

Conception et réalisation d'une alarme à partir d'un haut-parleur

par David BURGAT
Lycée Louis Pergaud - 25000 Besançon¹

Les nouveaux programmes de sciences physiques en seconde traitent dans le chapitre «Sons et ultrasons» l'étude du haut-parleur et celle du microphone.

Il semble tout d'abord intéressant du point de vue pédagogique de les comparer tant au niveau de la forme qu'au niveau du fond.

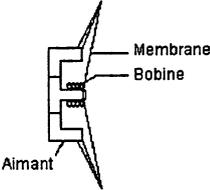
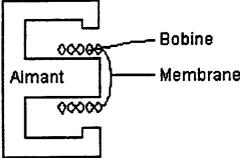
Le cours sur le micro pourra avoir la même progression que celle établie pour le haut-parleur : par exemple, description de l'objet physique puis présentation de la loi physique qui permet d'en comprendre le principe de fonctionnement.

Par ailleurs, il faut préciser que les deux objets étudiés sont constitués des mêmes éléments de base, que ce sont tous deux des transducteurs mais que la fonction de l'un est inverse à celle de l'autre, leur principe de fonctionnement étant eux-mêmes opposés (voir tableau ci-après).

Afin de renforcer ces analogies et surtout d'insister sur la réversibilité de ces deux phénomènes physiques, on peut alors utiliser un haut-parleur non pas dans sa fonction normale (c'est-à-dire en tant qu'émetteur) mais en tant que récepteur (c'est-à-dire comme micro). Cette présentation peut-être faite aux élèves de la façon suivante :

- on peut faire visualiser à l'oscilloscope la tension alternative aux bornes du haut-parleur générée par le mouvement de la membrane en tapotant dessus avec deux doigts,
- dans le but de rappeler que tension et intensité sont bien deux grandeurs physiques étroitement liées (loi d'Ohm vue au premier trimestre) mais surtout pour marquer la réversibilité du principe, on montre alors que le mouvement de la membrane engendre un courant électrique.

1. Adresse actuelle : Lycée Jean Michel - 39000 LONS-LE-SAUNIER.

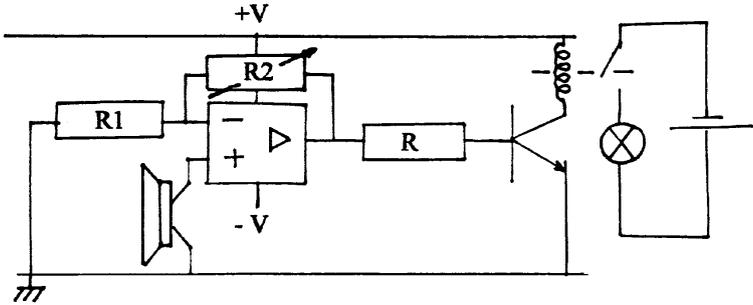
	Haut-parleur	Micro
Structure		
Rôle	C'est un émetteur et un transducteur, il traduit une tension en son.	C'est un récepteur et un transducteur, il traduit le son en tension.
Principe de fonctionnement	On branche un haut-parleur aux bornes d'une tension alternative, le courant alternatif circulant dans la bobine placée au voisinage d'un aimant convenablement disposé crée une force électromagnétique qui s'exerce sur la bobine donc sur la membrane (solidaire). Sa vibration produit un son .	A l'origine d'un son , il y a une vibration qui se propage jusqu'au micro. La membrane animée alors d'un mouvement vibratoire fait vibrer la bobine au voisinage d'un aimant convenablement disposé : il y a création d'une tension induite (et ici alternative) aux bornes du micro.
Loi physique	Création d'une <i>force électromagnétique</i> sur un conducteur parcouru par un courant et placé au voisinage d'un aimant convenablement disposé.	Création d'une <i>tension induite</i> aux bornes d'un conducteur déplacé au voisinage d'un aimant convenablement disposé.

Si l'oscilloscope permet à tous les élèves de voir la tension induite pourtant faible, la visualisation du courant n'est pas aussi directe. On utilise alors une amplification :

- en tension (amplificateur opérationnel),
- en puissance (transistor).

La vibration de la membrane provoque soit momentanément soit définitivement (en utilisant une bascule RS) l'éclairement d'une ampoule de puissance lumineuse importante (afin que cela soit visible par toute la classe).

