



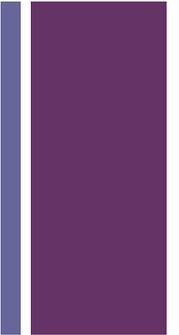
# Sensore ad ultrasuoni HC-SR04

Sistemi e Reti

Prof. Ing. Giuseppe Mastrandrea

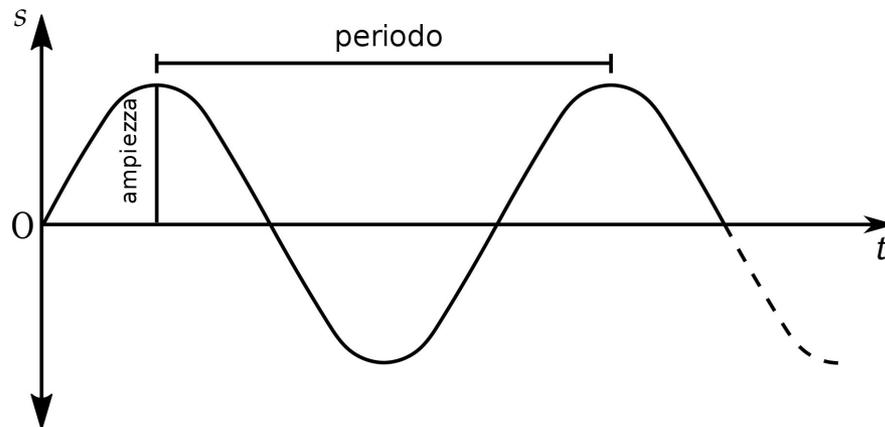
# + Indice

- Richiami
- Definizioni
- Come funziona
- Configurazione HW
- Demo con sketch
- Documentazione
- Bibliografia



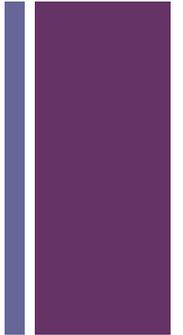
# + Richiami

- Un suono è un'onda meccanica capace di propagarsi attraverso un mezzo di propagazione.
- Un'onda sonora, in fisica:
  - è costituita dallo spostamento di atomi e molecole lungo una certa *direzione di propagazione*
  - è originata dalla vibrazione di una *sorgente sonora*
  - si propaga attraverso un *mezzo di propagazione*



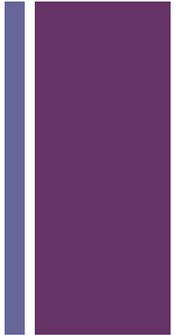
# + Richiami

- La *frequenza* di un'onda periodica ci dice *ogni quanto* un segnale ripete se stesso e si misura in Herz (Hz)
- In un suono:
  - bassa frequenza indica una tonalità grave
  - alta frequenza indica una tonalità acuta
- Un herz misura quante volte un'onda viene ripetuta in un intervallo di tempo costante (tipicamente 1 secondo)
- $1\text{Hz} = 1$  volta al secondo
- $1\text{KHz} = 1.000$  volte al secondo
- $1\text{MHz} = 1.000.000$  di volte al secondo

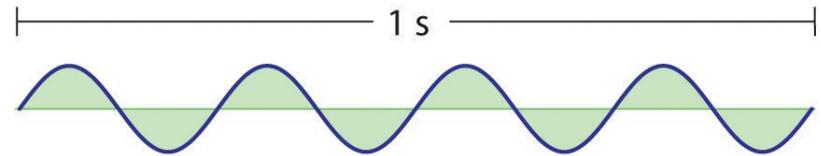
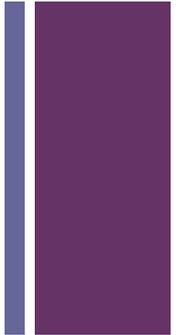


# + Richiami

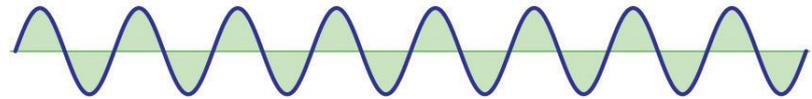
- L'*ampiezza* di un'onda periodica ci dice *quanto sono alti i picchi* negativo e positivo di un segnale periodico
- In un suono:
  - bassa ampiezza indica un basso volume
  - alta ampiezza indica un alto volume
  - si misura in Decibel (*dB*)



