

## Esperimento 6: **Esperienza di acustica**

Lo scopo dell'esperimento è misurare il livello d'intensità sonora di un suono emesso dal computer, impostando diversi livelli di volume.

### *Strumenti e materiali*

- Computer;
- Telefono cellulare;
- Applicazione: Physics Toolbox Sensor Suite.

### *Premessa teorica*

Comunemente si dice suono quello che scientificamente si definisce onda sonora.

In generale si definisce onda una perturbazione di una grandezza fisica che si propaga nello spazio o in un dato mezzo.

Esistono vari tipi di onde, ad esempio si ha un'onda trasversale quando l'oscillazione della materia e dell'energia sono perpendicolari. Invece, quando sono parallele, l'onda si dice longitudinale.

L'onda sinusoidale di frequenza forma un moto armonico di frequenza.

Di un'onda si possono misurare la lunghezza d'onda e il periodo di oscillazione. La lunghezza d'onda è lo spazio percorso da un'onda sinusoidale in un periodo di oscillazione.

Per calcolare la velocità di un'onda bisogna applicare la seguente formula:

$$v = \frac{\lambda}{T}$$

dove  $v$  è la velocità,  $\lambda$  la lunghezza d'onda e  $T$  il periodo di oscillazione.

Questa formula è stata ottenuta sostituendo la lunghezza d'onda allo spazio  $s$  e il periodo di oscillazione al tempo  $t$  nella formula:

$$v = \frac{s}{t}$$

Un'onda sonora è un'onda di compressione che si propaga in un fluido e in particolare nell'aria.

Essa ha tre caratteristiche: timbro, frequenza e intensità.

Il timbro è una caratteristica del suono che consente all'orecchio umano di riconoscerne la fonte sonora, anche a uguale frequenza e intensità.

La frequenza è il numero di oscillazioni che si verificano in un'unità di tempo stabilita, cioè il secondo.

La sua unità di misura è Hertz [Hz] ossia *oscillazioni/secondo*.

La relazione esistente tra la frequenza  $f$  e il tempo  $T$  è:

$$f = \frac{1}{T} \quad T = \frac{1}{f}$$

Da ciò si deduce che la velocità dell'onda sonora è il prodotto tra la lunghezza d'onda e la frequenza:

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda \div \frac{1}{f} = \lambda \cdot f$$

Il campo di udibilità umano, ossia l'intervallo di frequenze percepibile dall'orecchio umano, è compreso tra 16 Hz e 16000 Hz. I suoni con frequenza inferiore a 16 Hz si dicono infrasuoni, mentre quelli superiori a 16000 Hz ultrasuoni.

Si definisce intensità sonora  $I$  l'energia per unità di superficie e di tempo trasportata da un'onda sonora.

Si calcola utilizzando la formula:

$$I = \frac{e}{s \cdot \Delta t}$$

La sua unità di misura è Watt su metro quadrato [ $W/m^2$ ], ottenuta come segue:

$$I = \frac{e}{s \cdot \Delta t} \Rightarrow \frac{J}{m^2 \cdot s} = \frac{W}{m^2}$$

Dato che l'orecchio umano può percepire una vasta gamma di intensità sonore, seguendo una scala logaritmica, è stata creata una nuova grandezza chiamata livello di intensità sonora  $L$ .

La formula è:

$$L = 10 \cdot \log \frac{I}{I_0}$$

Mentre la formula inversa è:

$$I = I_0 \cdot 10^{\frac{L}{10}}$$

dove  $I_0$  rappresenta l'intensità minima udibile, equivalente a  $10^{-12} W/m^2$

L'unità di misura del livello di intensità sonora è il decibel dB.

Il campo di udibilità umano è compreso tra  $10^{-12} W/m^2$  e  $1 W/m^2$

Essi corrispondono rispettivamente a 0 dB e 130 dB.

