidor de Distancia Ultrasónico

Dispositivo: UCM-R40K1
Par sensor ultrasónico Tx, Rx

Nota de Aplicación 001

Introducción

Esta nota de aplicación describe la implementación de un medidor de distancia utilizando sensores ultrasónicos del tipo UCM-R40K1. Una ráfaga de 40KHz es transmitida a través de un sensor ultrasónico, el ultrasonido reflejado es recibido por otro sensor receptor. El cálculo de la distancia se hace con un PIC16F873. El rango de distancia medido es de 25cm a 300cm

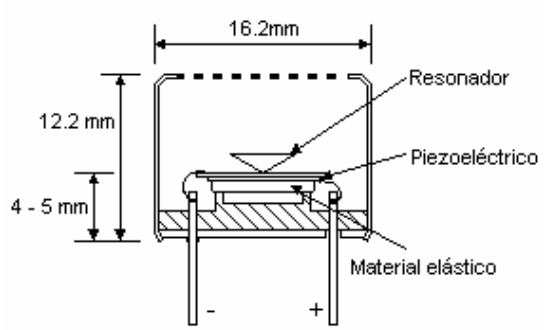
Ultrasonido

Ultrasonido hace referencia a las frecuencias arriba de 20KHz (limite de sonido audible). Altas frecuencias tienen longitudes de onda cortas lo que hace al reflejarse en objetos esta pueda ser leída. Desafortunadamente frecuencias muy altas son difíciles de generar y leer.

La generación y lectura de ultrasonido se hace a través de dos unidades piezoeléctricas en donde una de ellas es el emisor y la otra el receptor de ondas de presión ultrasónicas. Para esto, la unidad emisora debe excitarse con una señal adecuada en amplitud y frecuencia. La unidad receptora transducirá todas aquellas ondas de presión ultrasónicas de 40KHz que lleguen a excitarla.

El ultrasonido es aplicado comúnmente en detectores de movimiento, medidores de distancia, diagnostico médico, limpieza, pruebas no destructivas (para detectar imperfecciones en materiales), soldadura entre otras más.

Características	UCM-R40K1
Frecuencia de resonancia:	40KHz
Nivel de Presión Sonora:	115dB<
Sensitividad:	-64dB<
Máxima entrada de voltaje :	20Vrms
Directividad típica:	55º

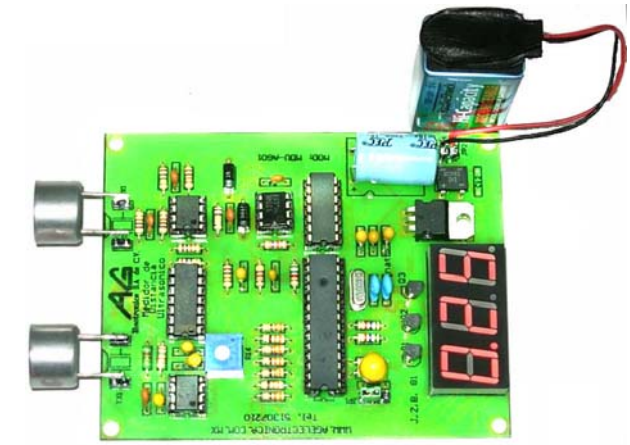


UCM-R4OK1

El número de parte incluye al transmisor y al receptor, marcados con T y R.

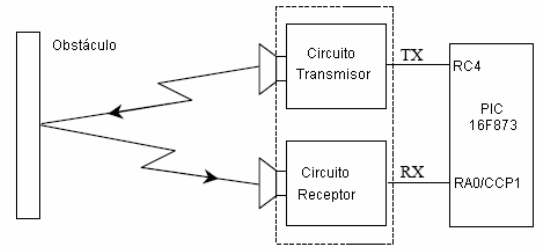
Medidor de Distancia Ultrasónico

Características	MDU
Tipo de Sensor	Ultrasónico de reflexión
Frecuencia	40KHz
Distancia mínima	25cm
Distancia máxima	300cm
Resolución	1 cm
Sensibilidad	Detecta un objeto de diámetro 8cm a < 1m
Tensión de entrada	9V
Consumo de corriente	60mA tip.



