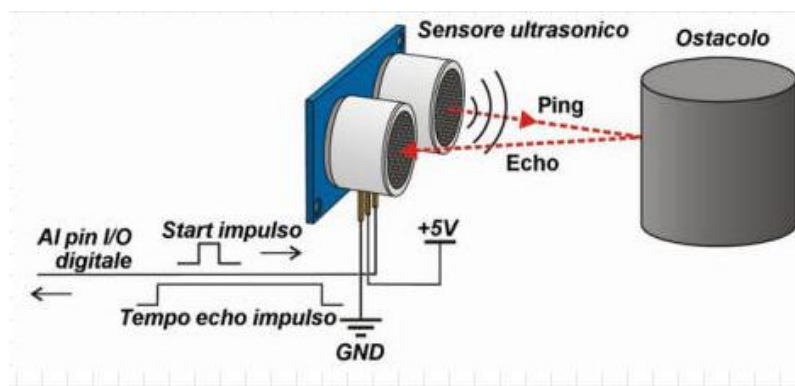


# Sensore ad ultrasuoni HC-SR04

Il sensore ad ultrasuoni **HC-SR04** ha un campo di misura che si estende da **due** centimetri a **quattro** metri, la **precisione** arriva a **1 cm**. Il modulo comprende il **trasmettitore** a ultrasuoni, il **ricevitore** e il circuito di controllo.

Questi sensori ad ultrasuoni non misurano direttamente la **distanza**, ma forniscono il **tempo** impiegato da un segnale **sonoro** per raggiungere un ostacolo e ritornare di nuovo al sensore.



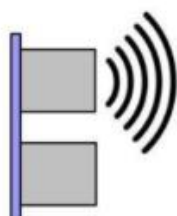
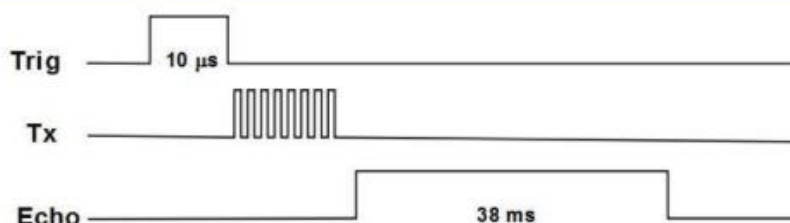
## Cerchiamo di capire in dettaglio il suo funzionamento:

Un impulso a 5 volt di almeno  $10 \mu\text{s}$  di durata viene applicato al pin **Trigger**.

Si genera così, un treno di 8 impulsi ultrasonici a **40 KHz** che si allontanano dal sensore viaggiando nell'aria circostante. Si ottengono misure più accurate se l'ostacolo si trova di fronte al sensore o in un ipotetico settore circolare di  $30^\circ$  d'ampiezza ( $15^\circ$  da ambo i lati rispetto alla direzione frontale).

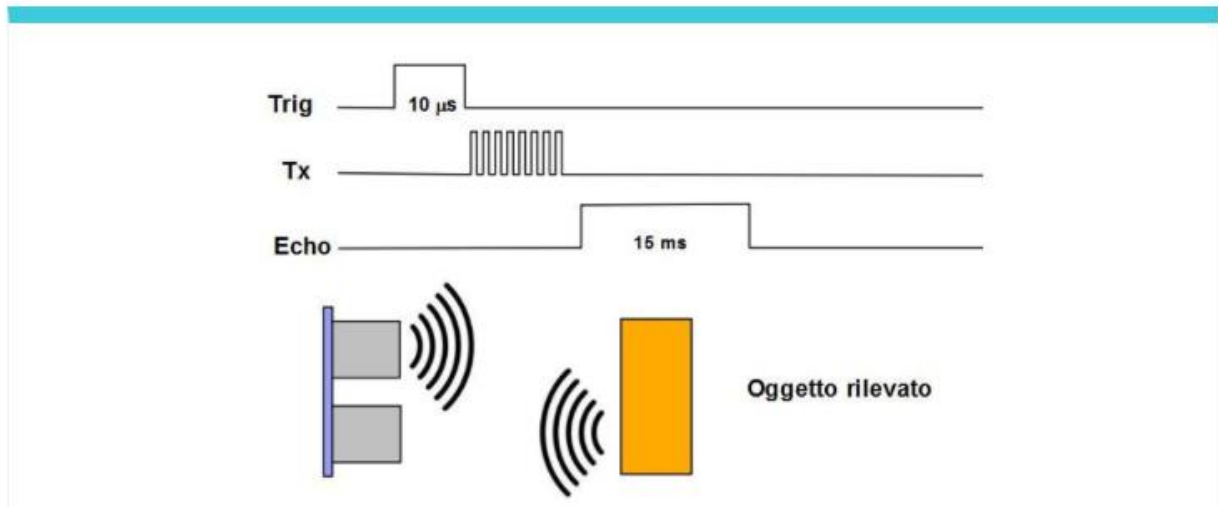
Il segnale sull'**Echo** intanto diventa alto ed inizia la registrazione del tempo di ritorno in attesa dell'onda riflessa.