SCHÉMA DE PRINCIPE



VALEURS PROPOSÉES

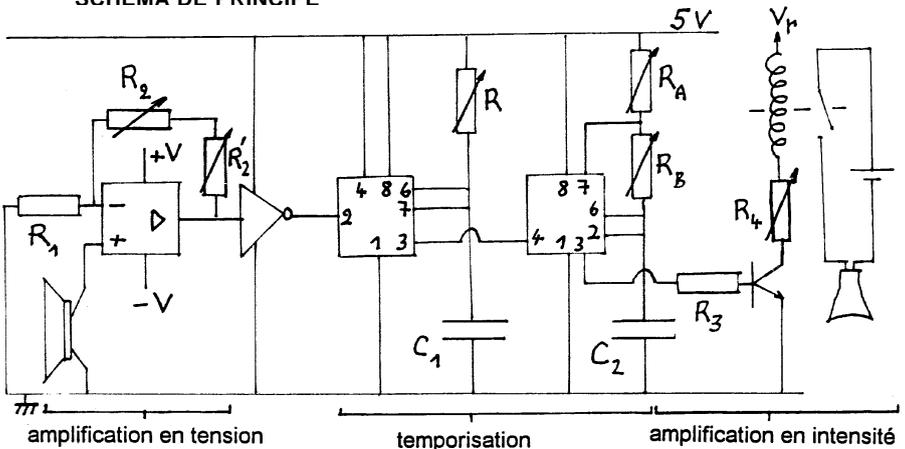
$V = 9$ Volts $R_1 = 1$ k Ω , $R_2 =$ pot. 100 k Ω , $R = 1$ k Ω

A.O : 741, transistor : 2222A, relais : choisir en fonction du type de circuit à fermer.

Il est possible de remplacer le relais par un transistor de puissance type 2N3055 nécessitant alors un radiateur (le courant étant de quelques ampères).

Le montage présenté ci-après utilise le principe du précédent mais contient outre l'aspect pédagogique le côté technique et concret : le déclenchement d'une alarme à partir d'un haut-parleur utilisé comme micro.

SCHÉMA DE PRINCIPE



VALEURS PROPOSÉES

Elles sont données plus loin avec le plan de câblage du circuit imprimé (vue côté cuivre, vue côté composants).

Le fonctionnement du dispositif est le suivant :

- *vibration de la membrane*,
- amplification de la tension induite (R_2 : réglage gros et R'_2 : réglage fin),
- basculement de la tension $5\text{ V} \rightarrow 0\text{ V}$ à la sortie de l'inverseur (porte NON),
- fonctionnement du premier temporiseur monté en monostable (les valeurs de R et C déterminent le temps total de fonctionnement du circuit²),
- fonctionnement du deuxième temporiseur monté en astable (les valeurs de R_A , R_B et C déterminent le temps de travail³ et de repos⁴ du relais),
- fonctionnement du transistor,
- déclenchement du relais,
- *fonctionnement de l'avertisseur*.

La singularité d'un tel montage se doit aux deux points suivants :

- le composant étant à l'origine du déclenchement de l'avertisseur n'est pas du type de ceux qui équipent les alarmes «classiques» : c'est un haut-parleur dont la fonction demandée, est de capter un bruit,
- cet haut-parleur peut être déjà en fonction : on exploite la réversibilité du principe en utilisant le haut-parleur à la fois en tant qu'émetteur et récepteur, un inverseur bipolaire permettant le passage du circuit existant à celui de l'alarme.

2. $t_1 = RC.\ln 2.$

3. $t_2 = (R_A + R_B).\ln 2.$

4. $t_3 = R_B.C.\ln 2.$

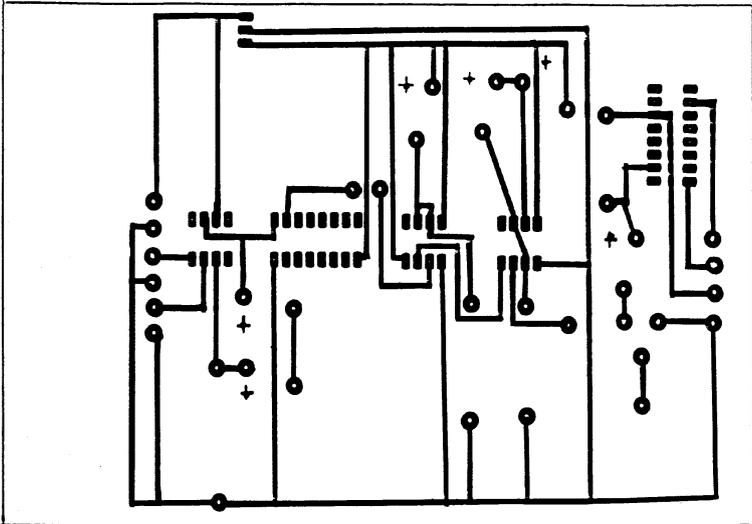


Figure 1 : Vue côté cuivre.