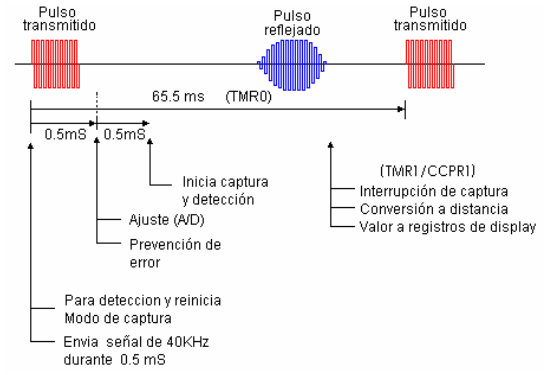
La distancia es calculada leyendo el tiempo que tarda en regresar una onda ultrasónica reflejada. Idealmente el obstáculo debe tener una sección transversal grande y no absorber el ultrasonido. El método más utilizado para la determinación de la distancia es enviar trenes de pulsos de 40 KHz con periodos muy cortos. El tiempo transcurrido entre el comienzo de la emisión y el comienzo de la recepción será proporcional a la distancia recorrida por las ondas ultrasónicas.

Como los ecos deben recorrer más distancia, éstos serán recibidos por el receptor un periodo de tiempo después que las ondas directas, y no perturbarán a la hora de cuantificar la distancia.



Funcionamiento

Se generan ráfagas de 40 KHz con duración de 5 mS cada 65 mS. Al detectar la onda reflejada se genera una interrupción la cual detiene un timer de 16 bits.



Para calcular la distancia se sabe que la velocidad del sonido es de 343m/s = 34300cm/s (a 20ºC), por lo tanto:

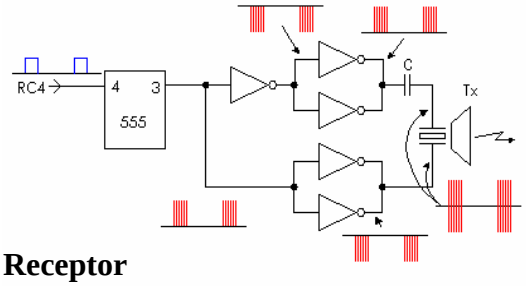
1cm= 1seg/34300cm = 29.15us

Para hacer el cálculo de la distancia se divide el valor del timer (fosc = 4MHz, una cuenta igual a 1uS) entre dos veces el tiempo de un centímetro.

Tiempo total de la onda reflejada = 3887us.
La distancia entre el sensor y el objeto: (3887us/2)/29= 67.017 cm. La división entre dos es debido a que se considera que la onda al reflejarse viaja el doble de distancia desde donde se emitió.

Transmisor

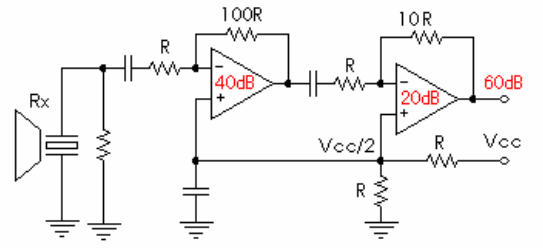
El transmisor esta construido con un 555 e inversores CMOS, se emplea la característica CMOS para ponerlos en paralelo y aumentar la potencia de transmisión. La señal acoplada entre las terminales positiva y negativa es defasada 180º, por lo que el voltaje aplicado entre las terminales es el doble.



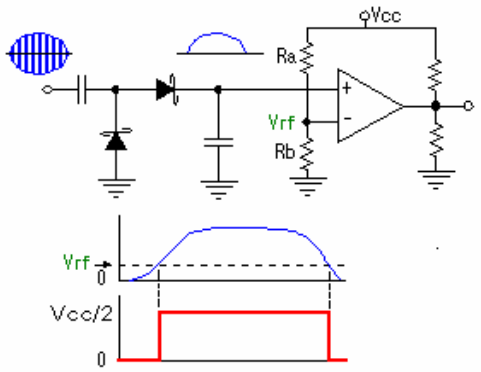
Receptor

El receptor se compone de dos circuitos: amplificador de señal y circuito de detección. La señal es recibida por el sensor receptor y amplificada 1000 veces (60dB) en dos

pasos un amplificador por 100 (40dB) y un amplificador por 10 (20dB).