Se l'impulso non viene riflesso il segnale su **Echo** torna basso dopo **38 ms** e va interpretato come assenza di ostacolo. Ricordiamo l'**HC-SR04** è in grado di misurare distanze comprese tra i **2** e **400** cm corrispondenti, per il limite massimo, a circa **23 ms** di durata del segnale su Echo.

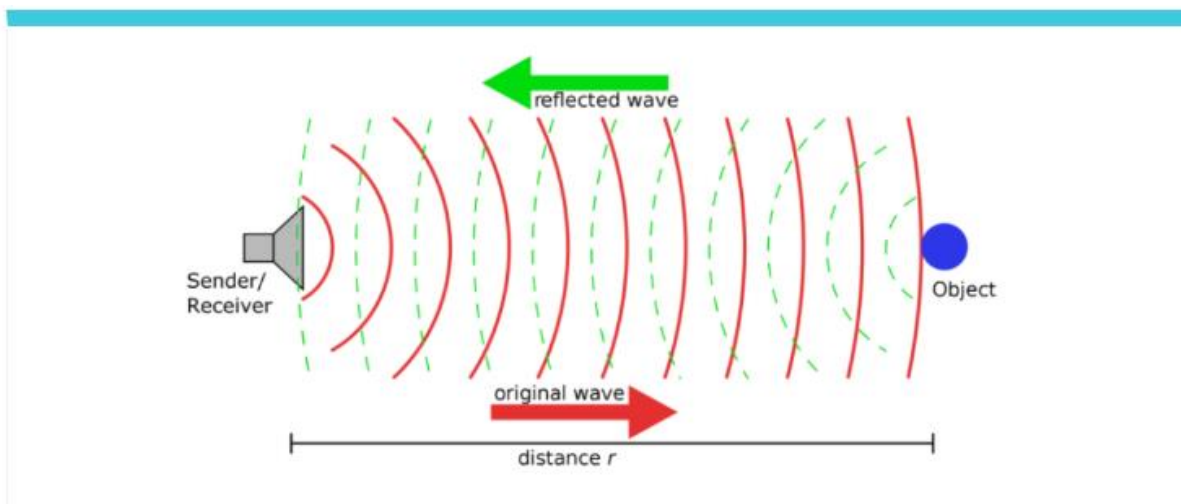


Nessun oggetto rilevato

Se invece il treno di onde ultrasoniche viene riflesso all'indietro da un oggetto, il segnale sul pin Echo diventa basso e contestualmente termina il rilievo della sua durata.



Il tempo ottenuto servirà per calcolare la distanza dell'oggetto: bisogna però tenere presente che l'onda ha percorso per due volte quella distanza, quando emessa verso l'oggetto e dopo la riflessione verso il sensore. Bisognerà quindi dividere per due la distanza calcolata con questo tempo.



La misura della distanza viene calcolata sulla base della durata dell'impulso su **Echo** attraverso la formula:  
**distanza = 0.0343 \* durata / 2**

Come si ottiene questa relazione? Ricordiamo che la velocità del suono nell'aria è di circa **343 m/s** e che la funzione **pulseIn()** introdotta nello sketch ci permette di ottenere la **durata dell'impulso ALTO sul pin Echo**  
**in microsecondi.**

$$343 \frac{m}{s} = \frac{34300}{1000000} \frac{cm}{\mu s} = 0,0343 \frac{cm}{\mu s}$$

$$distanza [cm] = \left( 0,0343 \left[ \frac{cm}{\mu s} \right] \cdot durata ALTO su Echo [\mu s] \right) \div 2$$

È necessario dimezzare il valore ottenuto tra parentesi visto che l'onda ultrasonica percorre la distanza da determinare due volte, in trasmissione e come onda riflessa.

