

Mesurer la longueur d'onde d'un son sans oscillographe

par Jean AGHADJANIAN et Gérard BECHON
Lycée Pasteur de Bogota

La faiblesse de l'équipement des laboratoires de certains établissements à l'Étranger (en Coopération surtout) et l'isolement des professeurs, obligent à fabriquer du matériel avec ce que l'on peut trouver sur place. Les «bricolages» donnent quelquefois de très beaux résultats. Le B.U.P. est, pour nous, une mine d'idées irremplaçables.

Les L.E.D. ne coûtent pas cher, sont beaucoup plus solides qu'on ne le croit généralement, elles autorisent :

- des démonstrations claires, simples à souhait,
- des mesures : elles peuvent remplacer un oscilloscope bicourbe, quand on les associe à un Ampli-Op, et permettent des mesures sérieuses.

OBJECTIF

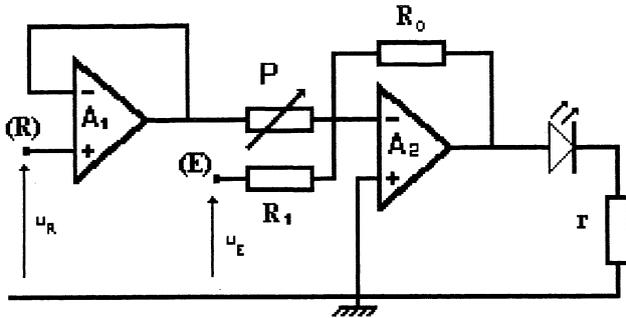
Notre but était de mesurer, en première S, une longueur d'onde sonore, en utilisant le matériel dont nous disposions ou que nous pouvions fabriquer à faible prix, si possible en employant un montage faisant appel aux connaissances des élèves. Cette manipulation correspond parfaitement aux nouveaux programmes de seconde.

MONTAGE

La source sonore (E) est un transducteur à ultrasons fonctionnant sur 40 kHz, avec le récepteur (R) correspondant, l'ensemble, généralement utilisé pour les systèmes d'alarmes, est très répandu.

Faute d'un nombre suffisant d'oscilloscopes pour réaliser un T.P., notre choix s'est porté sur un circuit «détecteur d'opposition de phase», construit avec un Ampli-op (A_2) monté en sommateur. Quand les signaux envoyés, simultanément, sur l'entrée inverseuse de (A_2) sont en opposition de phase, la tension en sortie de (A_2) est nulle et la

LED s'éteint. Un Ampli-Op (A_2) monté en suiveur évite une interaction entre le transducteur émetteur (E) et le récepteur (R), à travers les résistances R_1 et R_2 .



Les transducteurs sont montés sur des supports en bois, pouvant coulisser sur les poutres des bancs d'optique, un index permet le repérage de la position de (R). De la mousse de polyuréthane disposée sur la face avant des supports évite l'apparition d'ondes stationnaires. Les connexions sont assurées par des câbles blindés (en particulier pour le récepteur (R)), la masse doit être reliée correctement à la Terre.

Nous avons utilisé le G.B.F. de MOREAU (B.U.P. n° 706, p. 820) qui nous fourni au choix, un signal carré ou un signal triangulaire, et cela jusqu'à plus de 100 kHz... ce qui n'est pas mal pour un «Générateur de signaux triangulaires de très basse fréquence», bien sûr il faut remplacer le condensateur de capacité 4,7 μ F, par une valeur plus petite, voisine de 0.1 nF et ne pas être trop exigeant sur la forme du signal. Le calage sur la fréquence de 40 kHz peut se faire à l'oscilloscope, en recherchant l'amplitude maximum du signal reçu par (R), ou en utilisant notre détecteur de façon à trouver la fréquence donnant un maximum de luminosité à la LED.

Quand la distance entre (E) et (R) est d'environ 30 cm, avec aux bornes de (E) un signal de tension de crête 10 V, le récepteur (R) capte une tension maximale d'environ 0,2 V. Comme le rapport de ces valeurs, qui peut varier d'un constructeur à un autre, est déterminant pour le choix de la relation entre R_1 et R_2 , nous avons réalisé R_2 avec un potentiomètre. Ce qui nous donne les composants suivants :

- Ampli-Op (A_1) et (A_2) : TL082 ou moitié de TL084 et le support à souder correspondant.
- P = potentiomètre de 10 k Ω .

- $R_1 = 100 \text{ k}\Omega$ $R_0 = 50 \text{ k}\Omega$ $r = 100 \text{ k}\Omega$ toutes ces valeurs en $1/4 \text{ W}$.
- LED jaune.
- Un petit morceau de circuit imprimé type «veroboard», si on n'est pas équipé pour fabriquer un circuit imprimé.

MANIPULATION

On règle d'abord le potentiomètre (P) de façon à obtenir l'extinction complète de la LED. Pour cela, avec une distance entre les deux transducteurs (E) et (R) de l'ordre de 10 cm, et avec (P) à mi-course, en déplaçant (E) de quelques millimètres (la longueur d'onde est voisine de 9 mm), on essaie de voir apparaître un minimum de luminosité de la LED, si on l'obtient, on règle alors (P) pour obtenir l'extinction complète, sinon, on change la valeur de (P)... et on recommence.

Ensuite, en déplaçant (R) de façon à repérer plusieurs extinctions successives (ici 10), donc plusieurs positions pour lesquelles le signal reçu par (R) est en opposition de phase avec celui émis par (E), on détermine la longueur d'onde, puis la célérité du son dans l'air.

RÉSULTATS

Nous trouvons régulièrement une longueur d'onde $\lambda = 8,7 \text{ mm}$, dans l'air, pour un ultrason de fréquence $f = 39\,700 \text{ Hz}$, ce qui donne une célérité de $345 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Les mesures ont été effectuées à la température de 21°C , à Bogota, qui correspond théoriquement à une célérité de $343 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.