

électronique

n° 26

PDF Page Organizer - Foxit Software

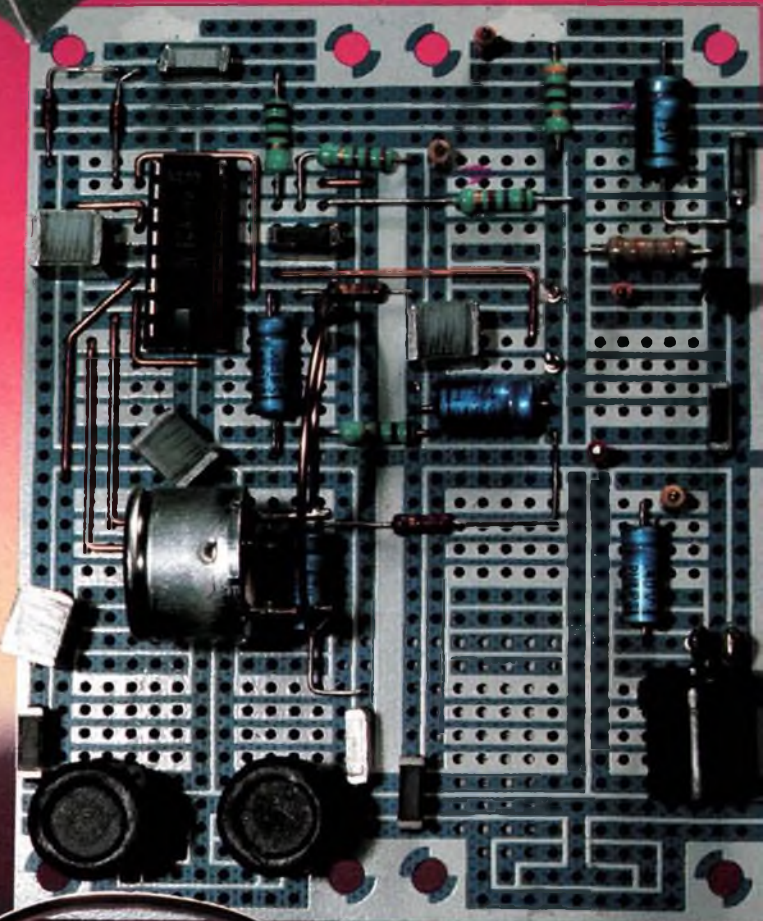
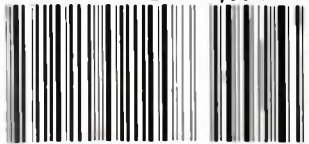
octobre 1990

21 FF/150 FB/7,80 FS  
mensuel

les ultrasons et  
les fréquences  
hautes,  
très hautes...

explorez l'électronique

M 2510 - 26 - 21,00 F





# SOMMAIRE ELEX N°26

## R · U · B · R · I · Q · U · E · S

- 4 · Rési&Transi : bande dessinée
- 6 · éditorial
- 8 · ELEXPRIME : courrier des lecteurs
- 35 · notes de lecture
- 36 · petites annonces gratuites

## I · N · I · T · I · A · T · I · O · N

- 10 · les antennes
- 19 · salade de fréquences
- 22 · fréquence intermédiaire

## E · X · P · É · R · I · M · E · N · T · A · T · I · O · N

- 36 · le transistor utilisé comme zener
- 40 · radio lumière

## R · É · A · L · I · S · A · T · I · O · N · S

- 15 · récepteur OC 2<sup>e</sup> partie
- 26 · dipmètre
- 28 · émetteur d'ultra-sons
- 37 · radio chauve-souris
- 44 · sifflet pour chien
- 47 · jeux de lumière 2<sup>e</sup> partie

## MODULES DE MESURE

- 54 · spécial AUTO

## M · O · D · É · L · I · S · M · E

- 32 · circuit de « l'homme mort »

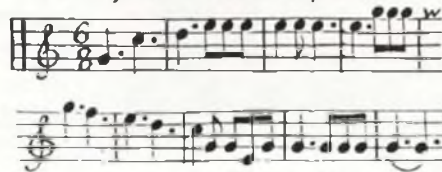


## éditorial

La chasse à courre comporte une foule de règles qui en font la « noblesse ». Elle consiste à poursuivre un animal précis, choisi pour l'une ou l'autre raison, comme la couleur de son pelage, un handicap physique ou sa religion. Il semble que les cerfs aient compris le principe : lorsqu'il se sent un peu fatigué et que l'occasion s'en présente, le gibier désigné jette un jeune cerf à sa place devant la meute. On ne sait pas bien si les chiens sont incapables de comprendre la règle, si leur odorat n'est pas assez fin pour distinguer entre les deux pistes, ou s'ils sont simplement joueurs. Le fait est que la meute poursuit le nouveau venu.

Dès qu'un membre de l'équipage s'aperçoit de la substitution, il demande la « sonnerie au daguet » :

*Ton lors que les Chiens s'emportent*



d'après l'Encyclopédie  
de Diderot et D'Alembert

Selon un ami digne de confiance (le petit Robert), un daguet serait un *jeune cerf* ou un *jeune daim* qui est dans sa deuxième année et dont les *dagues* poussent.

La chasse s'arrête, le piqueur relance ses chiens sur les brisées du premier cerf, puis tout repart.

L'expédition française dans le Golfe Persique s'appelle « Opération Daguet » ! La stratégie semble aussi compliquée que l'économie, restons-en à l'électronique.

Réalisez ce mini-orgue électronique en suivant chaque étape de la construction sur votre écran vidéo.



Ce film didactique, conçu par la rédaction de la revue ELEX avec le concours d'enseignants de technologie et de fabricants d'outillage pour l'électronique, a été réalisé par une équipe de professionnels de l'audio-visuel.

Il dure 45 minutes environ, et se déroule en quatre épisodes :

- description du montage et des composants utilisés, présentation de leurs caractéristiques et de leur fonction dans le montage ;
- fabrication du circuit imprimé avec présentation des méthodes d'insolation, de développement, de gravure et de perçage ;
- implantation et soudure des composants, câblage du circuit, technique des bonnes soldures, défauts et maladroites à éviter ;
- vérification et test de l'appareil monté, à l'aide notamment d'un multimètre, conseils pour le dépannage, explication du schéma théorique.

Les interventions animées de Rézi et Transi, les deux personnages de bande dessinée, soulignent les moments forts du film, le rendent amusant et captivant, et contribuent ainsi à augmenter son efficacité pédagogique.

Vous recevrez en plus de cette cassette vidéo, le descriptif complet du montage ainsi que la représentation du circuit imprimé reproductible à 100 %.

Vous pouvez aussi commander le circuit imprimé gravé, percé et sérigraphié.

Bon de commande à compléter et à adresser à **PUBLITRONIC - BP 60 - 59850 NIEPPE**

|                                 | Quant. | Prix   | Total |
|---------------------------------|--------|--------|-------|
| Cassette vidéo                  | .....  | 179.00 | ..... |
| Circuit imprimé<br>(ref 886077) | .....  | 120.60 | ..... |
| Forfait port                    |        |        | 25.00 |
| Total à payer                   |        |        | ..... |

Indiquez : SECAM ou PAL

Joindre votre règlement par chèque bancaire ou postal ou un bon de commande administratif.

nom.....

adresse.....

code..... Ville.....

pays.....

EX





[...]J'ai terminé la réalisation de l'afficheur digital décrit dans elex n°22 page 21. L'ennui, c'est que je n'obtiens pas le  $\pm 0$  V attendu au court-circuit de COM, LO et HI. J'obtiens en fait -1 (le 1 des milliers). Il arrive aussi que l'afficheur se mette à "afficher" (que pourrait-il faire d'autre ?) des valeurs successives dont je suis incapable d'interpréter les grandeurs. Ce même phénomène est fréquent avant la mise en court-circuit des sorties 2, 3, 4.

oter qu'avec l'atténuateur j'obtiens toujours le -1 et seul le point décimal semble fonctionner correctement. [...]

Y a-t-il des points du circuit que l'on puisse contrôler ? des tensions à relever ? L'étage de mise à zéro automatique peut-il être sollicité ??? Un diagnostic peut-il être donné ? [...]

Jean-Pierre VION  
85200 FONTENAY le COMTE

Il est très difficile de donner un diagnostic à distance, sans mesure, ni examen détaillé de votre montage. Mais il est possible de raisonner et de vous suggérer quelques vérifications. Essayons.

Tout d'abord, ces nombres aléatoires qui défilent lorsque le circuit est ouvert : l'impédance d'entrée du circuit intégré est très éle-

vée, ce qui le rend sensible à toutes les tensions parasites, électro-statiques et autres. Si le nombre affiché augmente progressivement, cela signifie que le voltmètre fonctionne (bonne nouvelle !) et que la capacité de l'entrée se charge peu à peu. Il faut donc court-circuiter les entrées indiquées pour annuler les tensions parasites.

L'affichage du 1 des milliers sans autre chiffre indique le dépassement de gamme : la tension vue par le voltmètre dépasse les 200 mV. Toute mesure de tension se fait par rapport à une référence. Il faut donc que vous ayez fixé les uns par rapport aux autres tous les potentiels qui entrent en jeu : REF, COM, LO, HI. Si vous ne l'avez pas déjà fait (ce qui serait étonnant), vérifiez qu'il n'y a pas de court-circuit entre pistes. Vérifiez que vous n'avez pas court-circuité la ligne COM, ou LO, ou les deux, avec le pôle négatif de l'alimentation. Vérifiez que le curseur du potentiomètre P1 n'est pas à zéro, ce qui donnerait une tension de référence nulle et obligerait le voltmètre à afficher un dépassement de gamme pour le moindre microvolt.

Dernier point à vérifier soigneusement : la nature et la valeur des condensateurs C2/C7, C4 et C5. Ils sont essentiels dans le processus de conversion analogique/numérique.

[...]Pensez aux nouveaux qui débarquent. Je vous cite : "les occasions n'ont pas manqué ces derniers temps de donner des explications circonstanciées sur le fonctionnement des amplificateurs à transistors dans elex". Le nouveau est-il obligé de racheter tous les n° d'elex pour comprendre le fonctionnement des montages ? Faites des rappels courts et précis : le strict nécessaire pour comprendre avec des caractères plus petits dans un coin (avec schéma). Pourquoi n'éditez-vous pas un livre pour débutant en électronique réunissant déjà toutes les explications données auparavant dans elex (sans applications) rien que

de la théorie. Ce serait peut-être un truc barbant mais de référence. [...]

Pascal BINAS  
23000 GUÉRET

Des rappels courts se trouvent déjà ici et là sous le titre "elex ABC" : sont-ils assez nombreux, assez précis, y a-t-il assez de schémas ? Pour ce qui du livre, feuillotez donc chez votre revendeur, avant de l'acheter, le tome I de "L'électronique ? pas de panique !" des excellentes éditions Publitrone. Le deuxième tome est sur le feu, toute la famille y travaille, et il ne sera pas plus barbant que le premier.

Ayant découvert votre journal dans un placard de mon lycée, c'est avec joie que je découvre dans le n°15 d'octobre 1989 un détecteur de métaux. [...] Mais il n'avait pas le galva 50  $\mu$ A à zéro central nécessaire. Je me dis que je le trouverais bien ailleurs. Je me trouve alors coincé avec la bobine et son support et le circuit imprimé, composants soudés. Je pense que vous avez compris l'objet de ma demande.

"OU PEUT-ON TROUVER A PARIS UN GALVANOMETRE DE 50  $\mu$ A À ZÉRO CENTRAL"

Il est évident que ceci est une question de vie ou de mort, alors répondez s'il vous plaît à cette demande.

Un électronicien amateur désireux de bien s'initier avec un chouette journal

Philippe MARCHAY  
75116 PARIS

[...]Cependant, j'ai, sur Montpellier quelques difficultés d'approvisionnement pour certains composants ! C'est le cas pour :

- \* Le résonateur piézo-électrique PB2720 (pour le rossignol électronique du n°12 p.24).

Par quoi puis-je le remplacer sachant que j'ai le choix entre un buzzer électromécanique (3, 6 ou 12 V) et un buzzer piézo-électronique...

