

Misuratore di distanze ad ultrasuoni HC-SR04 compatibile Arduino

Questo sensore di misura, con tecnologia ad ultrasuoni, fornisce un metodo semplice per la misurazione di distanze, dove serve un'alta precisione unita ad un elevato range di misura.

E' ampiamente utilizzato in applicazioni di robotica, sistemi di sicurezza o in sostituzione di unità ad infrarossi, rispetto alle quali offre performance più elevate.

Il sensore HC-SR04 è costituito da una scheda, che presenta nella sua parte posteriore un sofisticato circuito elettronico, e nella parte anteriore sono presenti un quarzo e due cilindri metallici, i trasduttori ad ultrasuoni.

Uno di questi invia ultrasuoni che rimbalzano contro ad un qualunque oggetto posto di fronte ad esso, ed entrano di ritorno nell'altro cilindro.

L'HC-SR04 è un sensore digitale ed utilizza due pin, uno per inviare il suono ed uno per riceverlo. Questo modulo è capace di misurare una distanza compresa tra 2 e 450 cm con una precisione di 3 mm.

Caratteristiche tecniche:

Tensione di lavoro: 5 Vdc.

Corrente assorbita: >2 mA.

Frequenza di lavoro: 40 KHz.

Distanza max: 450 cm.

Distanza min: 2 cm.

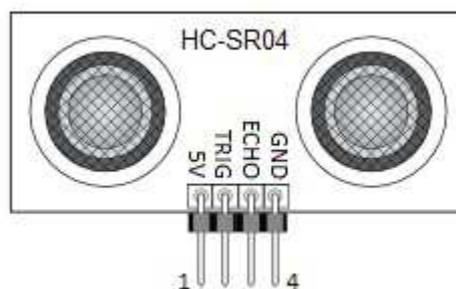
Risoluzione: 3 mm.

Angolo di misura: 15°.

Ingresso: Trigger 10us Impulso TTL.

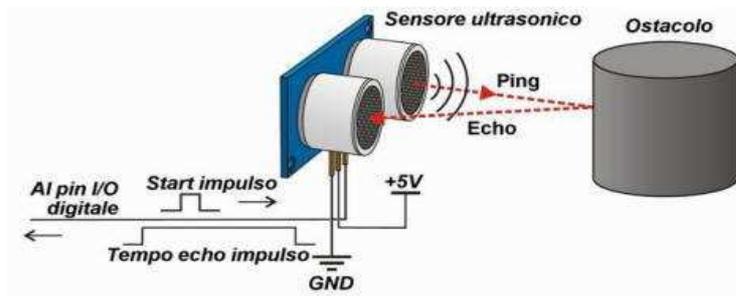
Uscita: Echo segnale PWM TTL.

Dimensioni: 45,5 x 20,5 x 15,3 mm.

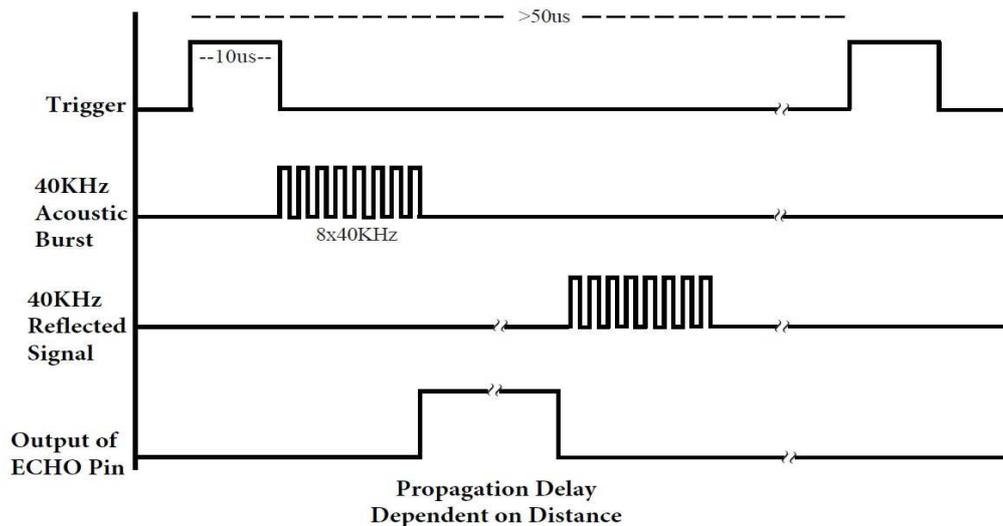


Funzionamento:

- Bisogna inviare un impulso di 10 us al sensore sul pin trig.
- Il sensore invia pacchetti da 8 impulsi ad ultrasuoni ad una frequenza di 40 KHz.
- Bisogna calcolare il tempo da quando si è mandato il primo impulso fino a quando si riceve un impulso sul pin echo.
Il sensore risponderà sul pin Echo con un impulso alto della durata corrispondente a quella di viaggio delle onde sonore, dopo 38 millisecondi si considera che non sia stato incontrato alcun ostacolo.
- Per sicurezza si aspettano in genere 50-60 millisecc per far si che non vi siano interferenze con la misura successiva.



