

Misura della velocità del suono in aria^a

Francesco Polleri^{1, b} e Mattia Sotgia^{1, c}

(Gruppo A1)

¹Dipartimento di Fisica,

Università degli Studi di Genova, I-16146 Genova,

Italia

(Dated: presa dati 20 marzo 2022, consegnata in data 13 aprile 2022)

I. INTRODUZIONE

L'obiettivo di questa esperienza di laboratorio è effettuare una misura della velocità del suono in aria. Per ottenere tale misura sfruttiamo l'intervallo di tempo che l'onda sonora impiega a percorrere la distanza che separa l'emettitore e il ricevitore. Infatti, una volta misurato tale intervallo di tempo, è necessario solamente conoscere appunto la distanza tra i due dispositivi per ricavare la velocità del suono. Il problema principale è però ottenere una misura precisa del tempo in quanto sappiamo che l'intervalli che andiamo a misurare sono molto brevi perchè il suono viaggia ad una velocità di circa 340 m s^{-1} per cui se posizioniamo emettitore e ricevitore ad una distanza nell'ordine delle decine di centimetri il tempo che l'onda impiega a percorrere tale distanza sarà allora nell'ordine dei millisecondi. Per misurare gli intervalli di tempo utilizziamo quindi due diversi metodi. Il primo metodo consiste nell'effettuare la misurazione in maniera analogica, osservando sull'oscilloscopio il ritardo temporale che intercorre tra il segnale prodotto dall'emettitore e il segnale prodotto dal ricevitore. Il secondo metodo, invece, consiste in una misura di tipo digitale. Infatti al posto di usare manualmente i cursori dell'oscilloscopio per vedere il ritardo temporale tra i due fronti d'onda, sfruttiamo una scheda Arduino 2, che attraverso un programma da noi scritto, è in grado, una volta presi in input i segnali che ci interessano, di darci direttamente in output su un seriale i valori del ritardo temporale che appunto volevamo misurare.

II. CARATTERIZZAZIONE APPARATO SPERIMENTALE ANALOGICO

Il sistema di misura è composto da un emettitore ed un ricevitore posti ad una distanza $d = [0.1, 0.5] \text{ m}$. Questi due strumenti messi in comunicazione con un oscilloscopio ci permettono di misurare il ritardo tra il fronte dell'onda trasmessa e quello dell'onda ricevuta, permettendoci di individuare il ritardo tra le due onde, e quindi di inferire il valore della velocità del suono in aria.

L'emettitore L'emettitore consiste in un semplice altoparlante elettronico (attuatore), caratterizzato da un diametro esterno di $5.985(5) \text{ cm}$ capace di convertire in onde sonore un segnale elettrico che gli viene dato in ingresso. Nel nostro caso viene

alimentato in ingresso da un'onda quadra, di frequenza e ampiezza variabili (in base alle necessità della misura le frequenze sono tra 10 Hz e 10 kHz). Il generatore fornisce inoltre anche un segnale TTL standardizzato che può essere utilizzato come riferimento per la misura di quest'onda.

Il ricevitore Lo strumento è composto da un microfono (trasduttore) che permette di convertire in segnale analogico l'onda sonora che riceve. Il segnale analogico continuo viene poi mandato in ingresso ad un comparatore a soglia fissa (automaticamente impostata ad un valore di 0 V), che quindi permette di ottenere solo due letture in uscita, un segnale alto e un segnale basso. Il segnale che quindi leggiamo dal microfono è alto se il microfono non sente nessun suono sopra la soglia impostata con il comparatore, mentre passa ad un segnale basso appena il segnale supera la soglia. Ci interessa quindi leggere l'istante in cui il segnale passa da alto a basso, ovvero il primo fronte di discesa del segnale.

Le due onde vengono entrambe passate all'oscilloscopio che le legge e permette di identificare la differenza tra il fronte (di salita o di discesa) del segnale TTL quadro, e il segnale che viene invece passato dal trasduttore, anch'esso standardizzato.

I due strumenti sono entrambi allineati ad una guida fissa al tavolo su cui sono anche riportati i centimetri, necessari per individuare la distanza tra la sorgente e il ricevitore.

III. PRESA DATI ANALOGICA

Inizialmente utilizziamo semplicemente l'oscilloscopio per effettuare misure del ritardo t tra la trasmissione e la ricezione del segnale sonoro. Possiamo infatti impostare lo strumento in modo che possa fornirci una lettura di differenza temporale (delay) tra due istanti nei due segnali che forniamo in ingresso.

Impostiamo inizialmente la misura in modo da porre il primo cursore sul fronte di salita dell'onda quadra che genera il suono, e il secondo cursore sul primo fronte di discesa dell'onda del microfono. In questo modo in automatico lo strumento può effettuare una misura tra i due fronti.

Lasciando fisso il ricevitore spostiamo la sorgente lungo la guida e raccogliamo misure di (d, t)

IV. CONCLUSIONI

^a Esperienza n. 6

^b s5025011@studenti.unige.it

^c s4942225@studenti.unige.it

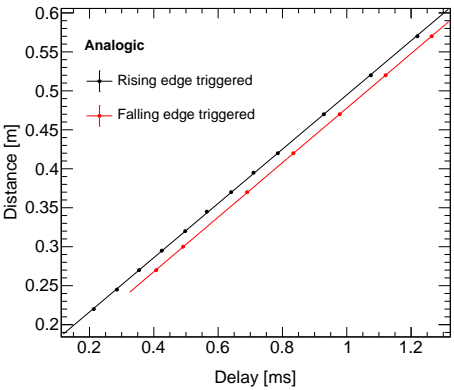


Figura 1 Dipendenza lineare del ritardo dal tempo t , il coefficiente di proporzionalità esprime la velocità di propagazione di un onda sonora in aria.

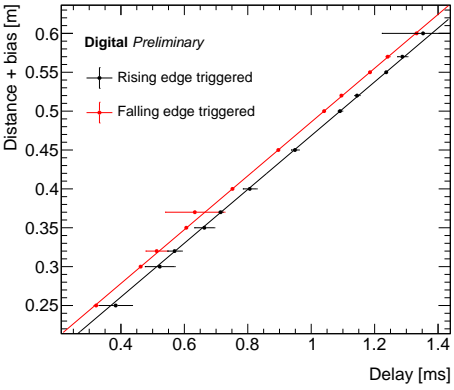


Figura 2 Dipendenza lineare del ritardo dal tempo t , il coefficiente di proporzionalità esprime la velocità di propagazione di un onda sonora in aria. Raccolta dati effettuata autonomamente con sistema integrato. Dati preliminari

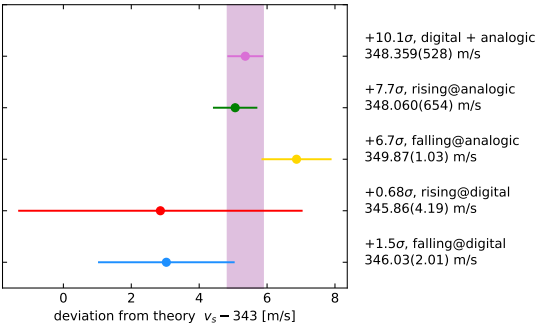


Figura 3 Risultati complessivi analisi dati. Differenza sperimentale tra il valore teorico della velocità del suono 344 m s^{-1} e il valore misurato in laboratorio. Miglior stima del valore ottenuto.