- \* Les galvanomètres à bobine mobile que vous utilisez abondamment :

- de 100  $\mu$ A dans les n°14-16 et 18
- de 50  $\mu$ A à zéro central dans les N°15 et 23.

Sachant que les seuls galva que je trouve sont de 1, 3, 5, 10, 20 ou 30 ampères, comment puis-je faire ? Et par quoi les remplacer éventuellement ? Remarque : sur ma ville, le seul revendeur qui dispose de galvas de 100  $\mu$ A les vend la bagatelle de 200 francs pièce. Est-ce le prix ??? ou avez-vous des adresses où c'est moins cher ? [...]

Éric FONTAINE  
34000 MONTPELLIER

Commençons par le résonateur piézo : le vibreur électromécanique qu'on vous propose fonctionne tout simplement comme la sonnette classique qui nous sert souvent (dans la machine à électriser du n°25, par exemple). Impossible d'en tirer un autre son que celui que déterminent ses caractéristiques mécaniques.

Le vibreur piézo-électronique est une petite merveille de miniaturisation : il comporte, « bâti à l'intérieur » (comme on dit chez Micro-Applications), l'oscillateur qui transforme la tension continue en tension alternative. Les variations de la tension d'alimentation permettent des modifications de l'intensité du son, mais guère de sa fréquence. Nous appelons résonateur un composant passif, qui ne produit aucun son s'il est alimenté par une tension continue. Nous choisissons la fréquence et la forme de la tension alternative que nous lui appliquons, ce qui nous permet de choisir la hauteur du son. Le modèle PB2720 n'est peut-être pas disponible partout, mais tout bon revendeur se doit de proposer un modèle équivalent : tous les résonateurs piézo sans électronique conviennent.

Continuons avec les galvanomètres. Ces petits appareils de mesure, incorporés (chez Micro-Applications, on aurait dit « bâtis à l'intérieur ») à des montages divers, renseignent sur le fonctionnement du montage ou facilitent son réglage sans immobiliser un multimètre. La loi d'Ohm suffit pour calculer les résistances à mettre en série pour la mesure des tensions ou en parallèle pour la mesure des intensités. Voilà pourquoi nous ne nous privons pas de les utiliser.

Dix louis (200 francs) semblent un prix raisonnable pour un galvanomètre « de tableau » en 100 x 100 mm ou 130 x 130 mm. C'est même assez bon marché si le shunt est compris. Il s'agit d'appareils industriels destinés à des alimentations de secours et autres chargeurs de batteries de traction. Les galvanomètres que nous utilisons sont beaucoup plus petits (14 x 35 mm), vraisemblablement moins solides et moins précis (avec leurs échelles de dimensions réduites), mais ils sont beaucoup, beaucoup moins chers.

Comme vous vous trouvez nombreux à nous poser des questions sur les résonateurs et les galvanomètres, comme la formule remporte un certain succès, nous offrons encore une fois quelques lignes de cette rubrique aux revendeurs, annonceurs de la revue ou non, qui nous feront connaître la marque, les caractéristiques et le prix des galvanomètres (genre VUmètre) et des résonateurs piézo qu'ils tiennent en stock.



Intéressé par un thermostat différentiel (destiné en fait à un bouilleur de cheminée), j'ai lu avec attention la description parue dans votre numéro de juillet.

Je remarque que vous parlez de IC1 comme s'il devait avoir le comportement linéaire d'un ampli classique, et parfois comme s'il fonctionnait en comparateur. Cet ampli opérationnel sans contre-réaction va avoir un gain Hénaurme et se barrer en saturation, enlevant toute utilité à l'hystérésis de IC2 (trigger de Schmitt, à vue de nez les seuils doivent être voisins de 4 et 8 V. Si IC1 n'envoie que 0 ou 12 V, leur différence n'a guère d'importance).

Pourtant, en bas de la page 54, vous expliquez que IC1 "cherche à compenser l'écart... entre ses deux tensions d'entrée". Pour pouvoir compenser, il lui faudrait une résistance de contre-réaction, mais je n'en vois ni sur le schéma de principe (figure 4), ni sur plan de montage (figure 6), ni dans la nomenclature des composants.

J'hésite à en rajouter une (entre les bornes 6 et 2 de IC1), craignant de perturber le réglage d'offset ou d'introduire une dérive en température, et surtout ne sachant pas quel gain donner à l'étage (pour le déterminer, il faudrait choisir une sensi-

bilité de "x" degrés, par exemple 1 ou 5, et connaître avec une bonne précision la relation entre la température et la tension de seuil des transistors utilisés)... 0,2 mV (1pp)?? °C. Une fois le gain choisi, on ne saurait pas le réaliser, l'impédance de T2 n'étant pas connue, et très faible.

Quel était votre projet initial, comment rattraper le coup, ou me gourez-toutement ?

Merci ELEX de bien vouloir éclairer ma lanterne. Vous signalez (page 15) la publication précédente d'un "générateur de bruit de res-sac", ça m'intéresserait aussi. Dans quel numéro ? svp merci encore.

Pourquoi un quart de page en lbère ? (p.48) pas grave.

François COULMEAU  
95200 SARCELLES

Débarassons-nous d'abord des choses simples. Le générateur de bruit de res-sac a été décrit pages 20 et suivantes du n°2 de juin 1988, ce qui ne nous rajeunit pas ! La table des matières thématique est publiée chaque année dans le numéro de décembre, ce qui est bien pratique pour répondre aux demandes comme la vôtre.

Vos points d'interrogation après "1pp" nous rappel-

lent à la modestie. Nous finissons par croire que tout le monde sait, parce que nous l'avons écrit deux ou trois fois, ce que signifie 1pp. Extrait verbatim de l'éditorial du n°19, par la magie du traitement de texte et quelques frappes de touches d'un TTC (Tacet Taiwanese Compatible) :

Prenons un exemple : Une phrase comme « la tension de sortie de A1 est d'environ 4,5 V », qui fait négligé, deviendra désormais « la tension de sortie de A1 est de 4,5 V (1pp) ». Ce « pp » vous ne le trouverez dans aucun recueil d'abréviations. Il ne faut pas le confondre avec les « ppm » (parties par million, dont il avait été question dans l'édito du mois de décembre - à propos, la hausse du volt et de l'ohm, ce n'était pas du bidon). Ce « 1pp » signifie simplement « à un poil près ».

Bonne idée que d'adapter le thermostat différentiel à un récupérateur de chaleur pour cheminée ! Vous avez analysé le montage complètement ou presque, et vous ne vous « gourez » pas complètement. L'amplificateur IC1, monté en comparateur, essaye bien de compenser la différence de tension entre ses deux entrées. Nous savons, vous et moi, qu'il n'y a pas de résistance de contre-réaction, mais l'amplificateur ne le sait

pas, lui, et il augmente sa tension de sortie jusqu'à un « potentiel proche de la tension d'alimentation, ici +12 V » (écrivions-nous en haut de la troisième colonne de la page 54). C'est exactement ce que vous appelez « se barrer en saturation ». N'ajoutez pas de résistance de contre-réaction, ni de réaction, car vous changeriez l'intensité du courant qui traverse la sonde correspondante, et sa tension de seuil du même coup. Or tout ce qui nous intéresse, c'est la différence de température, donc la différence de tension ; n'en créez pas une artificiellement.

Pour ce qui est de l'hystérésis du deuxième comparateur, sachez qu'il n'est pas rare qu'un amplificateur opérationnel en boucle ouverte (comparateur sans réaction) hésite ou se stabilise avec une tension de sortie proche de la moitié de la tension d'alimentation. Il faut donc introduire une hystérésis pour éviter à la sortie du montage de « pomper ».

Sur le gain du comparateur : peu importe la valeur de la différence de tension, la moindre fraction de degré représente des calories à grappiller et il faut pomper aussitôt qu'une différence est détectée. Disons que le gain doit être infini et considérons qu'il l'est.

## La Chauve-Souris et les deux Belettes

Une chauve-souris donne tête baissée  
Dans un nid de belette ; et sitôt qu'elle y fut,  
L'autre, envers les souris de longtemps courroucée,  
Pour la dévorer accourut.

« Quoi ? vous osez, dit-elle, à mes yeux vous produire,  
Après que votre race a tâché de me nuire !  
N'êtes-vous pas souris ? Parlez sans fiction.  
Oui, vous l'êtes, ou bien je ne suis pas belette.  
— Pardonnez-moi, dit la pauvrete,  
Ce n'est pas ma profession.

Moi souris ! Des méchants vous ont dit ces nouvelles.  
Grâce à l'auteur de l'univers,  
Je suis oiseau ; voyez mes ailes :  
Vive la gent qui fend les airs ! »  
Sa raison plut, et sembla bonne.  
Elle fait si bien qu'on lui donne  
Liberté de se retirer.

Deux jours après, notre étourdie  
Aveuglément se va fourrer

Chez une autre belette, aux oiseaux ennemie.

La voilà derechef en danger de sa vie.  
La dame du logis avec son long museau  
S'en allait la croquer en qualité d'oiseau,  
Quand elle protesta qu'on lui faisait outrage :

« Moi, pour telle passer ! Vous n'y regardez pas.  
Qui fait l'oiseau ? c'est le plumage.

Je suis souris : « vivent les rats ! »

Jupiter confonde les chats ! »

Par cette adroite repartie

Elle sauva deux fois sa vie.

Plusieurs se sont trouvés qui, d'écharpe changeants,

Aux dangers, ainsi qu'elle, ont souvent fait la figue.

Le sage dit, selon les gens,

« Vive le roi ! vive la ligue ! »

Jean de LA FONTAINE



## Radio Bagdad en direct tous les soirs !

Les possesseurs de radios avec ondes courtes peuvent écouter en direct les différentes et étonnantes nouvelles de Radio Bagdad. Il suffit de brancher son transistor sur 13 660 kHz entre 21 heures et 23 heures (heure de Paris) pour entendre successivement speakerine et speaker lire — en français et en anglais — avec ardeur les exploits et les conseils du président Saddam Hussein. Ecoutez la différence avec nouvelles et commentaires d'un autre point de vue. Le tout entrelardé de musique pop américaine ou anglaise et d'un air « bien de chez nous » emprunté à Jean-Michel Jarre : Oxygène !

34 L'EVENEMENT DU JEUDI — 30 AOUT AU 5 SEPTEMBRE 1990

Quel embrouillamini avec l'heure locale, l'heure U.T.C., l'heure d'été, l'heure d'hiver, l'heure de vérité... Radio-Bagdad émet bien en français sur 13660 kHz, mais de 20 heures à 21 heures, ce qui semble correspondre à 23 heures locales. Les émissions sont assez puissantes pour être reçues convenablement avec une simple antenne fouet. La revue de la presse irakienne vaut le détour à elle toute seule.

Si l'on se souvient que le gouvernement américain n'a pu faire « tomber » Al Capone que grâce à un procès pour fraude fiscale, on pourrait suggérer aux gouvernements occidentaux d'attaquer le grand timonnier irakien devant les tribunaux pour obtenir le paiement des droits d'auteurs des chansons et des morceaux de musique diffusés sur les ondes de Radio-Bagdad. SACEM-ONU, même combat ?

ANT. VIUET. — HOM. Bourré, c.

**BOURRETTE** [bure]. n. f. (XVI<sup>e</sup>; de bourre). Soie grossière qui entoure le cocon. V. Bourre.

**BOURRICHE** [buri]. n. f. (1526; o. i.). Sorte de long panier sans anse servant à transporter du gibier, du poisson, des huîtres. x

x et des transistors, v. page 13





# les antennes

Tout le monde connaît les antennes car elles font partie de notre paysage, surtout urbain ; on se pose rarement la question de savoir comment elles fonctionnent. L'idée courante est qu'elles « captent les ondes ». Il y a du vrai, mais un récepteur de radio ou de télévision n'a rien à faire d'ondes, il fonctionne, comme tout circuit électronique, avec des courants et des tensions. De plus une antenne capable de recevoir peut aussi émettre.

## discrète l'antenne en ferrite

Les ondes radio sont des ondes électromagnétiques, elles comportent une partie électrique et une partie magnétique. L'antenne d'émission produit à la fois un champ électrique et un champ magnétique, qui sont toujours liés. Comme un champ magnétique variable qui traverse une bobine y induit un courant électrique, on peut transformer facilement le champ magnétique en une tension utilisable par le récepteur.

