



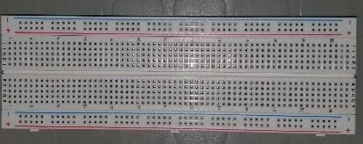
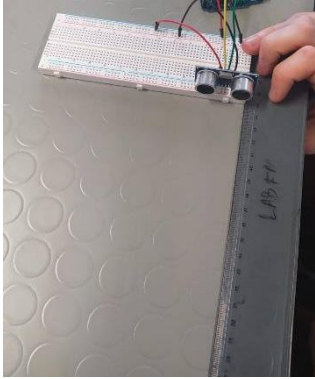
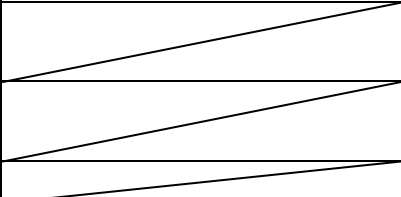
La misura della velocità del suono

AUTERI FILIPPO, BERSANO EDOARDO, BERTA DANIELE

OBIETTIVI

Nella giornata del 10 febbraio 2022, in occasione del progetto “Lab2Go”, abbiamo tentato di misurare sperimentalmente la velocità del suono attraverso il processore Arduino e un sensore di ultrasuoni, in un ambiente potenzialmente non standard: senza sapere cioè temperatura e pressione.

STRUMENTI UTILIZZATI

	STRUMENTO	FUNZIONE	FOTOGRAFIA
Dal kit Starter kit UNO R3 Project”	Scheda Arduino	Ricevere e scambiare dati tra computer e rilevatore.	
	Ultrasonic Sensor	Emettere ultrasuoni e riceverli misurandone il ritardo	
	830 Tie-Points BreadBord Breadboard Jumper Wire + USB Cable	Trasmettere dati tra le varie parti	
Materiale povero	Strumento di misurazione distanza	Misurare la distanza tra l’ultrasuono e il pannello di specchiaggio	
	Pannello di specchiaggio ultrasuoni	Far rimbalzare le onde sonore così da farle ritornare al sensore per rivelarne il tempo	
Computer	Il computer	Raccolta dati elaborazione e alimentazione Arduino	
	Arduino 1.8.19 Software	Programmazione scheda di Arduino	
	Excel	Elaborazione dei dati	

Abbiamo costruito un circuito formato da processore Arduino e collegato con il sensore ad ultrasuoni attraverso la Breadboard, senza resistenze in mezzo: i vari cavi di collegamento assicuravano al sensore di ricevere potenza, comandi e di inviare i dati ricevuti ad Arduino.

PROCEDIMENTO ED ELABORAZIONE DEI DATI

Dopo aver installato il software di Arduino, così da poter lavorare con i codici di programmazione, abbiamo montato ogni pezzo alla Breadboard e abbiamo collegato la scheda madre al computer così da dare ad Arduino un collegamento e l'alimentazione.

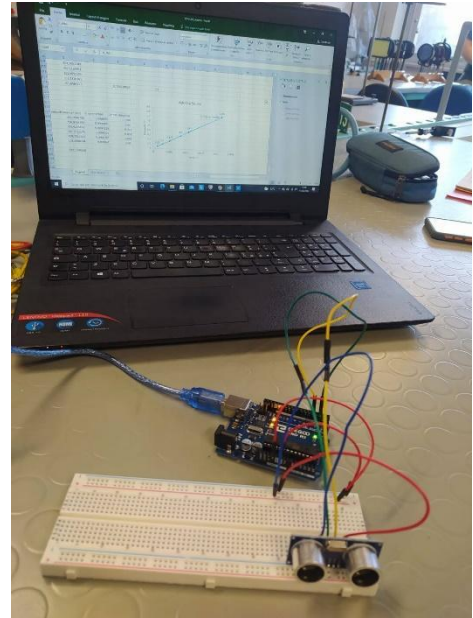
Abbiamo dunque iniziato con la misurazione dei tempi che le onde sonore impiegavano a percorrere in andata e ritorno dal sensore al bersaglio e viceversa. Per avere una casistica il più generale abbiamo compiuto sei misurazioni da 50 valori di tempo a sei distanze diverse

Dopo aver catalogato ogni valore del tempo con la rispettiva distanza su un foglio di Excel ne abbiamo calcolato la velocità tramite la formula

$$v = \frac{2d}{t}$$

Successivamente per ogni misurazione abbiamo fatto la media sia dei tempi della misurazione che dei valori della velocità ottenuti e in seguito i vari errori per ogni grandezza tenendo come riferimento fisso un errore di 1mm per la distanza causato dallo stesso strumento di misurazione.

Con i valori medi di ogni misurazione e i vari errori accumulati abbiamo infine costruito un grafico spazio-tempo.