# + Richiami[1]

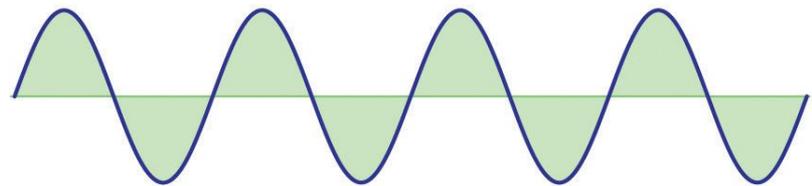


$$\lambda = x, \nu = 4 \text{ Hz, amplitude} = y$$



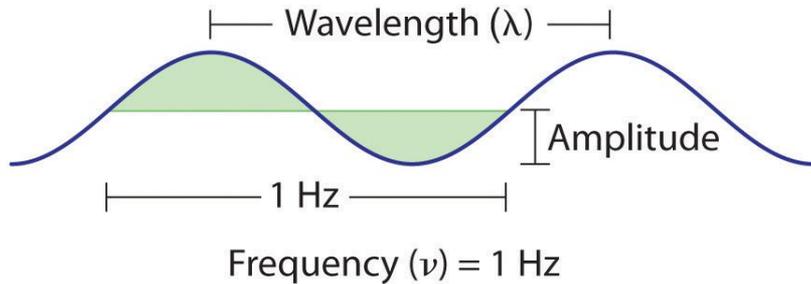
$$\lambda = x/2, \nu = 8 \text{ Hz, amplitude} = y$$

(higher frequency)



$$\lambda = x, \nu = 4 \text{ Hz, amplitude} = 2y$$

(higher energy)

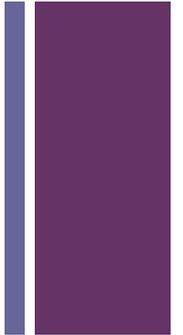


(a)

(b)

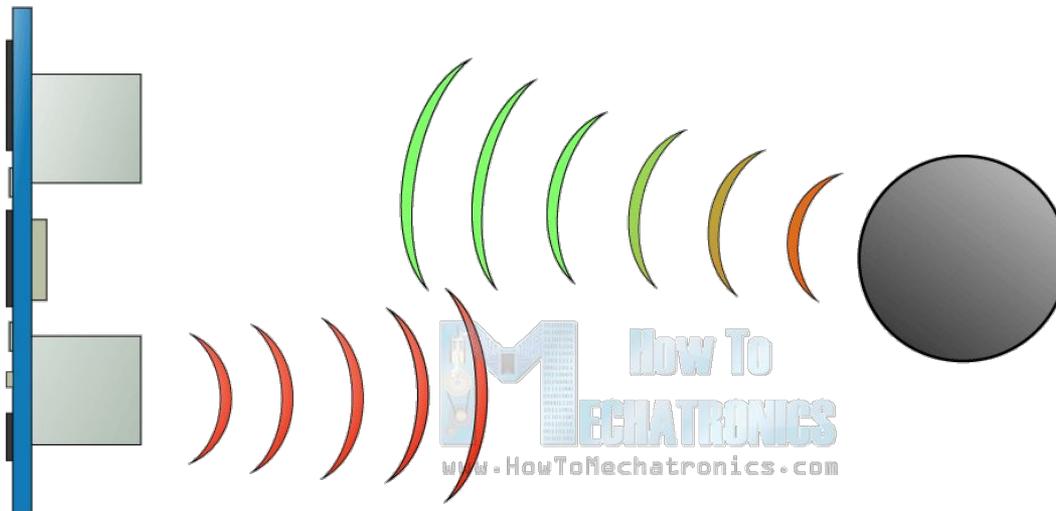
# + Richiami

- La frequenza si misura in Hz (Herz)
- L'orecchio umano generalmente è in grado di captare suoni nel range 20Hz - 20KHz [2]
- I suoni con frequenze maggiori di 20KHz (20000Hz) sono detti ultrasuoni
- I pipistrelli sono ciechi, usano gli ultrasuoni per capire la distanza da eventuali ostacoli mentre sono in volo
- Esistono dei sensori ad ultrasuoni che misurano la distanza in termini di tempo passato da quando viene emesso un ultrasuono a quando viene captato il suono rimbalzato