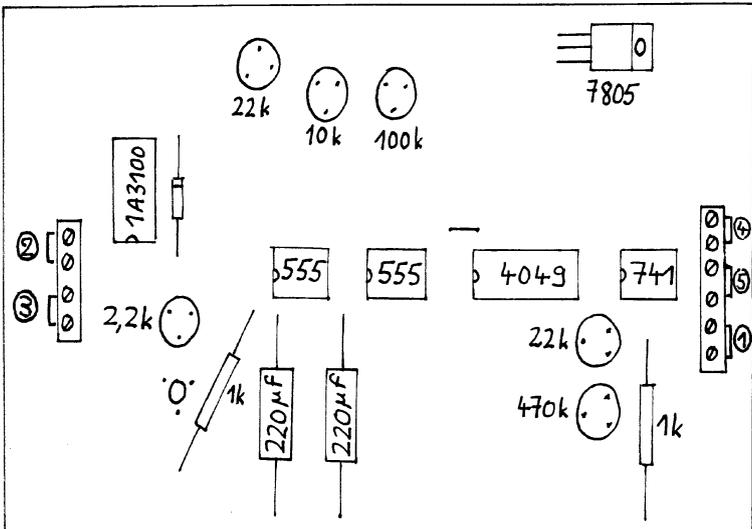


Figure 2 : Vue côté composants.

- ① : Entrée H-P.
- ② : Alimentation circuit avertisseur (exemple : batterie 12 V pour montage auto).
- ③ : V_r (voir schéma de principe).
- ④-⑤ : Deux piles 9 V (respecter les polarités + 9/- 9 V).

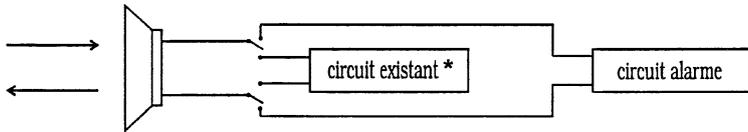


Figure 3 : * Exemples : poste radio, chaîne hi-fi, autoradio.

Ce montage a été installé dans une voiture disposant de quatre haut-parleurs dont un seul a été utilisé aussi en tant que micro. Précisons que la très bonne sensibilité du dispositif (inattendue !) dépend de plusieurs points :

- la valeur du gain (c'est-à-dire de R_2 et de R'_2),
- le type de haut-parleur c'est-à-dire essentiellement de sa bande passante et donc de son diamètre : le haut-parleur utilisé, assez large (dix-huit centimètres), est sensible aux vibrations de fréquences basses comme celles provoquées par de légers coups par exemple,
- le nombre de haut-parleurs utilisés qui peuvent être montés en dérivation.

J'ai eu l'occasion de le présenter à mes élèves de seconde qui ont montré de l'intérêt et pour la plupart de l'étonnement. Les circonstances (effectifs réduits - dix élèves par groupe de T.P. -, beau temps) ont été favorables à une explication préalable et nécessaire afin que le résultat (mise en route de l'alarme suite à un léger coup sur la tôle ou sur la vitre) ne masque pas le principe de fonctionnement du système. En effet, il leur a été précisé que :

- les deux haut-parleurs visibles à l'arrière sont *identiques*,
- l'un d'eux fonctionne à la fois en tant qu'émetteur et récepteur,
- la tension induite est amplifiée par un *montage amplificateur non inverseur* et permet de déclencher l'avertisseur (sans donner de détails).

Ce montage peut faire l'objet d'un travail dans le cadre de l'option *Sciences Expérimentales* en classe de première S.

Le module unité U4 «*Conception et réalisation en électronique*» s'intéresse à «l'utilisation raisonnée des lois de l'électricité et des connaissances antérieures dans le but d'aboutir à une réalisation en électronique» (extrait du B.O. hors série du 24 septembre 1992).

Afin de rester proche de ce qui est demandé, les élèves pourront alors :

- dans un premier temps faire une étude théorique et expérimentale des composants de base (amplificateur opérationnel, transistor, capacité et temporiseur 555),
- réaliser le montage en plusieurs étapes sur plaque multiconnexions. (Il est possible de supprimer le deuxième temporiseur),
- si cela est possible (temps, matériel) faire le circuit imprimé pour pouvoir le garder en fin d'année (moyennant le prix des composants, environ 50 F.).

Un tel travail s'inscrit à partir de la rentrée 1994 dans une continuité du programme, ces élèves de première ayant dû acquérir en seconde les connaissances de base sur le haut-parleur et le microphone.