L'antenne en ferrite (dite aussi cadre ferrite) de la **figure 1** tient son nom du barreau qui sert de noyau

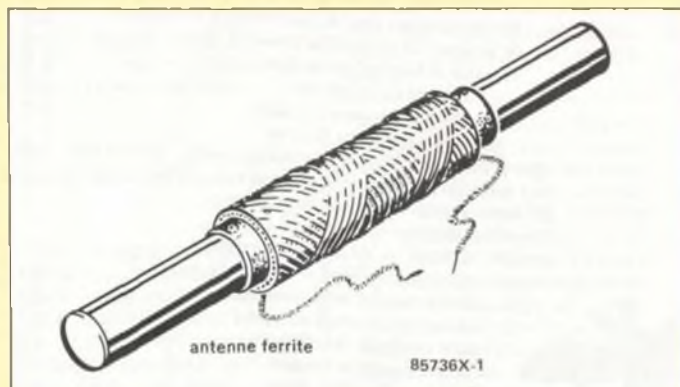
à la bobine. Le ferrite (oui, c'est masculin) est un oxyde de fer utilisé pour la fabrication de noyaux magnétiques pour les hautes fréquences. L'oxyde est préférable au fer lui-même car il est isolant et ne donne donc pas naissance à des courants de Foucault. Le barreau est fabriqué par frittage, un procédé qui consiste à agglomérer de la poudre sous une forte pression.

Le noyau magnétique concentre les lignes du champ magnétique, ce qui augmente le courant induit dans la bobine et améliore le rendement de l'antenne. Comme les ondes se propagent en cer-

l'antenne de l'émetteur, la réception est maximale quand le barreau est tangent à ces cercles, c'est-à-dire quand il est perpendiculaire à la direction de l'émetteur. Cette propriété du cadre ferrite, la directivité, peut être mise à profit pour atténuer la perturbation apportée par un émetteur proche et puissamment lors de la réception d'un émetteur plus faible.

## l'antenne par excellence le dipôle

L'utilisation de l'antenne en ferrite n'est possible que (figure 2) depuis



**Figure 1** - L'antenne (ou cadre) ferrite est constituée d'une bobine et du noyau qui lui a donné son nom. Elle est sensible surtout au champ magnétique. La présence du noyau modifie peu l'inductance de la bobine car les lignes de champ caractéristiques de l'auto-induction se referment au plus près de la bobine, sans parcourir la totalité du barreau magnétique.



que pour les petites et grandes ondes, de longueur supérieure à 190 m, c'est-à-dire pour des hautes fréquences relativement basses (*sic*), jusqu'à 1600 kHz.

Dès qu'on aborde le domaine des ondes très courtes (VHF, *very high frequency*) ou ultra-courtes (UHF, *ultra high frequency*), les bobines se résument à quelques spires, voire une seule. C'est une bobine de ce genre que représente la figure 3. Le condensateur de la figure 3b n'interrompt pas la boucle, puisqu'il laisse passer le courant alternatif. En redressant les deux demi-spires, on obtient le dipôle de la figure c ou d. L'inductance diminue fortement, mais ce n'est pas gênant pour des fréquences de plusieurs mégahertz ou dizaines de mégahertz. Les armatures du condensateur, éloignées comme elles le sont maintenant, ne jouent pratiquement plus de rôle. Nous sommes arrivés au dipôle qui est l'élément essentiel de l'antenne Yagi. Si vous montez sur le toit, vous reconnaîtrez facile-

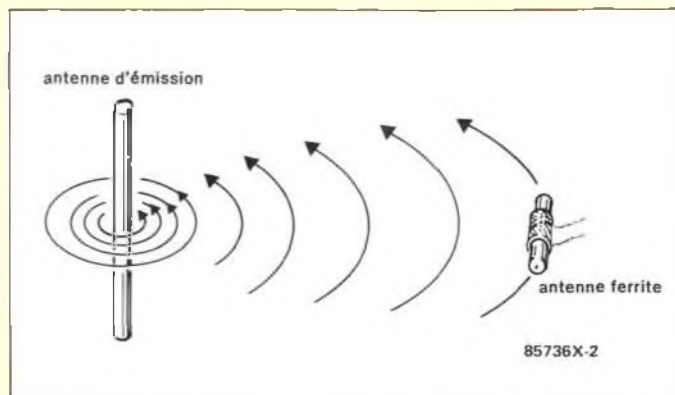


Figure 2 - L'antenne ferrite présente son maximum de sensibilité quand elle est orientée perpendiculairement à la direction de l'émetteur. C'est dans cette position qu'elle est traversée dans toute sa longueur par les lignes de champ de l'onde radio.

ment parmi les dents du râtelier les deux qui forment le dipôle : ce sont celles qui reçoivent le câble. Suivant la bande de fréquence à recevoir, il se peut que le dipôle conserve la forme d'une bobine à une seule spire, aplatie, ce qui donne un trombone comme celui de la figure 4. Le passage de la bobine au dipôle montre que l'antenne peut capter aussi la composante magnétique de l'onde radio (ou télé). Pour ce faire, elle doit être orientée parallèlement à la

direction de l'émetteur. En principe le dipôle capte la composante électrique. Essayons une comparaison qui ne nous entraîne pas trop loin dans la théorie. Considérons les ondes produites par la chute d'une pierre dans l'eau. Il s'agit de mouvements de l'eau de haut en bas. Un bouchon qui flotte monte et descend, mettant en évidence des variations de pression de l'eau. Notre analogie hydraulique habituelle tombe à pic : les variations de pression

correspondent à des variations de tension, c'est-à-dire à une tension alternative. Le dipôle, immergé dans le champ électrique, voit ces variations de tension comme le bouchon subit les variations de pression. Chaque branche est tantôt positive, tantôt négative. Ces variations de tension s'ajoutent aux tensions induites par le champ magnétique.

La différence entre le dipôle et le bouchon, mis à part l'accent circonflexe, est que le bouchon est indifférent à la fréquence des variations de niveau de l'eau, alors que le dipôle fonctionne au mieux pour une fréquence donnée. Le dipôle résonne pour une fréquence précise qui est fonction de sa dimension : la longueur totale du dipôle doit être égale à la moitié de la longueur d'onde.

Le calcul de la longueur d'onde en fonction de la fréquence tient compte de la vitesse de propagation des ondes.

$$\lambda = \frac{300.000.000 \text{ m}}{f}$$

$\lambda$  (la lettre grecque lambda) représente la longueur d'onde en mètres si la fréquence  $f$  est exprimée en hertz.

La célérité des ondes électromagnétiques est très proche de 300 000 km par seconde, soit  $3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ .

Exemple de calcul :

La fréquence de 100 MHz est au milieu de la bande de radiodiffusion en modulation de fréquence, la longueur d'onde est :

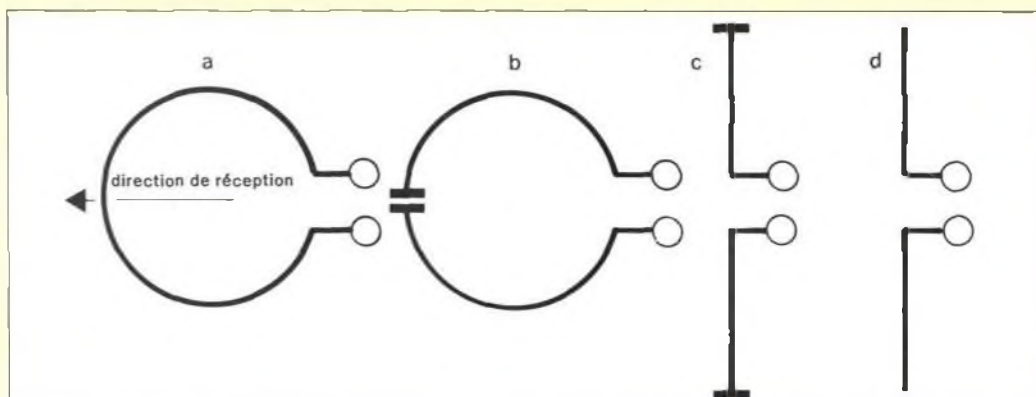


Figure 3 - Le dipôle peut être représenté comme une bobine à une spire, coupée en son milieu et refermée par un condensateur. Il est sensible à la fois au champ magnétique et au champ électrique

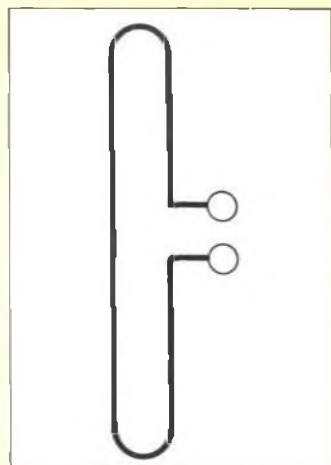


Figure 4 - Le trombone, forme particulière de dipôle, ressemble encore assez à une bobine.

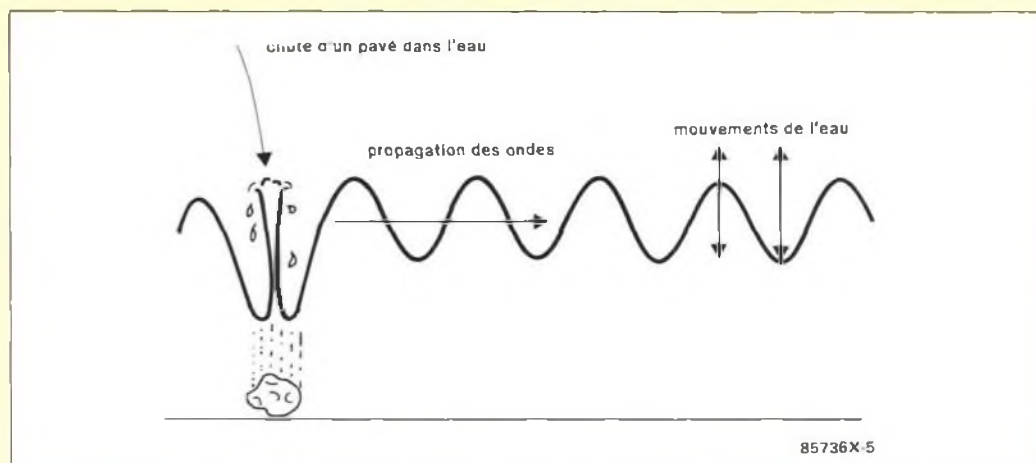


Figure 5 - La chute d'une pierre dans l'eau donne naissance à des ondes qui se propagent à la surface. Les mouvements verticaux de l'eau peuvent être assimilés aux variations de potentiel électrique qui font partie des ondes radio. C'est cette composante électrique que capte le dipôle.

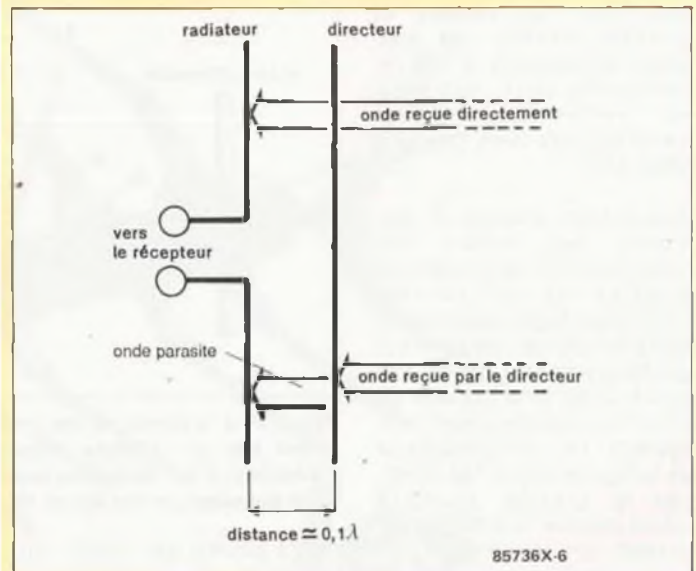


Figure 6 - Le directeur capte les ondes de l'émetteur, tout comme le radiateur. Ce dipôle court-circuité, parcouru par un courant, ré-émet vers le radiateur le signal qu'il a reçu. Sa longueur et sa position déterminent le rapport de phase entre l'onde directe et l'onde parasite reçues par le radiateur. Si les deux arrivent en phase, la réception est renforcée.