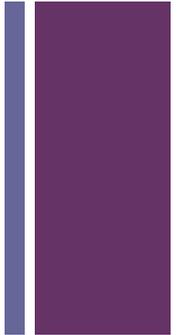


# + Sensori ad ultrasuoni[4]

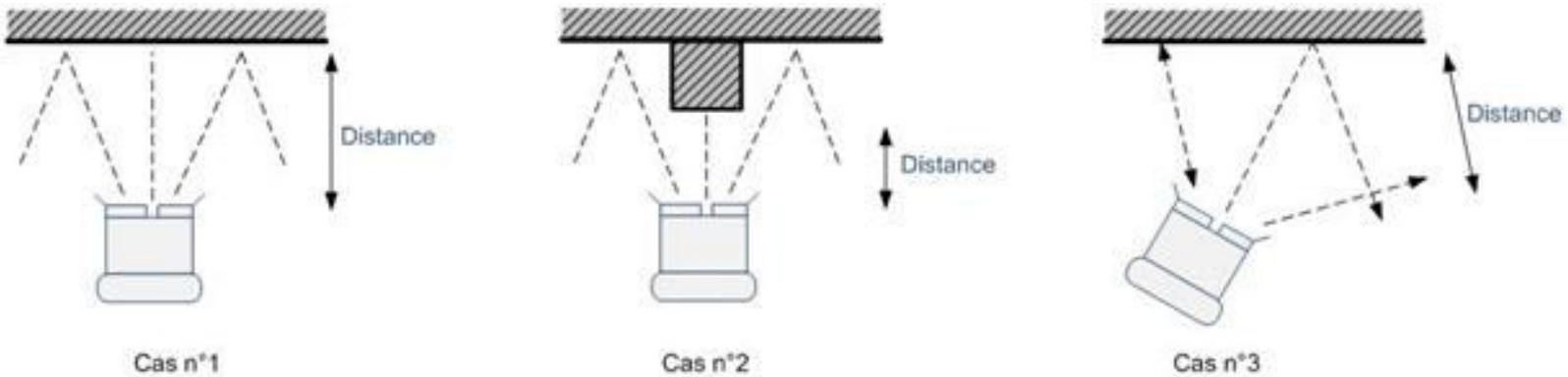
- Un sensore ad ultrasuoni funziona allo stesso modo del sistema dei pipistrelli
- Viene emanato un suono ad alta frequenza (ultrasuono) e viene attivato un sensore capace di captare l'onda sonora di ritorno[3]



