

Laboratorio di Fisica 3 - AVANZATO

Prof. Nicolò , Prof. C.Roda

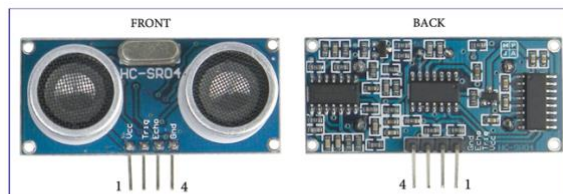
Esercitazione N. 13

Misura della velocità del suono e della sua dipendenza dalla temperatura

Questa esercitazione prevede la misura della velocità del suono in aria e della sua dipendenza dalla temperatura ambientale. La misura viene svolta utilizzando un sensore ad ultrasuoni, che permette di risalire alla velocità del suono ed un termistore per la misura della temperatura. L'acquisizione è svolta con l'AD2.

Materiale a disposizione - Consultare i data-sheet dei sensori.

- Sensore HC-SR04 (vedi Figura 1);
- Termistore MF52D-103f-3950 (vedi Figura 2)



4. Module Pin Assignments

	Pin Symbol	Pin Function Description
1	VCC	5V power supply
2	Trig	Trigger Input pin
3	Echo	Receiver Output pin
4	GND	Power ground

Figure 1 – Sensore HC-SR04

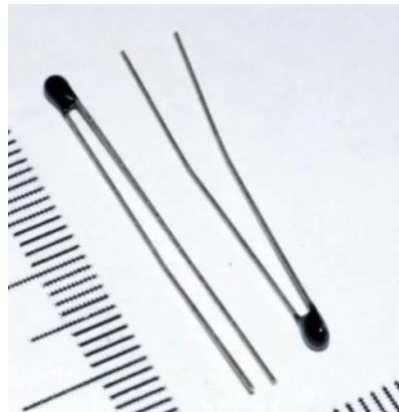


Figure 2- Termistore

Misura della velocità del suono

Consultate il data-sheet del sensore a ultrasuoni. Troverete che questo sensore consiste di un trasmettitore ed un ricevitore. Quando il trasmettitore riceve il segnale di trigger (vedete le specifiche sul data-sheet) emette un treno di 8 impulsi ad una frequenza di 40kHz che permette di generare un'onda sonora tramite un oscillatore di ceramica piezoelettrica. Il ricevitore funziona con lo stesso principio e quando riceve l'eco dell'onda emessa produce un segnale elettrico.

L'elettronica integrata al sensore permette di ricevere sul piedino 3 un segnale positivo la cui durata indica il tempo tra l'emissione dell'onda sonora e la ricezione del segnale di eco.

1. Dopo avere consultato il data-sheet utilizzare il generatore di segnali per produrre un segnale di trigger appropriato. La durata del segnale positivo di trigger deve essere di 10us il periodo deve essere sufficientemente lungo per permettere di non inviare un successivo segnale di trigger prima che l'eco sia completato. Periodo e duty cycle vi permettono di definire il segnale di trigger appropriato. Definite il segnale di trigger.
2. Connettete il vostro e visualizzate il segnale di eco utilizzando un oscilloscopio a 10 – 15 cm.
3. Variate la posizione dell'ostacolo per verificare che la durata dell'eco si comporta come aspettato.
4. Misurate la distanza tra l'oggetto ed il sensore e verificate che la velocità del suono che ottenete è correttamente stimata.
5. Preparate il vostro apparato per la misura: prenderete la durata del segnale di eco per varie distanze dell'ostacolo in modo da poter eseguire un fit per estrarre la misura della velocità

del suono.

6. Riportate: il vostro metodo di misura, il circuito che avete costruito, il modo in cui avete acquisito il segnale.
7. Riportate una tabella con i dati e tutti i risultati ottenuti.
8. Descrivete come avete stimato gli errori, quali sono le fonti di incertezza che avete preso in considerazione e come ne avete tenuto conto nel fit.
9. Confrontate la vostra misura con la previsione teorica.

Qualche raccomandazione: dovete fare attenzione a non avere altri ostacoli che si frappongono magari a piccoli angoli tra il sensore e l'ostacolo, la cosa migliore è avere uno spazio piuttosto libero per compiere le misure in modo che il segnale di eco provenga, al meglio possibile, solo dalla direzione in linea retta.

Misura della velocità del suono in funzione della temperatura

Si vuole misurare la velocità del suono in funzione della temperatura. La velocità del suono si misura con il sensore a ultrasuoni fissando la distanza tra il sensore e l'ostacolo (ad esempio 60cm) e si compiono misure ripetute al variare della temperatura. Attraverso considerazioni che approssimano l'aria a gas perfetto si esprime la dipendenza tra la velocità del suono e la temperatura con la formula:

$$v_s = v_{s0} \sqrt{\frac{T + 273.15}{273.15}}$$

dove v_{s0} è la velocità del suono a temperatura $T=0^\circ\text{C}$ che ci si aspetta essere pari a 331.45 m/s.

Per la misura della temperatura si utilizza un termistore. Consultate il data-sheet per comprenderne le caratteristiche. Il termistore è costituito di un materiale la cui resistenza dipende dalla temperatura. In particolare il termistore che utilizzerete è di tipo NTC cioè Negative Temperature Coefficient. In questi termistori la funzione che descrive la temperatura (T) misurata in kelvin in funzione della resistenza misurata (R) si può esprimere attraverso la funzione:

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{T_0} + \frac{\ln \frac{R}{R_0}}{B}$$

dove per il nostro termistore abbiamo $T_0 = 298.15 \text{ K}$ e $R_0 = 10 \text{ k}\Omega$ e $B=3950$. La resistenza del termistore che utilizziamo è pari a $10 \text{ k}\Omega$ a circa 25°C .

1. Montate il circuito per misurare la resistenza del termistore costruendo un partitore con il termistore ed una resistenza.
2. Misurate la resistenza e calcolate la temperatura per verificare che approssimativamente sia corretta.
3. Riportate il circuito che avete costruito e la formula con cui ottenete la misura della resistenza.
4. Preparate il vostro apparato per misurare contemporaneamente la temperatura e la velocità del suono. Cercate di avere un setup comodo in modo da non dovere cambiare fili ma di fare la misura senza intervenire sul circuito.
5. Acquisite misure per varie temperature e eseguite un fit con il modello di dipendenza citato sopra. Tenete conto che non è possibile utilizzare phon o ventilatori per variare la temperatura dell'ambiente poiché creerebbero gradienti di temperatura e forti flussi di aria. Si consiglia di utilizzare l'escursione termica giornaliera all'aperto tuttavia non esponendo l'apparato a sole diretto o a forti correnti per fare in modo che la misura della temperatura

del sensore sia il più possibile correlata alla temperatura dell'ambiente circostante.

6. Riportate le vostre misure con le considerazioni necessarie alla stima degli errori e i vostri risultati.