

# Com mesurar el so de manera casolana

## El tub de Quincke

ANDREA ROMERE SANTAMARÍA

2n BAT · IES Núm. 1 · Xàbia

**El dia 30 d'abril**, els alumnes de 1r Batxillerat de Ciències de l'IES número 1 de Xàbia, Cristofer Calzada Reales, Arthur Willy Knegtel, Héctor Cruañes Andrés i Andrea Romere Santamaría vam aconseguir la primera menció d'honor a la X Fira Experimenta, un concurs on els participants (estudiants d'ESO, batxillerat i cicles formatius de grau mitjà) poden concebre un projecte experimental o tecnològic que pose de manifest algun principi físic o la seua aplicació i exposar-lo. Nosaltres vam participar amb el projecte de "El Tub de Quincke".

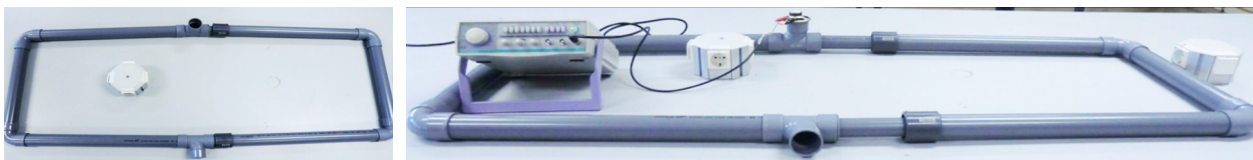
L'objectiu de la nostra investigació era mesurar la velocitat del so. Per a això, històricament s'han proposat diversos mètodes. Fem una breu revisió d'alguns d'ells:

Fa diversos segles era senzill observar que durant una tempesta es veia molt abans caure el llamp que s'escoltava el tro (a causa de la gran diferència existent entre les velocitats de la llum i del so). El que no era tan senzill era determinar amb precisió la velocitat del so. Si bé en aquest cas es podia fer una bona aproximació, les aproximacions no eren massa fiables i no posseïen instruments tan precisos com els de hui en dia.

Va ser Marin Mersenne, un matemàtic francès, qui a principis del segle XVII va obtenir la primera mesura fiable de la velocitat del so, i ho va fer aprofitant-se de l'eco per mesurar el temps que tardava el so en recórrer una distància coneguda. El seu mètode li va permetre establir una velocitat per al so que s'allunyava únicament un 10% del valor correcte.

El 1864, el físic francès Henri-Victor Regnault va dissenyar un aparell per a dur a terme la primera mesura automàtica de la velocitat del so; un aparell giratori revestit de paper amb una ploma que tenia una connexió elèctrica que provocava que pogués canviar de posició en funció de si rebia corrent (la ploma s'acostava al paper) o no (la ploma s'allunyava del paper). Amb aquest aparell, Regnault va aconseguir "visualitzar les vibracions" i, amb això, la primera bona aproximació a la velocitat del so. Es va allunyar tan sols en un 3% de la velocitat real.

A dia de hui, i gràcies a altres sistemes més complexos com el tub de Quincke, se la pot determinar amb



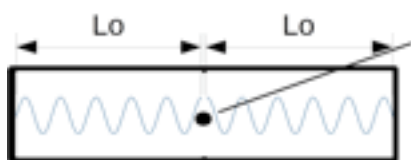
Dalt a l'esquerra, es mostra una foto del tub de Quincke. En la imatge de la dreta, s'hi ha afegit l'altaveu i la font de freqüències. S'observa que en la part davantera queda obert un forat, que és el lloc on es posa el micròfon connectat a l'oscil·loscopi.

gran precisió. Aquest és el mètode que nosaltres vam posar en pràctica.

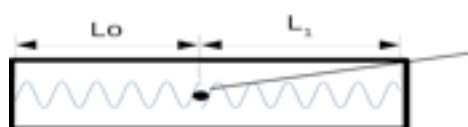
El tub de Quincke és un dispositiu que permet mesurar la longitud de l'ona del so que el travessa. Nosaltres el vam construir amb tubs de PVC: dos tubs en forma d'U acoblats de manera que es pot moure l'estructura augmentant o reduint la longitud de tota la conducció, com s'observa a la figura. Aquesta estructura disposa de dos forats oposats entre si; en un dels forats es posa un altaveu connectat a una font de corrent altern amb selecció de freqüències (visible en la imatge), i en l'altre forat es posa un micròfon connectat a un oscil·loscopi (a la figura aquest forat està obert, a la part davantera).

El so, en forma d'ones, recorre cada un dels braços del tub de Quincke i interfereixen en el seu interior. Amb això vam poder registrar diverses interferències en el micròfon:

Si els dos braços tenen la mateixa longitud, les dues ones procedents de cada braç del tub arribaran en fase, ja que hauran completat el mateix nombre de cicles en travessar cada braç. Per tant, es produirà una interferència constructiva i es detectarà un màxim d'intensitat (quan més se sent).