# + Sensori ad ultrasuoni[6]

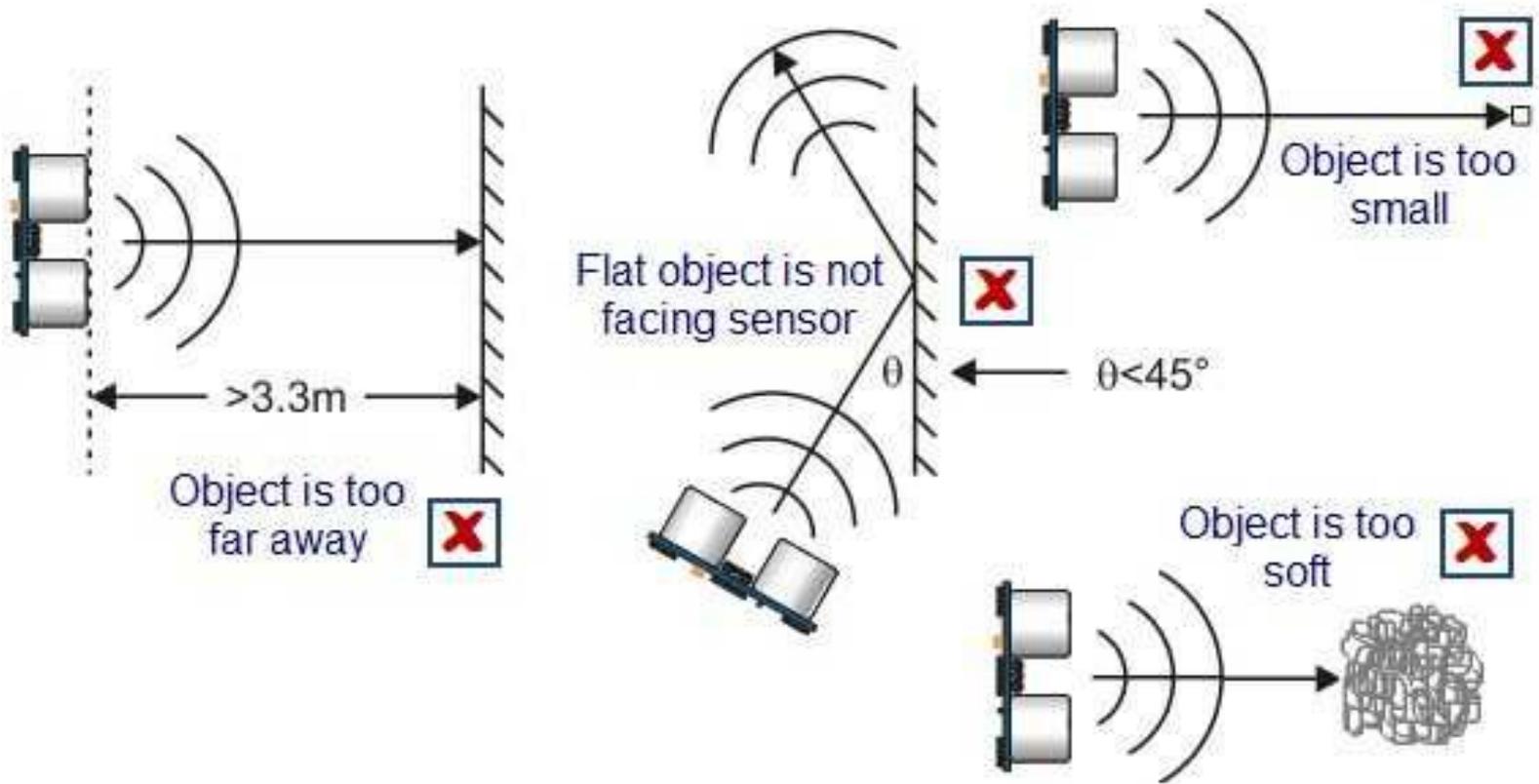


Tipici scenari di utilizzo:



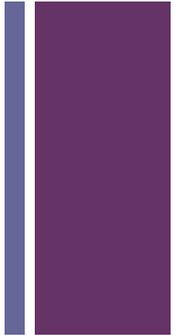
Nel caso n. 3 la misura sarà **inaccurata**

# + Sensori ad ultrasuoni[6]



# + Sensori ad ultrasuoni

- Il segnale ad ultrasuoni generato ha un “cono” di circa 30 gradi
- Il sensore restituisce il tempo che è passato da quando l’ultrasuono è stato **emesso** a quando è **ritornato** al sensore
- Per risalire alla distanza basta fare una semplice proporzione, tenendo presente che un ultrasuono viaggia alla velocità del suono
- La velocità del suono dipende da temperatura, pressione atmosferica, altri fattori, ma in condizioni standard si può approssimare a 343 m/s
- Il valore letto dal sensore è una grandezza in **microsecondi**