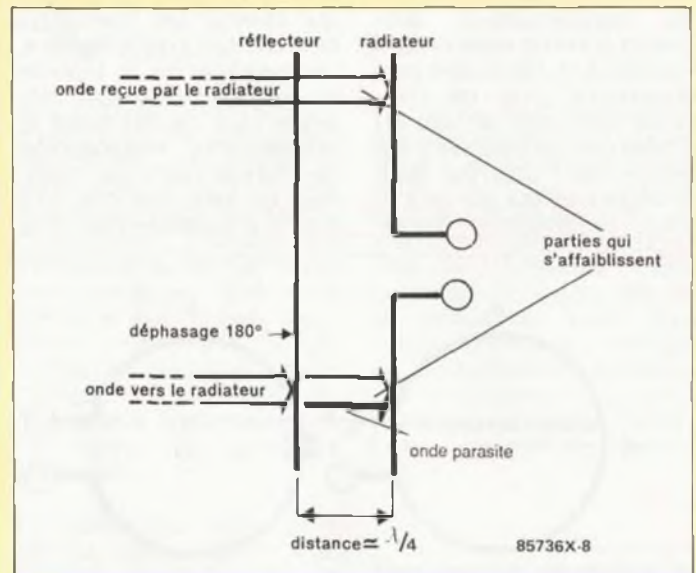


Figure 8 - Le réflecteur joue le rôle d'écran pour les ondes arrière. Il ré-émet les signaux vers le radiateur avec un déphasage de  $180^\circ$  qui annule l'effet de l'onde directe.

$$\lambda = \frac{300.000.000 \text{ m}}{100.000.000 \text{ Hz}} = 3 \text{ m}$$

Un dipôle pour la réception de la modulation de fréquence devrait donc mesurer 1,5 mètre. En pratique, un écart de 5% est parfaitement admissible.

### des branches dans la forêt d'antennes : l'antenne Yagi

L'antenne Yagi est caractérisée par la présence de brins accordés devant le dipôle, appelés directeur, et d'un ou plusieurs autres, derrière le dipôle, appelés réflecteurs. Avant et arrière

tion de la direction de l'émetteur, car une des propriétés intéressantes de l'antenne Yagi est son effet directif très prononcé.

#### arbre

Le dipôle prend le plus souvent le nom de radiateur, car dans une antenne d'émission c'est lui qui rayonne. Le tube horizontal qui porte le tout aurait pu s'appeler arbre, mais dans le jargon des spécialistes il s'appelle boom (prononcer bôme comme pour les bateaux), ce qui signifie arbre en batave (malgré son aspect, la bôme des bateaux est du genre féminin, alors que le boom, lui...).



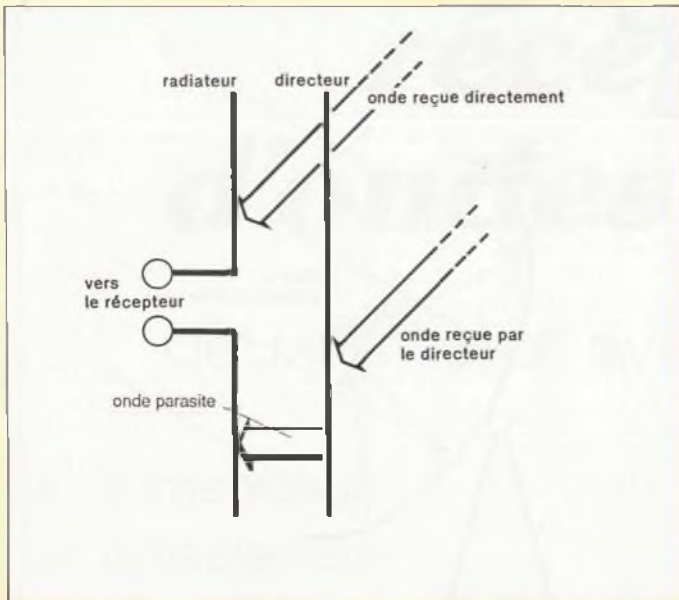


Figure 7 - Les ondes qui arrivent de biais sur le réflecteur parcourent un chemin plus long avant d'arriver sur le radiateur. L'onde parasite émise par le réflecteur n'arrive plus en phase et vient s'opposer à l'onde directe, ce qui atténue la réception des émetteurs qui ne sont pas dans l'axe de l'antenne.

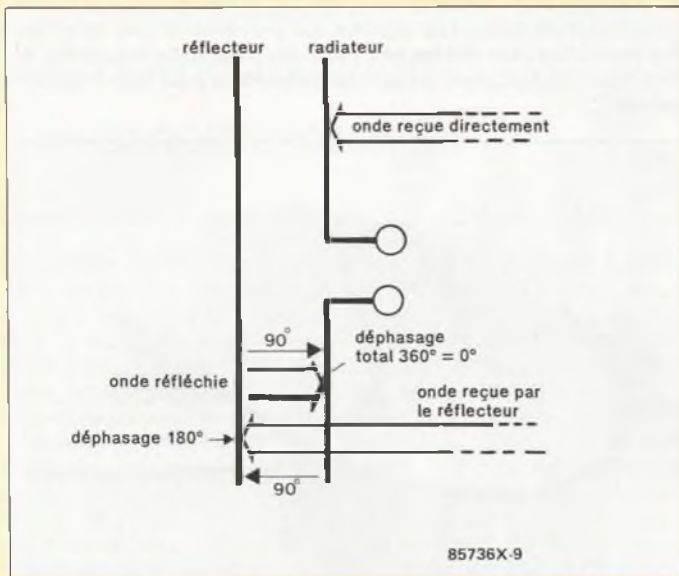


Figure 9 - En même temps qu'il arrête les ondes arrière, le réflecteur renvoie l'onde avant vers le radiateur après deux déphasages de 180°, autrement dit en phase, ce qui renforce la réception.

#### directeur

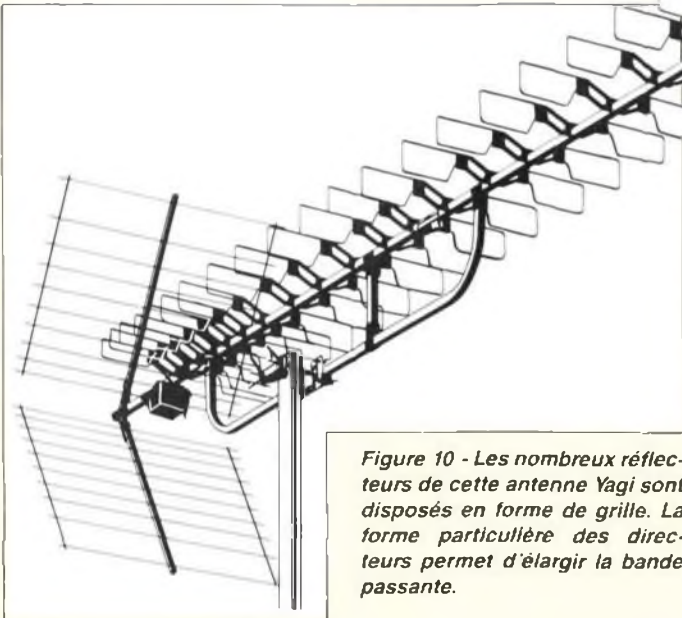
Le dipôle est encadré d'autres éléments dits brins parasites. Les brins directeurs sont des dipôles un peu plus courts que le radiateur, court-circuités au milieu, autrement dit des barreaux continus. Ils réémettent vers le radiateur les ondes qu'ils captent, en phase avec l'onde de l'émetteur du fait de leur dimension et de leur position, mesurée en fractions de la longueur d'onde. Le radiateur capte ainsi un signal plus important (figure 6), somme de l'onde directe et de l'onde parasite en phase. Le renforcement ne se produit que pour les ondes qui arrivent

dans la direction perpendiculaire au radiateur. En effet, les ondes qui arrivent en biais doivent parcourir un chemin plus long entre le directeur et le radiateur, et ne se trouvent pas en phase (figure 7). Les signaux des émetteurs qui ne se trouvent pas dans l'axe du boom sont donc fortement atténués, puisque le directeur émet une onde parasite qui vient diminuer leur effet sur le radiateur.

#### réflecteur

Le réflecteur, disposé à l'arrière, est plus long que le dipôle et il renvoie sur le radiateur les ondes qu'il reçoit, mais déphasées de





**Figure 10 - Les nombreux réflecteurs de cette antenne Yagi sont disposés en forme de grille. La forme particulière des directeurs permet d'élargir la bande passante.**

180°. L'onde parasite déphasée annule sur le radiateur l'effet de l'onde directe. Ce n'est vrai que pour les ondes qui arrivent par l'arrière de l'antenne ; les ondes avant, déphasées deux fois de 180°, se retrouvent en phase (360°) à hauteur du dipôle. Le résultat est que les émetteurs situés derrière l'antenne ne sont pas reçus, pas plus que ceux qui sont situés devant mais pas dans l'axe.

### **jusques à quand enfin...**

Des brins parasites supplémentaires (surtout directeurs) augmentent le gain et la directivité de l'antenne à condition qu'ils soient disposés judicieusement. Le gain s'exprime, vous l'aviez deviné, en décibels, avec comme valeur de référence (0 dB) la tension produite par un simple dipôle accordé. L'amélioration n'est plus sensible au-delà d'une quinzaine de brins.

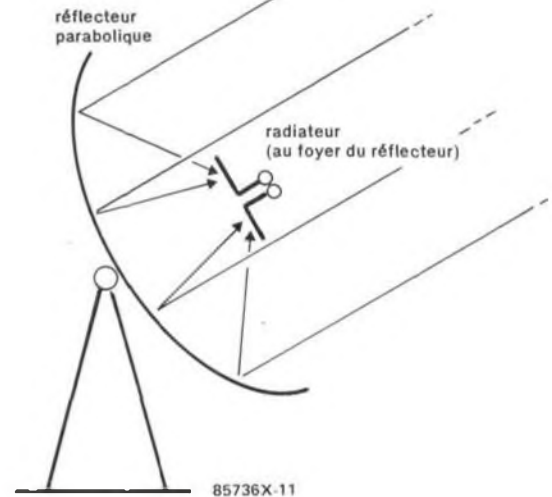
Au fur et à mesure qu'on augmente le gain d'une antenne, sa bande passante diminue. Il faut donc trouver un compromis si on veut pouvoir capter des émetteurs différents avec la même antenne, ce qui suppose une bande passante d'une certaine largeur. Une antenne pour la réception de la radio en modulation de fréquence doit capter avec un gain à peu près uniforme les ondes de fréquence comprise entre 88 MHz et 108 MHz. Cet écart de 20% entre les extrêmes et

le centre de la bande pose un problème délicat si on ne veut pas trop altérer le gain.

Le problème de la largeur de bande est moins aigu dans la bande de télévision UHF (400 MHz), où les écarts sont moins importants en pourcentage.