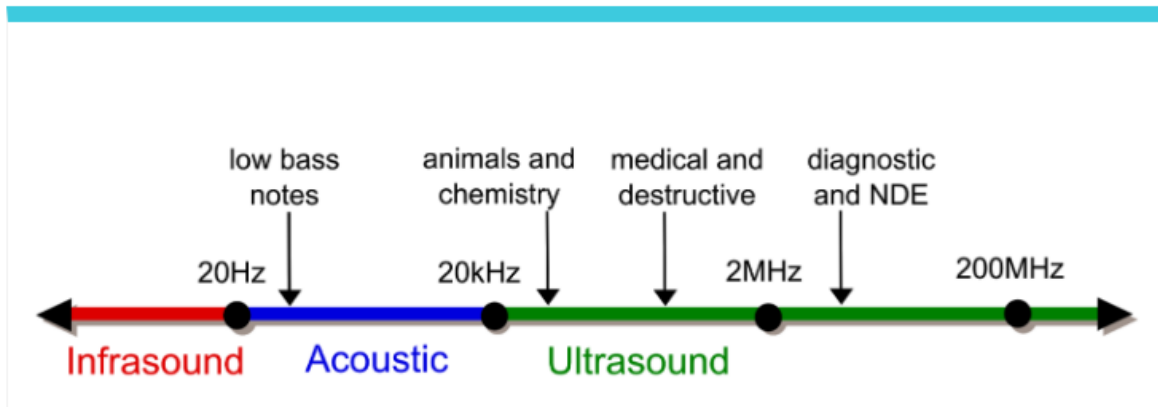
## Software di Esempio:

```
1. /*HC-RS04 Sensore ad ultrasuoni
2. Realizzato da: Mario R. Blandizzi
3. */
4. #define triggerPort 13
5. #define echoPort 12
6.
7. void setup()
8. {
9.   pinMode(triggerPort, OUTPUT);
10.  pinMode(echoPort, INPUT);
11.  Serial.begin(9600);
12.  Serial.println( "Distanze misurate dal Sensore ad Ultrasuoni: ");
13. }
14. void loop()
15. {
16.  digitalWrite( triggerPort, LOW ); //porta bassa l'uscita Trig = reset porta
17.  delay(2); // aspetta almeno 2 millisecondi
18.
19.  digitalWrite( triggerPort, HIGH ); //invia un impulso di 10microsec su Trig
20.  delayMicroseconds( 10 );
21.  digitalWrite( triggerPort, LOW );
22.
23.  long durata = pulseIn( echoPort, HIGH ); //misura la durata dell'impulso ALTO su Echo
24.
25.  Serial.print("distanza: ");
26.
27.  if ( durata > 38000 ) //dopo 38ms è fuori dalla portata del sensore
28.  {
29.    Serial.println("Nessun Ostacolo... ");
30.  }
31.  else
32.  { //se riceve un'onda riflessa da un ostacolo stampa distanza a video
33.
34.    long distanza = 0.0343 * durata / 2; //calcolo distanza
35.
36.    Serial.print(distanza);
37.    Serial.println(" cm ");
38.  }
39.  delay(500); //Attesa in ms prima della prossima misura
40. }
```

## Approfondimenti:

### Cosa sono gli ultrasuoni

Gli **ultrasuoni** sono **onde sonore** con frequenze superiori a quelle udibili dall'orecchio umano: stiamo quindi parlando di **frequenze che superano i 20 kHz** e che trovano impiego per lo più in campo medico ed industriale.



Gli ultrasuoni sono onde meccaniche e risentono della variabilità del mezzo in cui si propagano.

L'obiettivo è quello di capire come poter utilizzare un sensore ad ultrasuoni come misuratore di distanze.

Assumendo come costante il valore della velocità del suono in un determinato mezzo, in particolare l'aria, dove le onde sonore viaggiano a **343,8 m/s a 20°C**.

Anche gli ultrasuoni, come tutte le onde, sono soggetti a fenomeni di riflessione. Questa caratteristica ci permette di utilizzare il sensore per rilevare misure di distanza tra la sorgente emettitrice del segnale sonoro e l'oggetto colpito.