## Procedimento

1. Scaricare l'applicazione sul telefono cellulare.
2. Aprire la finestra di impostazione "effetti sonori" sul computer.
3. Selezionare il suono scelto.
4. Impostare il volume a 0.
5. Aprire l'applicazione Physics Toolbox sul cellulare.
6. Selezionare la funzione "fonometro".
7. Da "impostazioni" selezionare l'opzione "tempo trascorso" per il formato orario di registrazione e uscire dal menù.
8. Posizionare il cellulare in modo che il suo microfono si trovi vicino a un altoparlante del computer.
9. Bloccare la registrazione in corso, che parte automaticamente, premendo il tasto II .
10. Azzerare la registrazione precedente, premendo U .
11. Bloccare immediatamente la registrazione, premendo II .
12. È necessario evitare di produrre qualsiasi rumore nell'ambiente.
13. Quando si è pronti, avviare la registrazione, premendo ► .
14. Avviare la registrazione dati, premendo il cerchio rosso con + all'interno.
15. A intervalli di tempo regolari bisogna far riprodurre il suono dal computer.
16. Ogni volta, dopo aver riprodotto un suono, bisogna aumentare il volume del computer di un valore costante.
17. Una volta raggiunto il volume massimo, interrompere la registrazione dati, premendo il cerchio rosso con ■ all'interno.
18. L'applicazione mostra il nome del file creato.
19. Premere OK.
20. L'applicazione propone una serie di modalità per condividere il file creato.
21. Scegliere mail e inviare il file all'indirizzo di posta elettronica del proprio computer per poterlo utilizzare in seguito.
22. Da computer, aprire la mail, scaricare il file allegato e salvarlo.
23. Aprire il file con Microsoft Excel.
24. Visualizzare i dati e creare il grafico.

N.B.: il file viene anche salvato dall'applicazione in una cartella predefinita.

## Dati e loro elaborazione

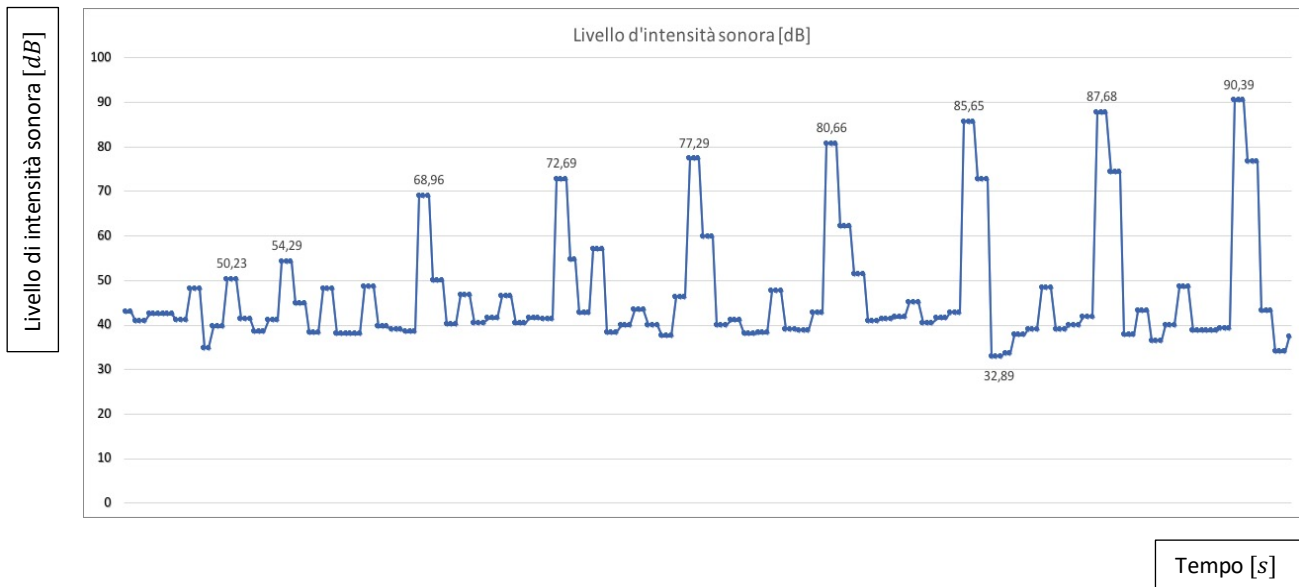
La tabella seguente mostra i dati rilevati durante la registrazione.