### **le futur aujourd'hui l'antenne parabolique.**

Les satellites de radio-diffusion se multiplient au point qu'on peut se demander s'ils ne vont pas commencer à faire de l'ombre et compenser un peu l'« effet de serre » dû au gaz carbonique. Ils relayent les émissions de radio et télévision sur des fréquences de plusieurs milliards de hertz (environ 15 gigahertz). Les longueurs d'onde correspondantes ne sont plus que de quelques centimètres et les antennes Yagi ne conviennent plus. Un radiateur d'antenne Yagi de 1 cm de long serait mignon, mais il ne capterait pratiquement aucun signal. On le place donc au foyer d'un réflecteur parabolique qui concentre sur lui les ondes reçues. L'accord résulte tout autant de la distance entre le radiateur et le réflecteur, pour les impératifs de mise en phase, que de la géométrie du radiateur. Le réflecteur parabolique a un effet directif encore plus prononcé que l'antenne Yagi, ce qui est rendu nécessaire par les très longues distances entre le satellite et le site de réception. 85736



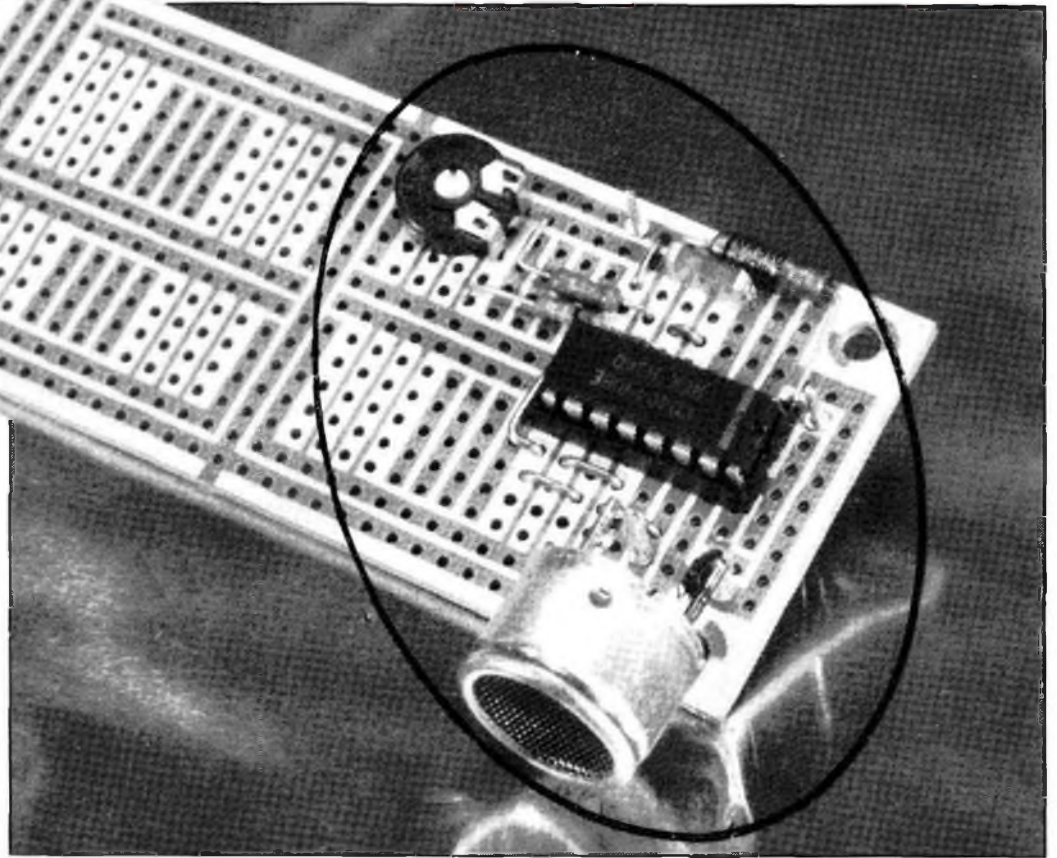
**Figure 11 - Le réflecteur parabolique, beaucoup plus grand que celui de l'antenne Yagi, concentre les ondes sur le radiateur qui se trouve précisément au foyer. Les signaux qui proviennent des satellites sont beaucoup plus faibles que ceux des émetteurs terrestres, et l'antenne doit donc avoir un gain plus important pour les rendre utilisables.**



**Figure 12 - Cette parabole destinée à la réception des satellites a un diamètre de 1,20 m. Le point d'interrogation n'est pas un radiateur ordinaire, il s'agit d'une cavité résonnante, accordée par ses dimensions sur la fréquence à recevoir. Pour ces hyper-fréquences, les parois de la cavité sont à la fois les éléments conducteurs, inductifs et capacitifs du circuit résonnant.**



En lisant le titre de cet article, émetteur d'ultrasons, on se fait une idée assez fantastique de ce que pouvait être un tel émetteur. Eh bien, vous constaterez sur le schéma de la figure 1 qu'il n'en est rien, au contraire ! Pour produire des ultrasons, il suffit de convertir en signaux acoustiques, c'est-à-dire en vibrations de l'air, des signaux électriques dont la fréquence soit supérieure à 20 kHz.



# émetteur d'ultrasons

Pour ce qui concerne la partie électrique, quelques inverseurs logiques CMOS font l'affaire. Le schéma montre qu'ils sont agencés en multivibrateur astable, avec un étage de sortie complémentaire. Le haut-parleur, lui, n'est pas un composant aussi ordinaire que le 4049, mais un transducteur ultrasonique (US), c'est-à-dire un résonateur, muni d'une membrane, accordée sur des fréquences nettement supérieures à 20 kHz : nos oreilles ne perçoivent donc pas le signal émis. Sur notre circuit, la fréquence est réglable à l'aide de P1 à partir de 17 kHz à peu près, une fréquence que les plus jeunes de nos lecteurs entendent encore faiblement s'ils n'ont pas déjà gâté leurs oreilles par des niveaux sonores trop élevés dans le casque de leur baladeur ou dans les enceintes de leur chaîne stéréo. La plage de réglage se termine vers 45 ou 50 kHz, la fréquence des chauve-souris. La plage des fréquences émises par le multivibrateur astable est déterminée également, ne l'oubliez pas, par la capacité de C1 et par la tension

d'alimentation du circuit intégré.

## étage complémentaire

Revenons un instant sur l'étage complémentaire que forment N3/N4 et N5/N6. Le circuit intégré 4049 comporte six inverseurs dont deux seulement sont utilisés pour réaliser le multivibrateur astable ; c'est pourquoi, plutôt que de laisser les

quatre autres inutilisés, nous avons pu les mettre à contribution pour augmenter l'amplitude du signal ultrasonique. En montant N4 et N3 en parallèle, nous doublons le courant de sortie de cet étage ; il en est de même pour N5 et N6. Nous aurions pu nous contenter de monter le transducteur US entre la sortie de l'étage tampon N3 (N4) et la masse. Dans ces conditions, la tension appliquée à ses bornes eût été la tension d'alimen-

tation quand la sortie de N3 est haute. Elle eût été nulle en revanche en présence du niveau logique bas en sortie de N3.

Maintenant, quand la sortie de N3 et N4 est basse, celle de N5 et N6 est haute : aux bornes du transducteur US nous avons donc toujours une tension proche de la tension d'alimentation, mais sa polarité a été inversée. L'amplitude de la tension à laquelle est soumise la capsule

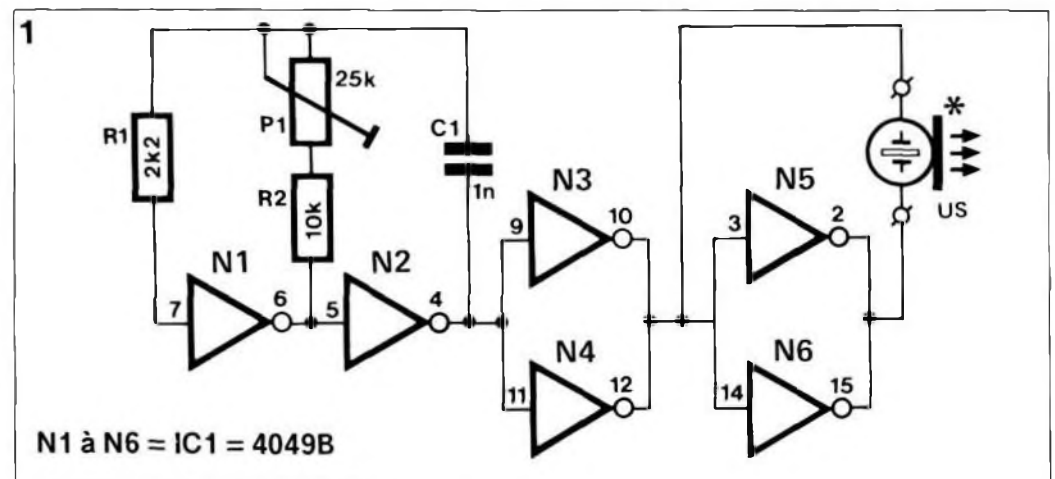


Figure 1 - Un seul circuit intégré pour réaliser cet émetteur d'ultrasons ! Deux des inverseurs forment le générateur proprement dit (un multivibrateur astable), les quatre autres forment un amplificateur. La capsule US est un résonateur spécial, accordé sur une fréquence supérieure à 20 kHz.



d'émission n'augmente pas dans l'absolu. Pourtant, cette tension devenue alternative fournit deux fois plus d'énergie, ou, pour être précis, elle fournit la même quantité d'énergie, mais deux fois plus souvent dans le même laps de temps.

## applications

L'émetteur d'ultrasons expérimental que nous vous proposons de réaliser pourra servir notamment à tester le circuit "radio

chauve-souris" présenté ailleurs dans ce numéro. Une autre application intéressante pourrait être le dépannage d'anciens circuits de télécommande, datant de l'époque reculée où l'on utilisait encore les ultrasons à des fins de télécommande (précisons qu'aujourd'hui on utilise généralement le rayonnement infra-rouge). Si la télécommande US d'un vieux téléviseur ne fonctionne plus, il n'est pas facile de déterminer, à moins de disposer d'un émetteur de test, si c'est le récepteur ou l'émetteur, ou peut-être les deux, qui ont rendu leur dernier souffle.

Une autre application expérimentale est le générateur de signaux morse. Commandez l'émetteur par une clef morse comme indiqué sur le schéma de la figure 3a, et utilisez le circuit "radio chauve-souris" présenté ailleurs dans ce numéro, comme récepteur. La portée devrait être d'une quinzaine de mètres, peut-être même plus si l'on se donne la peine de bien aligner l'émetteur et le récepteur et si on munit ce dernier d'un réflecteur...

Le schéma de la figure 3b permet d'accorder la fréquence de l'émetteur sur la fréquence de résonance du transducteur afin d'obtenir l'amplitude maximum du signal de sortie. La capsule de réception de ce circuit auxiliaire pourra être empruntée au récepteur "radio chauve-souris" pour le temps que durera la mise au point. Le voltmètre est un simple voltmètre analogique ou

un modèle numérique, peu importe.

Nous avons aussi tenté quelques expériences sur l'effet Doppler, cet effet bien connu de transposition de la fréquence d'une source de signaux en mouvement : quand une voiture, un train ou un avion s'approche de vous, la fréquence des bruits émis par ce véhicule semble croître ; puis, quand il s'éloigne, en même temps que vous entendez l'amplitude du son décroître, il vous semble que sa fréquence baisse. Les déplacements de l'émetteur d'ultrasons se traduisent, dans le récepteur (radio

chauve-souris) par un miaulement proportionnel à la vitesse du mouvement de l'émetteur. C'est d'ailleurs selon ce principe que fonctionnent les alarmes à ultrasons. Dans le volume protégé, aucun mouvement ne perturbe en principe la diffusion des ultrasons de l'émetteur et leur propagation vers le récepteur. L'intrusion d'un corps quelconque dans le volume protégé perturbe la propagation des ondes sonores, ce qui donne un effet Doppler se traduisant par un déplacement des fréquences reçues. Les obstacles immobiles ne sont pas détectés.

85723

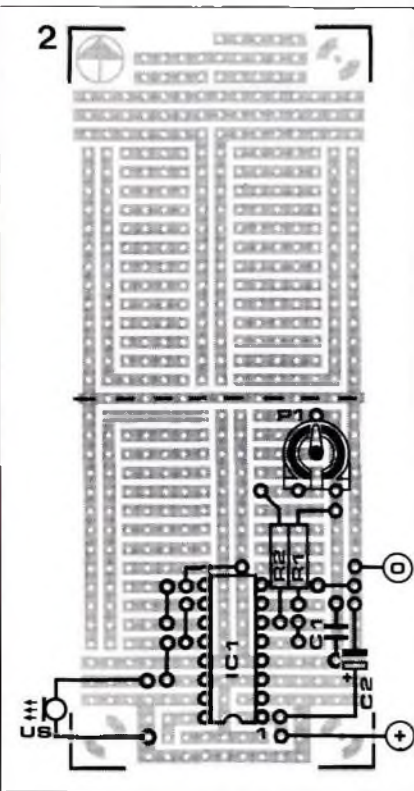


Figure 2 - Il vous reste bien, au fond de l'un ou l'autre tiroir, une moitié de platine d'expérimentation sur laquelle vous pourrez monter ce circuit très simple. Comme coffret vous utiliserez, par exemple, une petite boîte d'allumettes.