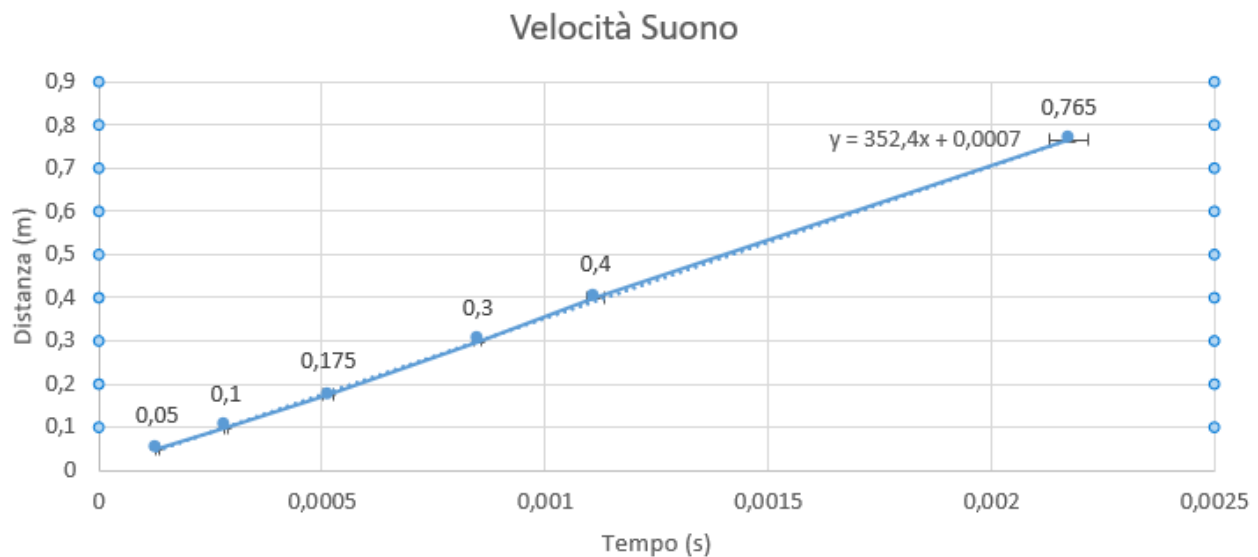
CONCLUSIONI

Di tutte le sei misurazioni eseguite non abbiamo ottenuto risultati tanto diversi da 340 m/s; infatti, abbiamo rilevato valori di velocità compresi tra 339 m/s e 382 m/s.

Una volta collocato le velocità medie sul grafico spazio-tempo ne abbiamo derivato una retta di equazione $y = vt + x_0$ che ha come coefficiente angolare il valore della velocità del suono finale che abbiamo ottenuto dalle misurazioni e come termine noto lo spazio minimo a cui si può porre un oggetto affinché il sensore possa leggerlo.

Serie	Tempo medio (s)	Distanza (m)	Velocità Media (m/s)	Errore tempo (s)	Errore distanza (m)
1	0,00013087	0,050	382,0990798	0,0000035	0,001
2	0,00028493	0,100	350,9735799	0,0000035	0,001
3.2	0,00051483	0,175	339,9225628	0,0000125	0,001
6	0,00084975	0,300	353,0450132	0,0000075	0,001
4	0,00111334	0,400	359,2915223	0,0000205	0,001
5.2	0,00217431	0,765	351,8384384	0,0000445	0,001

L'errore sulla velocità è di 21,08825845 m/s e la velocità media rilevata è di 356,1950327 m/s, pertanto il valore standard della velocità del suono di 341 m/s rientra pienamente nell'intervallo di valori ritenuti accettabili dal nostro esperimento.



RIFLESSIONI E PROPOSTE PER IL FUTURO

Durante la nostra esperienza ci è capitato due volte di aver lavorato su misurazioni alterate che portavano a risultati talvolta errati. Dopo esserci quindi accorti che i valori erano troppo diversi da quello che ci aspettavamo, anche considerando il fatto che operavamo con materiale economico e non in condizioni standard, abbiamo rifatto le misurazioni ottenendo valori più precisi e meglio interpretabili. In generale, riteniamo che per ottenere misure più precise sia necessario valutare tutte le variabili ambientali (come pressione, temperatura,...) facendone variare una ad una per ricavare set di dati confrontabili.

Abbiamo inoltre modificato il codice fornito in maniera inversa per poter far calcolare direttamente ad Arduino la distanza da un certo oggetto, dopo aver ricevuto i dati dal sensore. All'interno del ciclo **for** di ricezione dei dati, abbiamo infatti inserito le seguenti righe di comando:

```
36 distanza = ((tUs*340)/2)*0.000001);  
37 Serial.println(distanza);
```

Nella riga 36, la variabile **distanza**, dichiarata all'inizio come **float** (numero reale approssimato in virgola mobile), viene calcolata ad ogni giro secondo la formula $x = \frac{\text{tempo } (\mu\text{s})}{2} \times 10^{-6} \times 340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$: questo perché il tempo, restituito dal sensore sonoro ad Arduino nella variabile **tUs**, viene espresso in microsecondi ed esprime la frazione temporale durante la quale l'onda sonora raggiunge l'oggetto e torna indietro, compiendo due volte la distanza tra sensore e oggetto. Nella riga 37, invece, si comanda ad Arduino di stampare il dato calcolato.