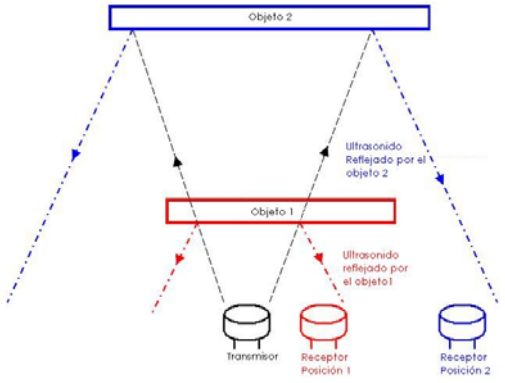


El detector de señal consiste de un rectificador medio puente y un comparador. El voltaje de comparación esta establecido en 0.045Vcc.



Limitaciones

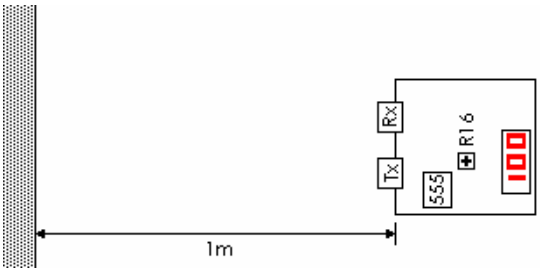
La principal consideración es la posición de los sensores, si el sensor receptor es puesto lejos del transmisor podría no ser capaz de detectar objetos muy cercanos como se ilustra:



Para aplicaciones en donde se requiere medir distancias pequeñas la distancia de separación óptima es de 3.5cm considerando los ejes de los sensores.

Ajuste

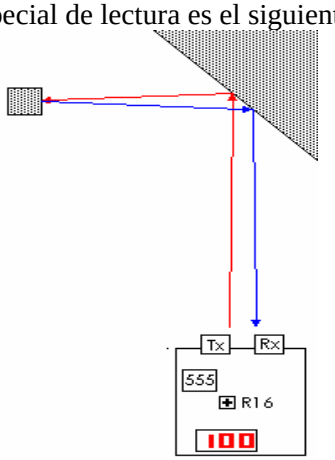
A un metro de distancia de una pared plana mover R16 hasta obtener la medición. La medición incluye 7 mm del cuerpo del sensor aproximadamente. La máxima distancia se logra si la frecuencia con la que es alimentado el transmisor alcanza la frecuencia de resonancia (40KHz).



Para una medición adecuada, sobre todo en distancias grandes se deben de cumplir las siguientes condiciones:

- El objeto debe estar perpendicular al medidor.
- La superficie del objeto debe ser plana.
- No debe haber objetos alrededor que puedan hacer una reflexión.
- El objeto no debe ser muy absorbente, como por ejemplo tela o una pared corrugada.

Un caso especial de lectura es el siguiente:

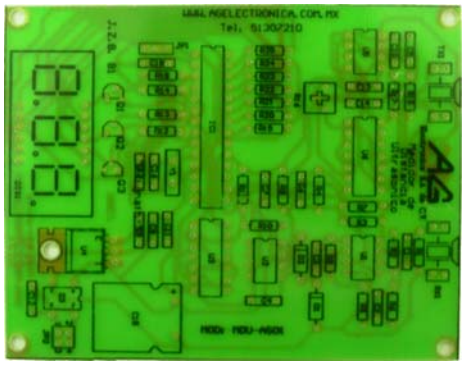


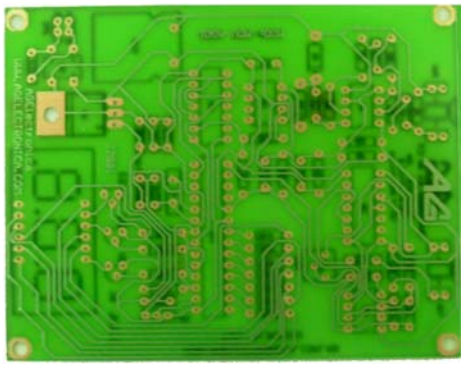
En este caso la reflexión se hace sobre una superficie a 45º, lo cual hará que el ultrasonido se desvíe en forma perpendicular, la medición será de acuerdo al objeto que se encuentre más cercano o en su defecto si sale fuera de rango marcara un error.

Nota1: El calculo de la distancia esta calculado para 20º. De acuerdo a la ecuación:

$$v = 331.5 + 0.6 * t \text{ [m/sec], } t = ºC$$

El divisor debería variar respecto a la temperatura. Estos ajustes se pueden hacer con el convertidor A/D. Otro ajuste que se puede hacer por software es un auto-rango para medir distancias desde 3cm (mínimo probado con los sensores) hasta 11m.

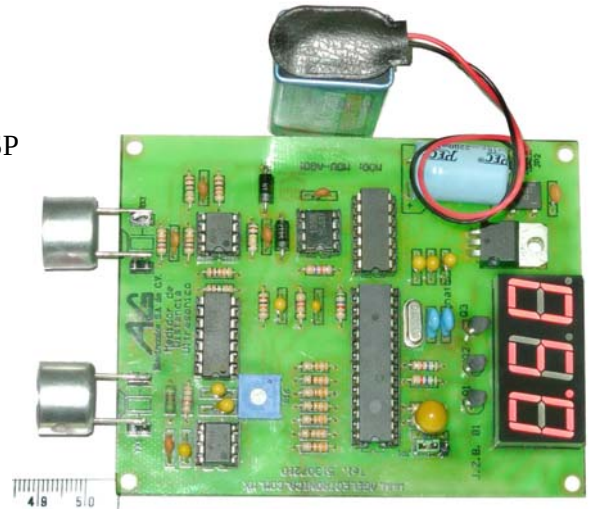




Lista de material AG

Componente	Valor	Código AG
C1,2,3,4,5	1nF	CC-.001/50V
C6,7,8,9,10,11	0.1uF	CT-.1/35V
C12,13,14	0.1uF	CT-.1/35V
C18	100uF	CT-100/16V
C15	2200uF	CE-2200/16V
C16, 17	22P	CC-22/1000V
D1 ,2	1N5818	1N5818
D3	DB102	DB102
DIS1	FJS5361BH	FJS5361BH
IC1	PIC16F873	PIC16F873-04/SP
JP1, JP2	HEADER	HEADER-1
Q1,2,3	BC558B	BC558B
R1,2,3,4,5,16	10K	RC-10K/1/4
R6,7	1M	RC-1M/1/4
R8	100K	RC-100K/1/4
R9,10	47K	RC-47K/1/4
R10	4K7	RC-4K7/1/4
R12,13,14	5K6	RC-5K6/1/4
R15	8K2	RC-8K2/1/4
R16	10K	3386P-103
R17	1K5	RC-1K5/1/4
R18 - 25	330	RC-330E/1/4
RX1,TX1	UCM-R40K1	UCM-R40K1
U1	LM358N	LM358N
U2	LM358N	LM358N
U3	HEF4011BP	HEF4011BP
U4	L7805CV	L7805CV
U5	LM555C	LM555CN
U6	CD4069	CD4069UBCN

Componente	Valor	Código AG
Y1	4MHz	4MHz-MINI
3 x base 8p		8P
2 x base 14p		14P
1 xbase 28p		28P
PCB		MDU-AG01



Nota: Tener cuidado en el montaje de los capacitores de **tantalio** ya que en el PCB no se agregaron los símbolos con polaridades sobre todo en C18

Referencias

Renesas, AN0403006/Rev.1.00
http://www.nicera.co.jp