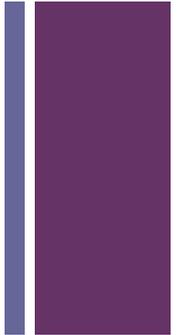


# + Sensori ad ultrasuoni

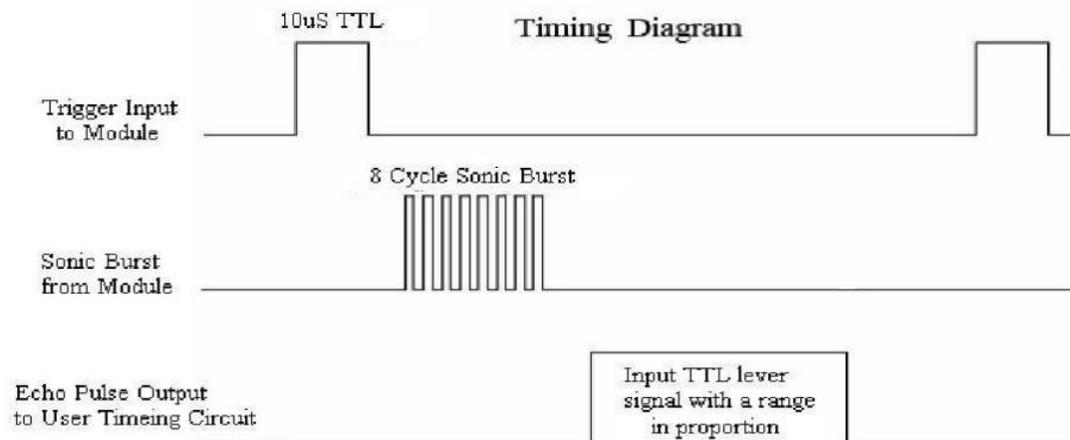
- Bisogna fare una semplice proporzione
- $\mu\text{s} = 10^{-6} \text{ s}$
- es. se il sensore mi restituisce un valore pari a  $766\mu\text{s}$  per risalire alla distanza in metri rilevata devo fare:
  - $766/2 = 383$  (il sensore mi restituisce il valore di andata + ritorno dell'ultrasuono, quindi devo dimezzarlo in quanto mi serve conoscere solo la distanza di metà del percorso totale fatto dall'ultrasuono)
  - $383 * 10^{-6} = 0,000383$
  - $343 * 0,000383 = 0,131$  (questo sarà il valore in METRI della distanza)
  - Se voglio il valore in cm:  $0,131 * 10^{-2} = 13,1$



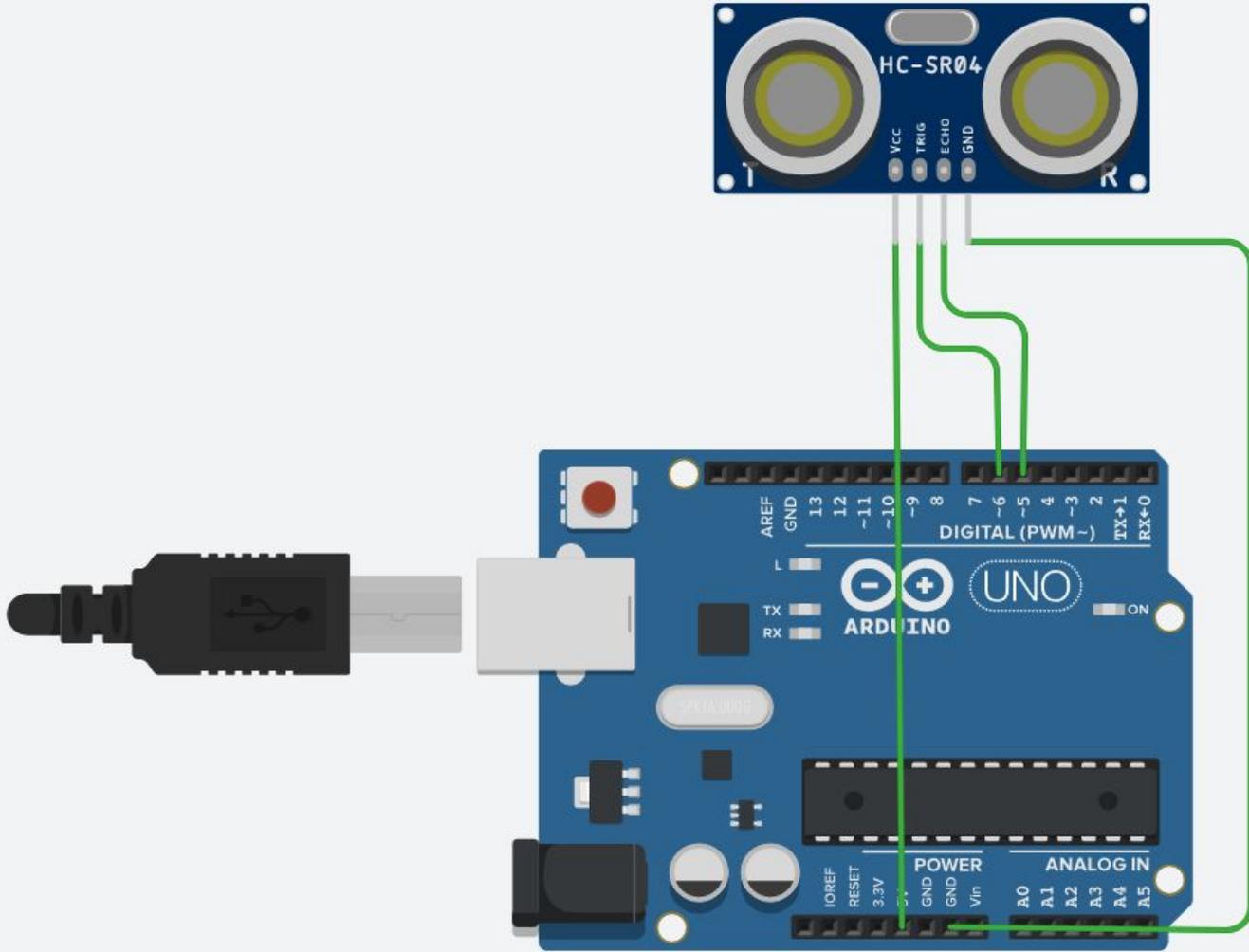
# Sensore ad ultrasuoni HC-SR04[4]