### LISTE DES COMPOSANTS

R1 = 2,2 kΩ  
R2 = 10 kΩ  
P1 = 25 kΩ var.  
C1 = 1 nF  
C2 = 1 μF/16 V  
IC1 = 4049B

Divers :  
transducteur ultrasonique (de type "S" pour send = émission)  
S1 = bouton poussoir ou clé de morse  
1/2 platine d'expérimentation de petit format support pour circuit intégré à 16 broches

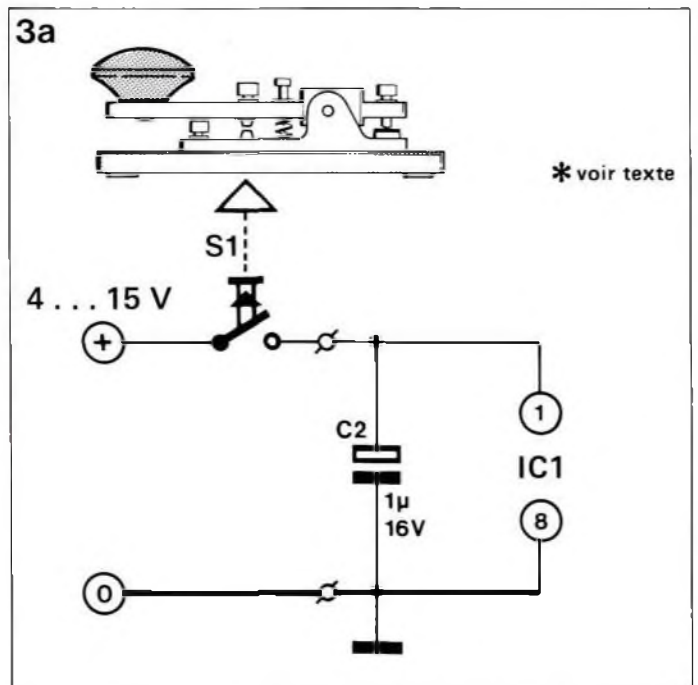


Figure 3a - Pour faire de l'émetteur d'ultrasons un générateur de signaux morse, il suffit de monter une clé de morse ou un simple bouton poussoir dans sa ligne d'alimentation. N'omettez pas le condensateur de filtrage des rebonds.

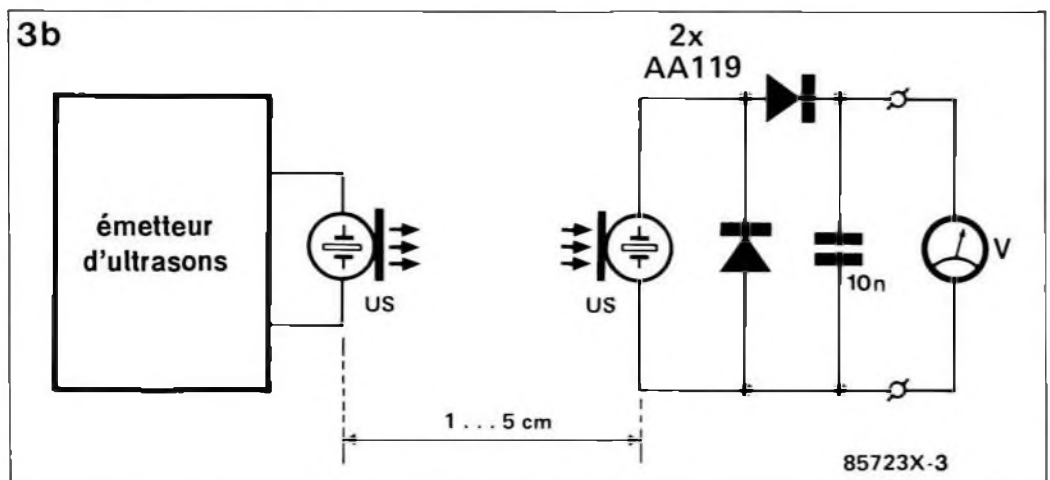
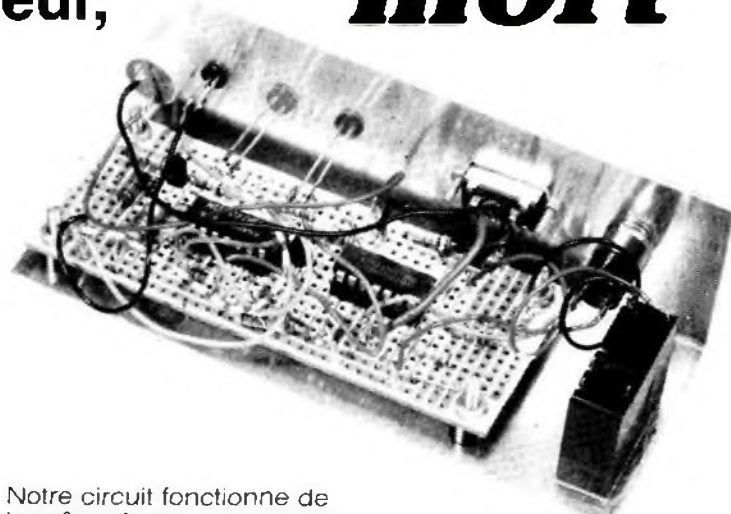


Figure 3b - Ce circuit auxiliaire permet de rechercher la fréquence de résonance du transducteur ultrasonique, ou du moins la fréquence qui soit un compromis optimal entre la fréquence de résonance de l'émetteur et celle du récepteur : la tension affichée sur le voltmètre V atteindra sa valeur maximum quand l'amplitude du signal sera la plus forte possible à la fois à l'émission et à la réception.



# circuit de l'homme mort

ou comment un oscillateur, un compteur binaire et quelques portes peuvent constituer un automate rudimentaire.



Les mécaniciens et autres aides-conducteurs des chemins de fer connaissent bien ce système de sécurité utilisé sur les motrices réelles. Pour les *ferrovipathes*, et les autres, rappelons qu'il s'agit d'un dispositif qui n'autorise la marche normale du train que si le conducteur donne régulièrement signe de vie. Pour cela il doit appuyer périodiquement sur un bouton ou une pédale. Si un intervalle de temps donné se passe sans qu'il ait actionné son bouton, ou sa pédale, ou donné un coup d'avertisseur, ou actionné une commande quelconque, d'accélération ou de ralentissement, le système lui fait d'abord un petit signe amical : un voyant s'allume ; ensuite, comme il se peut qu'il se soit endormi, le système essaie de le réveiller avec un avertisseur puissant et plutôt agressif. Si le vacarme n'a pas réveillé le bonhomme, c'est qu'il est mort.

Il ne reste plus qu'à arrêter le train : le système provo-

que une disjonction générale puis actionne le freinage d'urgence. Le même scénario se produit si la pédale est enfoncée en permanence : cela pourrait signifier que l'homme est mort et qu'il est tombé sur la pédale.

Voilà pour le système le plus simple ; les systèmes plus modernes tiennent compte de la vitesse de la motrice pour déterminer la fréquence des actions sur la pédale. En effet, les réflexes nécessaires ne sont pas les mêmes sur un TGV en plein vol et sur une CC 14000 emmenant deux mille trois cents tonnes de minerai à sa vitesse limite de 60 kilomètres à l'heure.

Nous ne nous attarderons pas sur les conséquences du freinage d'urgence : plaies et bosses, chute des bagages dans les voitures, méplat à la jante des roues, demande d'explications écrites au conducteur... Envisageons plutôt la façon d'adapter ce système au modélisme ferroviaire.

Notre circuit fonctionne de la même façon que le vrai. La plus grande différence est que le conducteur n'est pas dans la machine, mais derrière son tableau de commande. Même si vous n'êtes pas *ferrovipathe*, restez avec nous, la logique vous intéresse peut-être ; il s'agit aujourd'hui de compteurs et d'oscillateurs.

## Le principe

Examinons le schéma de la figure 1 en commençant par la gauche. Il y a bien, comme promis, un oscillateur : c'est l'**horloge** qui délivre des impulsions aux deux compteurs. Quand l'inverseur est en position **rapide**, le compteur 2 reçoit ses impulsions directement de l'horloge ; quand l'inverseur est en position **lent**, la fréquence est divisée, c'est alors la sortie du compteur 1 qui actionne l'entrée du compteur 2. La

partie logique proprement dite obéit au compteur 2 et commande trois voyants à LED, un vibreur et un relais.

Le voyant vert s'allume à la première pression sur le bouton de remise à zéro (RAZ). Il restera allumé à la seule condition que les pressions sur le bouton soient suffisamment fréquentes. Dans le cas contraire, il s'éteint et le jaune s'allume. Si le mécanicien réagit et appuie sur le bouton à ce moment-là, le jaune s'éteint et le vert se rallume pour une période. Faute de réaction assez prompte, le vibreur retentit. Le voyant jaune et le bruit du vibreur sont le signe pour le mécanicien qu'il est plus que temps d'appuyer sur le bouton ou la pédale. S'il se décide, le voyant vert se rallume et c'est reparti pour un tour.

➤ suite page 32 ➤

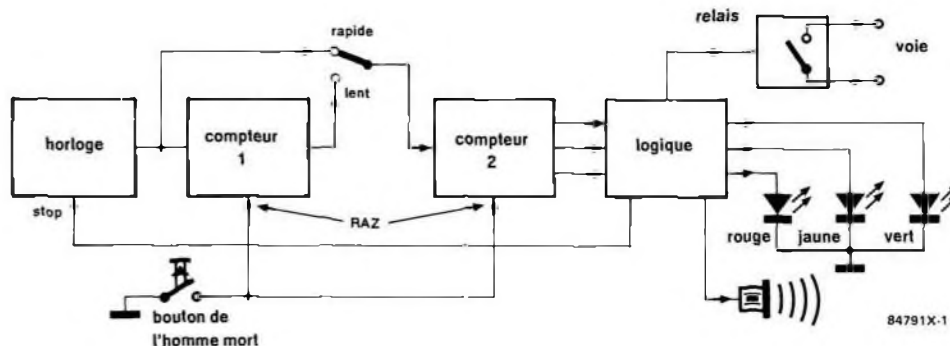


Figure 1 - Le schéma synoptique du circuit de l'homme mort est celui d'un petit automate à une entrée et quatre sorties.



Si, lampe jaune allumée et vibreur vibrant, le conducteur ne saute pas sur la pédale, c'est sa prime qui saute à la fin du mois : le voyant rouge s'allume et le relais retombe dans son état de repos. Comme le contact du relais est monté en série avec l'un des fils qui relient le transformateur aux rails (ou à la caténaire), c'est le freinage d'urgence. À ce moment le vibreur se tait et le voyant vert est éteint. L'oscillateur est bloqué et le circuit reste dans cet état jusqu'à la remise à zéro par une pression sur le bouton. Naturellement, l'incident est enregistré par la bande Flaman et, après dépouillement, le conducteur et son aide seront convoqués au bureau du chef de traction pour entendre parler du pays.

Dans « bande Flaman », il n'y a ni histoire belge ni faute d'orthographe. Monsieur Eugène Flaman, ingénieur, est né à Moulins-sur-Céphons, dans l'Indre, en 1842. Outre le tachymètre-enregistreur de vitesse qui porte son nom, il a inventé en 1889 une chaudière à deux corps. Il s'est éteint en 1935, ce qui ne ressemble pas à un arrêt d'urgence. La bande enregistre la vitesse, mais aussi l'état des signaux franchis, et leur « pointage » par le mécanicien avant leur franchissement.