<i>Tempo</i>	<i>Intensità sonora</i>
0,02	42,91
0,32	40,85
0,62	42,41
0,93	42,46
1,23	41,11
1,54	48,12
1,74	34,80
2,04	39,62
2,35	50,23
2,66	41,33
2,96	38,41
3,27	41,17
3,57	54,29
3,87	44,75
4,18	38,19
4,48	48,16
4,68	37,96
5,39	48,64
5,69	39,62
6,00	39,03
6,30	38,41
6,61	68,96
6,91	49,89
7,22	40,03
7,52	46,70
7,82	40,41
8,13	41,45
8,43	46,54

<i>Tempo</i>	<i>Intensità sonora</i>
8,73	40,31
9,04	41,48
9,34	41,42
9,65	72,69
9,85	54,63
10,15	42,62
10,45	56,92
10,76	38,19
11,06	39,81
11,37	43,39
11,67	39,99
11,98	37,49
12,28	46,28
12,58	77,29
12,89	59,88
13,19	39,99
13,49	41,01
13,80	37,96
14,10	38,19
14,40	47,65
14,71	39,03
15,01	38,83
15,31	42,76
15,62	80,66
15,92	62,14
16,22	51,41
16,53	40,88
16,83	41,39

<i>Tempo</i>	<i>Intensità sonora</i>
17,13	41,66
17,44	45,13
17,74	40,38
18,04	41,45
18,35	42,78
18,65	85,65
18,95	72,75
19,26	32,89
19,46	33,67
19,76	37,73
20,07	39,03
20,37	48,44
20,68	39,03
20,98	39,99
21,28	41,78
21,58	87,68
21,89	74,33
22,19	37,73
22,49	43,14
22,80	36,47
23,10	39,99
23,40	48,51
23,61	38,62
24,31	39,23
24,72	90,39
24,92	76,71
25,22	43,14
25,52	33,97

Utilizzando i dati presenti nella tabella e il programma Microsoft Excel, è stato creato il grafico seguente.



Dalla tabella e dal grafico, risaltano nove picchi di intensità sonora, che sono stati evidenziati in giallo nella tabella.

Tra questi i primi due risultano essere più lievi e non differiscono di molto rispetto ai valori vicini; spostandosi verso destra i picchi sono sempre più elevati. Dopo ogni picco, il suono decresce progressivamente d'intensità fino al picco successivo.

Il valore minimo registrato è 32,89 dB, evidenziato in azzurro nella tabella.

Gli intervalli di tempo, determinati dall'applicazione stessa, sono abbastanza regolari e hanno valori compresi tra 0,2 s e 0,3 s.

### Conclusioni

Lo scopo di questo esperimento era misurare il livello d'intensità sonora di un suono emesso dal computer a volumi diversi.

Grazie alla raccolta dei dati nella tabella e al grafico, si stabilisce che l'esperimento è riuscito.

Infatti sono presenti vari picchi di intensità sonora che corrispondono ai momenti in cui è stato riprodotto il suono dal computer.

Il primo picco registrato, con volume 0, è riferito al rumore prodotto premendo il tasto.

Il secondo picco non differisce molto dal rumore di fondo presente nell'ambiente perché il volume del computer era ancora molto basso.

Invece, proseguendo con le misurazioni, i picchi aumentano sempre più.

Da ciò si deduce che aumentando il volume del computer, aumenta anche l'altezza dei picchi, ossia l'intensità dei vari suoni prodotti.

Essi però non sono direttamente proporzionali perché al raddoppiare del volume, l'intensità sonora non raddoppia. Infatti al 50% del volume si sono misurati 77,69 dB, mentre al 100% 90,39 dB.

L'intensità sonora non è in nessun punto 0 dB, infatti 32,89 dB è il valore minimo, perché vengono registrati anche i rumori sempre presenti nell'ambiente, come il rumore dei meccanismi degli orologi, il respiro o anche quelli provenienti dall'esterno.