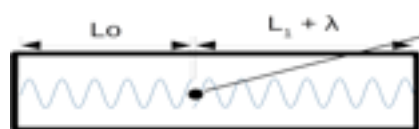


Micròfon: Les dues ones recorren camins igual de llargs. Fan el mateix nombre de cicles. Arriben en fase i interfereixen constructivament.



Microfon: Quan allarguem un dels braços les dues ones recorren camins de diferent longitud. Si la diferència de camins és de mig cicle, les ones arriben en oposició de fase, la interferència és destructiva.

A mesura que s'allarga un dels braços van succeint-se interferències constructives i destructives. Mesurant la distància que cal allargar el tub per aconseguir dues configuracions d'interferència destructiva consecutives (quan el so disminueix, augmenta i torna a disminuir) obtenim el valor de la longitud d'ona.



Microfon: Si seguim allargant el braç del tub, quan la llargària augmenta en una longitud d'ona tornarem a enregistrar una interferència destructiva.

Per aconseguir la primera interferència destructiva s'han hagut de separar els braços 5,0 cm i per a la segona 13,7 cm. Una vegada hem obtingut les dues longituds, fem una diferència i multipliquem per dos (ja que el tub té dos braços i cada un s'ha allargat aquesta distància); això serà la longitud d'ona del so, i amb l'equació de la velocitat podrem calcular la velocitat del so. Per tant, cada braç del tub s'ha allargat 8,7 cm i, en total, el tub s'ha allargat 17,4 cm (0,174 m). Aquesta és la longitud d'ona del so. Si tenim en compte que hem usat una longitud d'ona de 2000Hz, podem calcular la velocitat del so i obtenim:

$$V = \lambda \cdot v = 0,174 \cdot 2000 = 348 \text{ m/s}$$

Hem de dir que l'experiència funciona correctament per al rang de 1000 Hz a 2000 Hz. Per sota tenim moltes dificultats per detectar les interferències destructives i per dalt l'oscil·loscopi registra variacions aleatòries en la freqüència que hem atribuït a un mal funcionament del generador de corrent fora d'aquest rang.

Gràcies a aquest experiment vam poder demostrar que, amb uns simples tubs i de manera senzilla, es pot calcular la velocitat del so, cosa que durant segles ha sigut tot un repte per a molts científics.



## No tot és plàstic als mòbils

CARMEN BOLUFER

2n BAT · IES A. Lidó · Xàbia

**Els mòbils no sols són plàstic i vidre.** També contenen xicotetes quantitats d'altres elements químics (generalment metalls) que es troben en quantitats petites en la naturalesa i que hauríem de recuperar i reutilitzar, tant per aquesta escassetat com per evitar la contaminació del medi. Els metalls contribueixen d'una manera important a les diverses aplicacions dels mòbils actuals.

Si observem un mòbil veurem alguns metalls. Primer que tot, en la part externa trobem la pantalla, feta per vidre aluminosilicat, una barreja d'òxid d'alumini i diòxid de silici. També conté ions de potasi que ajuden a enfortir-la. Per a fer-la tàctil, la pantalla conté una capa transparent d'òxid d'indi perquè condueixca l'electricitat. Aquesta és la major utilització de l'indi. Per ajudar a produir el color en la pantalla s'utilitzen els elements dels grups dels lantànids. Alguns d'estos compostos també s'utilitzen per ajudar a reduir la penetració de la llum a l'interior del mòbil.

En la part interna trobem les bateries d'ions liti, formades per òxids de cobalt i de liti que actuen com a elèctrode positiu, i de grafit (carbó) que actua com a elèctrode negatiu. A vegades, altres metalls com el manganés substitueixen el cobalt. A més, la caixa de la bateria sol estar feta d'alumini.

En l'electrònica del mòbil els elements utilitzats són el coure, el tàntal, el níquel, el silici i l'estany. El coure, acompanyat d'or i plata, està en el cablejat i

en els components microelectrònics. El tàntal és el principal component dels microcondensadors. El níquel s'utilitza en els micròfons i per a les connexions elèctriques, mentre que els aliatges dels elements de terres rares són utilitzats en imants en l'altaveu i també en el micròfon i en la part de la vibració. El silici pur s'utilitza per a fabricar el xip, el qual després de la seua oxidació, produeix regions no conductores. Finalment, l'estany i el plom estan en les soldadures antigues de les connexions electròniques, encara que en les noves, exemptes de plom, utilitzen una barreja d'estany, coure i plata.

També en la part externa, trobem la carcassa, on a vegades s'utilitza l'aliatge de magnesi, encara que moltes altres vegades estan fetes de plàstic basades en carbó. No tot es plàstic en esta part ja que aquests plàstics també inclouen components resistents al foc, com el brom, o elements per a reduir la interferència electromagnètica, com el níquel.

Així, després d'analitzar tots els elements químics que conté un mòbil, vegem que no tot és plàstic en els mòbils i si no fora pels metalls, aquest no tindria quasi funcions. Sols observem la part externa dels objectes, en aquest cas la pantalla i la carcassa basades en vidre i plàstic, quan en realitat, aquests materials s'utilitzen en gran part per a protegir els elements importants que conté el seu interior i que fan que funcionen, en el cas del mòbil, els metalls.