## Le circuit

Voilà pour la fonction du circuit. Attaquons maintenant le fonctionnement, à l'aide du schéma de principe de la **figure 2** et du chronogramme de la **figure 3**. Le chronogramme représente les impulsions lorsque l'inverseur S2 est en position **rapide**, ce qui va nous faire gagner du

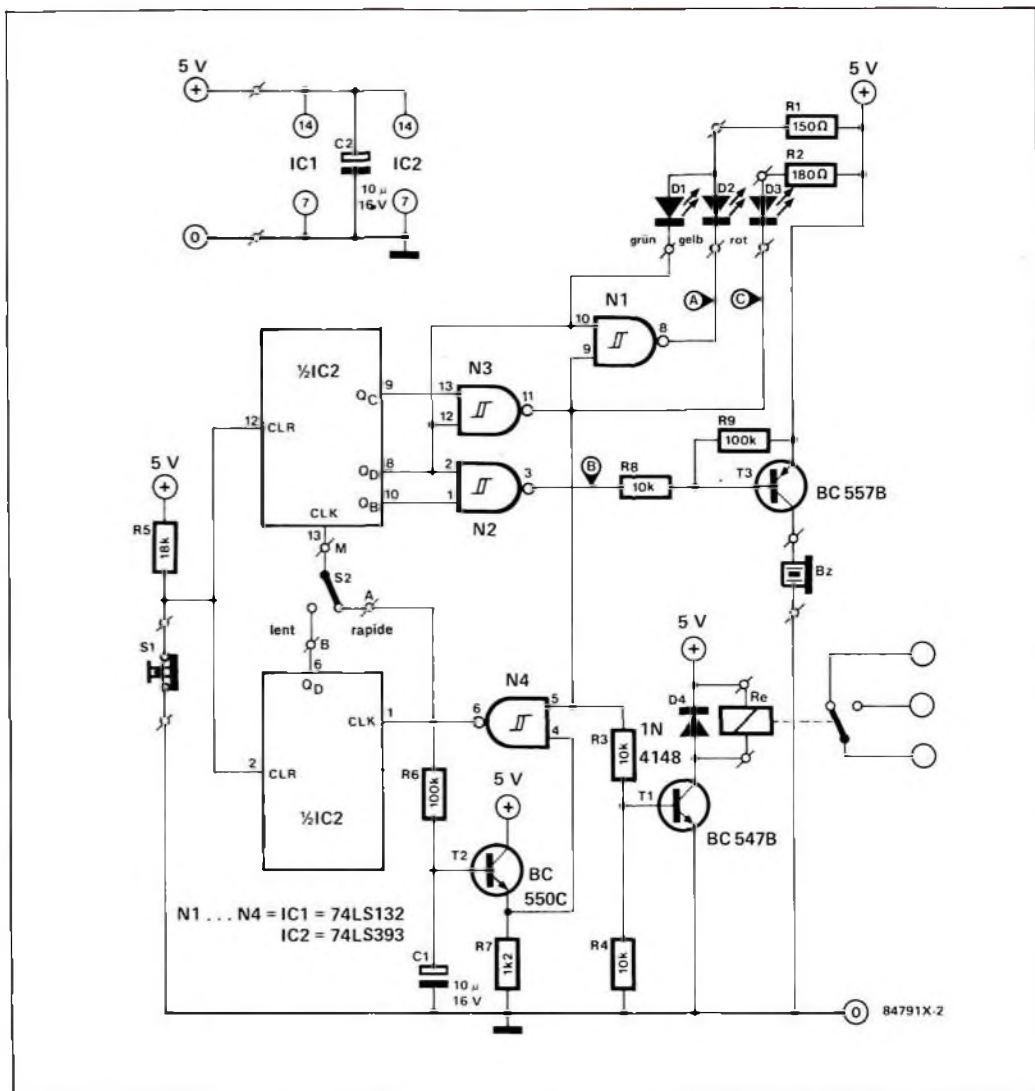


Figure 2 - Le schéma de principe du circuit de l'homme mort. La liaison entre la sortie de N3 et l'entrée de N4 interdit l'oscillateur et interdit à un deuxième cycle de commencer si le premier a pu aller à son terme.

temps. Nous examinerons plus tard le fonctionnement en position **lent**. L'oscillateur est constitué par la porte NAND (NON-ET) N4, T2, et le réseau R6/C1. Le transistor T2 est monté en émetteur-suiveur, c'est-à-dire que sa tension de sortie (émetteur) suit sa tension d'entrée (base).

À la mise sous tension, comme le condensateur n'est pas chargé, la tension de l'émetteur est nulle, donc celle de l'entrée 4

de N4 aussi. C'est suffisant (voir la table de vérité de la porte NON-ET) pour bloquer la sortie (broche 6) à 1. Le condensateur se charge à travers R6, jusqu'à ce que la tension de l'émetteur atteigne le niveau logique 1 et que la sortie de N4, conséquemment, passe à zéro (avons-nous dit que l'entrée 5 est à 1 ?). La broche 6 de N4, passée à zéro, permet au condensateur de se décharger à travers R6. La décharge durera jusqu'à ce que la tension soit tom-

bée au niveau zéro et que la sortie de N4 repasse à 1.

Nous voici revenus au point de départ, c'est ce qu'on appelle une oscillation.

La sortie de la porte N4 est aussi la sortie de l'oscillateur. C'est son signal qui est représenté sur la première ligne du chronogramme de la figure 3. Les impulsions d'horloge sont appliquées directement à l'entrée du compteur 2. Les deux compteurs se





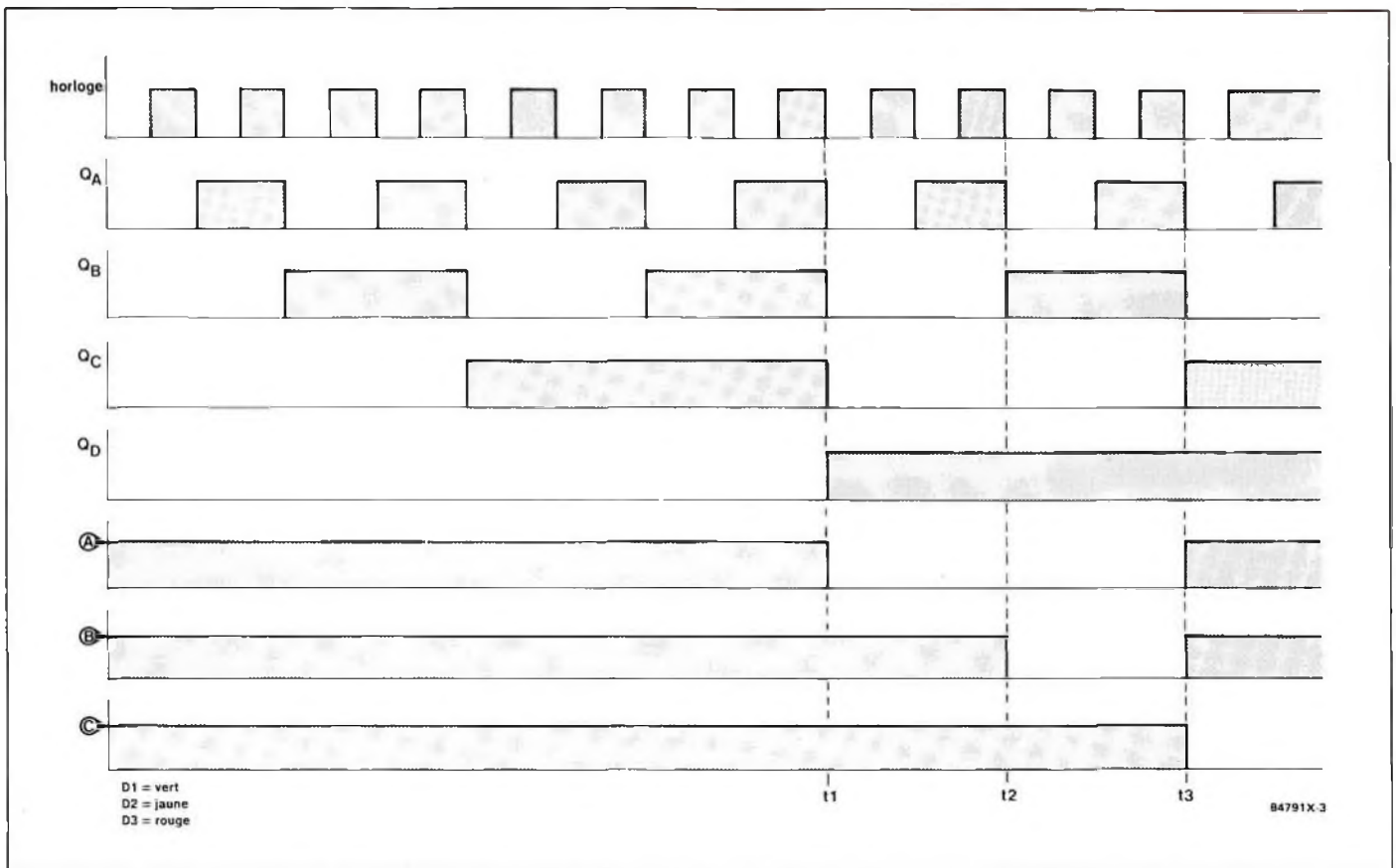


Figure 3 - « Fais du gaz, petit, et t'occupe pas des signaux ». C'était la réponse consacrée du mécanicien au chauffeur qui lui signalait « Chef, il est jaune ! ». Puis la traction électrique est arrivée... Occupons-nous des signaux. Ceux du premier diviseur ne sont pas représentés sur ce diagramme. C'est le passage à zéro de la sortie  $Q_D$  qui enclenche la procédure d'alarme d'abord, de freinage ensuite. La forme des signaux est toute théorique, nous avons vu dans la logique sans hic que les niveaux des signaux TTL n'atteignent pas les tensions d'alimentation.

trouvent dans le même circuit intégré de type 74LS393 dont le brochage est rappelé par la figure 4. Le chronogramme montre aussi le comportement interne du compteur. Le premier étage divise la fréquence par deux : sa sortie ( $Q_A$ ) ne change d'état qu'aux fronts descendants du signal d'entrée. Les autres étages aussi divisent la fréquence par deux, chacun étant attaqué par la sortie du précédent. C'est ce que représentent les diagrammes des sorties  $Q_B$ ,  $Q_C$  et  $Q_D$ .

Parentèse pour en finir avec le deuxième compteur : quand l'inverseur S2 est en position **lent**, la fréquence de l'impulsion d'horloge est divisée

par 16 par le compteur 1 avant d'être appliquée au compteur 2. Tout le processus de comptage du compteur 2 se déroule donc 16 fois plus lentement que dans la position rapide.

L'ouverture de S1 permet à R5 d'appliquer la tension d'alimentation (+ 5 V) simultanément à l'entrée de remise à zéro des deux compteurs. À ce moment, quelle que soit l'étape du cycle, toutes les sorties des compteurs repassent à zéro et le cycle recommence.

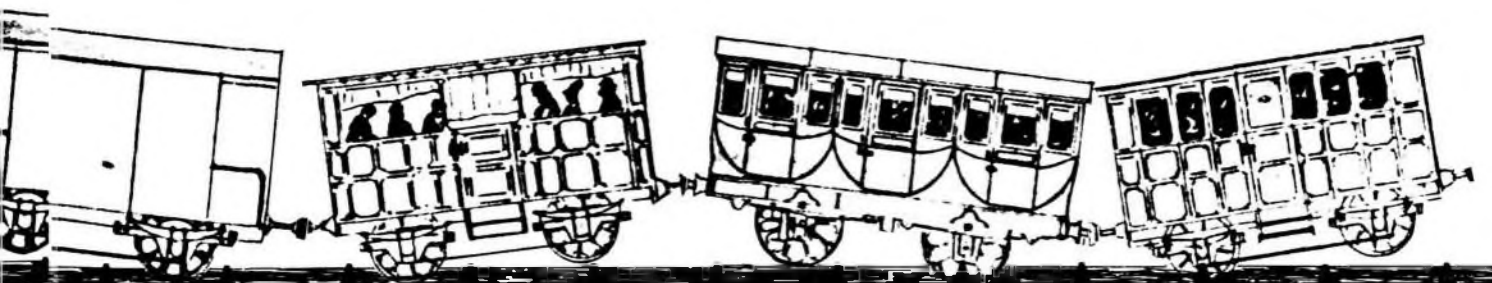
Continuons la description du fonctionnement. Aussi longtemps que la sortie  $Q_D$  est à zéro, elle draine du courant à travers la LED verte, qui est donc allu-

Après le cheval de cirque, le raton-laveur, le sauret, il manquait un crocodile à la ménagerie d'alex. Eh bien, le voici. Le crocodile est ce morceau de ferraille tordu qui se trouve entre les deux files de rails. Il établit un contact électrique avec un patin monté sous la motrice. C'est lui qui indique à l'enregistreur l'état du signal qui suit. Sa forme en zig-zag, qui lui a sans doute valu son nom, permet le nettoyage du patin à chaque passage et assure un bon contact.

mée. Ce n'est pas la seule conséquence, car ce niveau bas est appliqué aussi à une entrée de N1, de N2 et de N3. La table de vé-

rité de la porte NAND nous rappelle que si l'une des entrées est à zéro, la sortie est bloquée à 1, quel que soit le niveau des autres entrées. C'est seulement si toutes les entrées sont à 1 que la sortie passe à zéro.