HC-SR04 ULTRASONIC MODULE



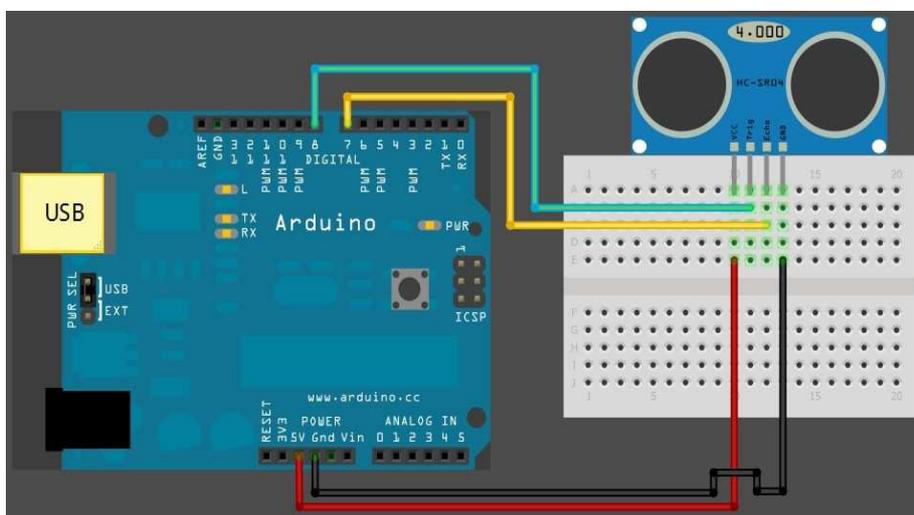
Per fare il calcolo della distanza che separa l'oggetto rivelato dal sensore la formula base è:

$$\text{Distanza} = \text{tempo} * \text{velocità del suono} / 2$$

Velocità di propagazione delle onde sonore

La velocità di propagazione di un'onda sonora dipende fondamentalmente dalla densità del mezzo che deve attraversare (aria, liquidi, solidi..) e non dalle caratteristiche del suono.

La velocità delle onde, aumenta all'aumentare della temperatura (se si dovesse realizzare uno strumento di misura occorrerebbe inserire nel circuito anche un sensore di temperatura, per tutte le alte applicazioni lo schema in figura è perfetto).



Per convertire l'intervallo di tempo misurato in una lunghezza, bisogna ricordare che la velocità del suono in aria è di 331,5 m/s a 0 °C e di 343,4 m/s a 20 °C ed in generale varia secondo la relazione

$$v = 331,4 + 0,62 * T$$

dove la temperatura T è misurata in °C.

Per la realizzazione del nostro misuratore elettronico, pensando di lavorare ad una temperatura ambiente di 20 °C e quindi la velocità del suono sarà di 343 m/s (approssimato) che vuol dire 0,0343 cm/microsecondi.

Quindi, ricordando che $v=s/t$ (v: velocità, s: spazio, t: tempo) lo spazio percorso sarà:

$$s = v * t$$

da cui

$$s = 0,0343 * t$$

però, per calcolare lo spazio percorso, bisogna tener conto che il suono percorre due volte la distanza da misurare (giunge sull'oggetto e ritorna indietro al sensore) quindi il valore di t ottenuto deve essere diviso per 2.

La formula corretta per la misura dello spazio percorso è:

$$s = 0,0343 * t/2$$

eseguendo la divisione di 0,0343/2 possiamo scrivere:

$$s = 0,01715 * t$$

oppure:

$$s = t/58,31$$

che approssimato diventa:

$$s = t/58$$

Sketch Arduino

Esempio didattico di codice, che permette, oltre che misurare la distanza visualizzata sul monitor seriale, di avvisare con l'accensione di un led quando la distanza è inferiore ai 10 cm.

```
1 // Dichiaro le variabili
2 const int trigger = 8;
3 const int echo = 7;
4 const int led = 13; // led presente sulla board arduino
5
6 void setup() {
7 // inizializzo la porta seriale
8 Serial.begin(9600);
9 pinMode(trigger, OUTPUT);
10 pinMode(echo, INPUT);
11 pinMode(led, OUTPUT);
12 digitalWrite(led, LOW);
```

```

13  }
14
15  void loop() {
16
17  // porto a livello basso l'uscita trigger
18  digitalWrite(trigger,LOW);
19  // invio un impulso sul trigger
20  digitalWrite(trigger,HIGH);
21  delayMicroseconds(10); // durata di 10 microsecondi
22  digitalWrite(trigger,LOW);
23  long durata =pulseIn(echo,HIGH);
24  long distanza = durata/58;
25  Serial.print("distanza: " );
26  // dopo 38 millisecondi si è fuori dalla portata del sensore
27  if(durata>38)
28  {
29  Serial.print("Fuori portata");
30  }
31  else
32  {
33  Serial.print(distanza);
34  Serial.println("cm: ");
35  }
36  if(distanza<10)
37  {
38  digitalWrite(led,HIGH);
39  }
40  else
41  {
42  digitalWrite(led,LOW);
43  }
44  // attendo 60 millisecondi prima di una nuova misura
45  delay(60);
46  }

```

Attenzione:

Non collegare il modulo in presenza di tensione!

Fornire alimentazione non prima che il terminale GND sia connesso.