- Il sensore è formato da 4 pin:
  - 1 VCC per alimentazione a 5V
  - 1 GND per messa a terra
  - 1 TRIG per sparare il segnale ad ultrasuoni
  - 1 ECHO per leggere il segnale di ritorno
- Per attivare il segnale ad ultrasuoni:
  - Basta mandare per  $10\mu\text{s}$  un segnale alto sul pin TRIGGER
  - Leggere il segnale di ritorno sul pin ECHO (max tempo di attesa: 38ms)

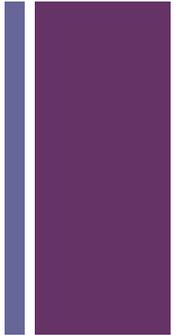


# + Sensore ad ultrasuoni HC-SR04[4]





# Sensore ad ultrasuoni HC-SR04[5]



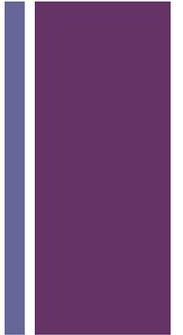
```
Testo
1 // Pin Trigger ed Echo
2 const int trigPin = 6;
3 const int echoPin = 5;
4
5 unsigned long duration;
6 int distance;
7 void setup() {
8   pinMode(trigPin, OUTPUT); // Trigger = OUTPUT
9   pinMode(echoPin, INPUT); // Echo = INPUT
10  Serial.begin(9600);
11 }
12 void loop() {
13   // Resettiamo il pin trigger
14   digitalWrite(trigPin, LOW);
15   delayMicroseconds(2);
16   // Accendiamo il pin trigger per 10µs
17   digitalWrite(trigPin, HIGH);
18   delayMicroseconds(10);
19   digitalWrite(trigPin, LOW);
20   // Leggiamo il tempo che il pin ECHO ci mette per tornare LOW:
21   // questo sarà il tempo di andata+ritorno dell'ultrasuono
22   duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
23   // Calcoliamo la distanza e dividiamo per 2
24   distance= duration*0.034/2;
25   // Stampiamo la distanza sul monitor seriale
26   Serial.print("Distance: ");
27   Serial.println(distance);
28 }
```

# + Documentazione

- `pulseIn(pin, value, timeout)`:
  - <https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/advanced-io/pulsein/>
- `delayMicroseconds(num)`
  - <https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/time/delaymicroseconds/>



# Bibliografia



- [\[1\] - Say Lord to Org - Waves and electromagnetic radiation](#)
- [\[2\] – Hypertextbook - Frequency range of human hearing](#)
- [\[3\] - How To Mechatronics - Ultrasonic Sensor](#)
- [\[4\] - Sensore HC-SR04 - Data sheet](#)
- [\[5\] - Sketch e circuito su Pitagora](#)
- [\[6\] - Ultrasound sensor ? high quality ultrasound sensors available now](#)