Au temps  $t_1$ ,  $Q_D$  passe au niveau 1 pendant que  $Q_B$  et  $Q_C$  passent à zéro. Cela signifie que les sorties de N2 et N3 restent à 1, puisque ces portes ont toujours une entrée à zéro. Il en va autrement pour N1. Son entrée 9 est toujours à 1 puisqu'elle est reliée à la sortie (broche 11) de N3 ; son entrée 10, reliée à  $Q_D$ , passe à 1 ; c'est tout ce qu'attendait la sortie pour passer à zéro. Cette sortie à zéro draine du courant à travers la LED jaune, qui s'allume. Comme la sortie





$Q_D$  est passée à 1, la LED verte n'a plus de raison de rester allumée et nous nous trouvons à la phase d'avertissement : LED jaune allumée, les deux autres éteintes.

Faisons semblant de ne pas avoir reçu l'avertissement et abstenons nous d'appuyer sur le bouton, pour voir ce qui se passe ensuite. Au temps t2, c'est au tour de  $Q_B$  de passer à 1, donc à la sortie de N2 de passer à zéro, puisque ses deux entrées sont à 1. La base du transistor PNP T1 devient plus négative que son émetteur et il se met à conduire. Le courant de collecteur de T3 actionne le vibreur pour attirer l'attention du conducteur. Nous n'appuyons toujours pas sur le bouton et nous attendons.

Il se passe beaucoup de choses au temps t3. La sortie  $Q_C$  passe à 1, ce qui fait passer à zéro la sortie de N3. C'est au tour de la LED rouge de s'allumer. La porte N1 voit son entrée 9, reliée à la sortie de N3, passer à zéro ; donc sa sortie passe à 1 et la LED jaune s'éteint. Comme la sortie  $Q_B$  est passée à zéro, la sortie de N2 repasse à 1 et le vibreur se tait. Ce n'est pas tout ! Tant que la sortie de N3 était à 1, c'est-à-dire depuis la mise sous tension jusqu'au temps t3, la base de T1 était alimentée par R3 et le relais excité. Maintenant, T1 n'est plus conducteur, le

En fait, il y a un peu d'exagération dans ces considérations sur la charge tractée par les CC 14000 (les « boîtes à sel » avec cabine centrale). S'il est vrai que la rame pèse 2300 tonnes, il faut remarquer que pour 40 tonnes de charge, il y avait 20 tonnes de tare. C'était bien quand même, et on se demande comment on a pu transporter du minerai par camions de 38 tonnes de poids total, avec 12 tonnes de tare plus un chauffeur. On ne se demandera pas pourquoi les mines qui évacuaient leur minerai de cette façon ont été déclarées « non rentables » et fermées. De toute façon, il fallait payer les chauffeurs et les mineurs plus cher que les manoeuvres des mines à ciel ouvert de Mauritanie. Comme, de plus, les marins grecs des « minéraliers » ne sont pas syndiqués et se contentent d'une figue et d'un oignon, la rentabilité est assurée.

relais retombe au repos et l'alimentation du train est interrompue. Cela suppose que le contact du relais est monté en série dans la ligne d'alimentation des voies.

La sortie de N3 est reliée en plus à l'entrée (broche 5) de N4. La porte N4,

#### LISTE DES COMPOSANTS circuit de l'homme mort

R1 = 150  $\Omega$   
R2 = 180  $\Omega$   
R3, R4, R8 = 10 k $\Omega$   
R5 = 18 k $\Omega$   
R6, R9 = 100 k $\Omega$   
R7 = 1,2 k $\Omega$   
C1, C2 = 10  $\mu$ F/16 V  
D1 = LED verte  
D2 = LED jaune  
D3 = LED rouge  
D4 = 1N4148  
T1 = BC 547B  
T2 = BC 550C  
T3 = BC 557B  
IC1 = 74LS132  
IC2 = 74LS393

#### Divers

S1 = poussoir fermé au repos  
S2 = inverseur  
Re = relais 5 V ou 6 V  
Bz = vibreur piézo  
1 platine d'expérimentation de format 1

La tension de service indiquée sur un condensateur chimique sera égale ou supérieure à la valeur spécifiée pour ce condensateur dans la liste des composants.

avec son entrée à zéro, a donc sa sortie à 1 depuis le temps t3. Désormais l'oscillateur est bloqué et l'état du dispositif ne changera plus jusqu'à l'interruption de l'alimentation ou une remise à zéro générale par le bouton poussoir.

La boucle est bouclée : nous avons commencé par l'oscillateur et nous finissons par l'oscillateur.

#### La réalisation

L'implantation des composants est détaillée sur la figure 5. La platine d'expérimentation de format 1 est raisonnablement remplie. La photo en dit plus qu'un long discours sur la façon d'installer le circuit sur une tôle d'aluminium coudée à l'équerre. Le relais et le vibreur sont fixés par du ruban adhésif double face. C'est une méthode simple et fiable. Le bruit du vibreur est amplifié par la tôle. La face avant de la tôle en L peut être installée sur le tableau de commande du réseau.

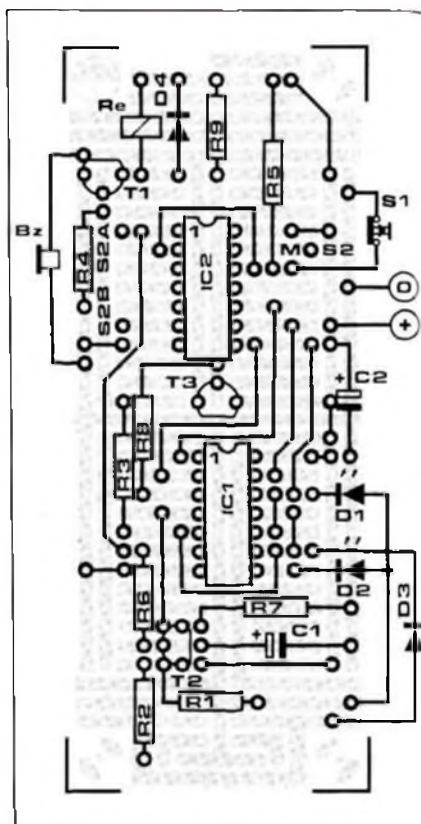


Figure 5 - Le montage sur une platine de format 1 est un peu plus dense qu'habituellement. Attention aux courts-circuits entre les broches des circuits intégrés.

#### Les adaptations possibles

Le circuit ne demande aucune mise au point. Le mode de fonctionnement a été assez détaillé pour qu'un mode d'emploi soit inutile. La consommation maximale est de 110 mA (vibreur en action). Si vous voulez une réaction plus rapide du circuit, il suffit d'utiliser la sortie  $Q_A$  ou  $Q_B$  ou  $Q_C$  au lieu de la sortie  $Q_D$  du premier diviseur.

84791

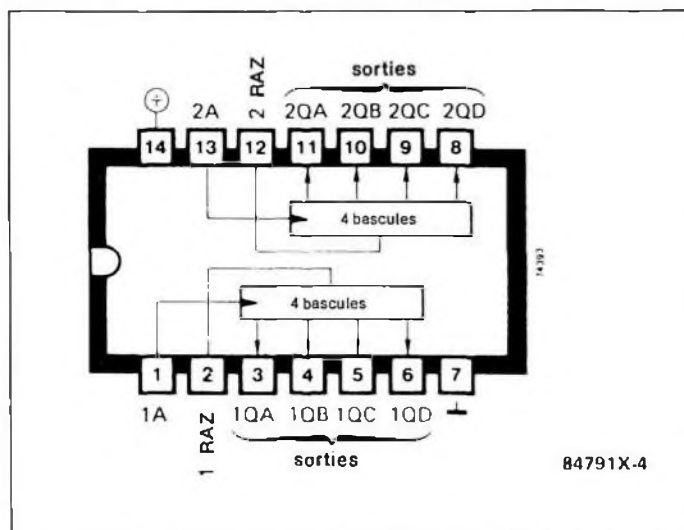


Figure 4 - Le circuit intégré 74LS393 contient deux compteurs binaires indépendants. Son brochage est rappelé ci-dessus, pour le cas où vous voudriez changer la vitesse de réaction du système.

La tôle d'aluminium, pliée en L dans un étau, fournit à la fois un châssis simple à installer dans le tableau de commande et un résonateur pour le vibreur.



Si vous avez déjà eu l'occasion de voir un radiomètre, cet appareil n'a sans doute pas manqué de vous fasciner. On en trouve dans les magasins de jouets ou de gadgets. Il se présente sous la forme suivante : autour d'un axe vertical, disposé dans une ampoule de verre dans laquelle on a fait (dit-on !) le vide, tourne un délicat moulinet à quatre ailes horizontales. Chacune de ces ailes a une surface noircie tandis que l'autre reste brillante, métallique.



te, tantôt à l'utilisateur averti de la micro-informatique. Tout le monde y trouvera matière à déception. Le néophyte, par exemple, trouvera à deux reprises dans les notes de bas de page (pages 190 et 330) qu'un *didacticiel* est un logiciel d'EAO, mais il cherchera en vain la traduction de l'acronyme BASIC (*Beginners All-purpose Symbolic Instruction Code*). L'utilisateur averti s'étonnera de lire qu'un microprocesseur à 32 bits permet d'adresser un

limite, supérieure ou inférieure, à sa capacité d'adressage. Celle-ci ne dépend bien entendu que du nombre de lignes d'adresses. Pour la petite histoire : une machine dite 8 bits comme le Goupil possédait 20 lignes d'adresses et connaissait donc un espace mémoire de 1 Mo.

L'évocation est indigente et la chanson indigeste : signalons au « traducteur » que l'anglais *company* se traduit société, firme, le plus souvent entreprise, rarement compagnie, que *competition* signifie concurrence et que *built-in* ne se traduit pas « bâti à l'intérieur », sans parler des fautes d'orthographe et de typographie...

notes de lecture :

## idée(s) fausse(s)

Quand la lumière du jour atteint le moulinet, celui-ci tourne plus ou moins rapidement selon l'intensité de l'éclairement. D'après l'explication la plus répandue, les ailettes du radiomètre sont mues par la force qu'exercent sur elles la **pression de radiation de la lumière**, celle-là même qui fait que la queue des comètes prend toujours la direction opposée du Soleil.

Si cette dernière affirmation est vérifiée, il n'en va pas de même pour l'explication du principe du radiomètre telle qu'elle est énoncée ci-dessus. C'est bien la lumière qui est à l'origine du mouvement des ailettes, mais pas l'effet de la pression des radiations, qui est bien trop faible. Il s'agit d'un effet photothermique, comme l'explique l'auteur d'un article passionnant sur la supraconductivité et, plus généralement, sur les phénomènes de lévitation par des effets physiques divers, dans le numéro de septembre 1990 (n°224) du mensuel *La Recherche* : « ... le gaz à l'intérieur de l'ampoule n'a été que partiellement (voire pas du tout) évacué. Le gaz étant plus chaud près de la face noire de l'ailette, ses molécules sont plus rapides. Il exerce donc sur les faces noires des ailettes une pression plus élevée que celle que le gaz plus froid exerce sur leurs faces brillantes. Les pressions du gaz des deux côtés des ailettes ne se compensant pas, elles se mettent alors à tourner ». Dans cet article, dont l'essentiel est facilement accessible

même à des non-spécialistes comme vous et moi, on découvrira avec intérêt les parallèles établis par l'auteur entre les différentes formes de lévitation par des procédés acoustiques, optiques, électriques, magnétiques etc. Le même numéro du mensuel *La Recherche* comporte un article sur l'électricité solaire, avec un panorama des techniques et de l'industrie de l'énergie photovoltaïque qui devrait, lui aussi, intéresser les lecteurs d'ELEX.

articles du mensuel  
*La Recherche* n°224  
septembre 1990 :  
*La lévitation*  
par E.H Brandt  
*L'électricité solaire*  
par M. Claverie et B. Dessus

*Microsoft ou les nouveaux magiciens* est le titre d'un livre susceptible aussi d'intéresser nos lecteurs. C'est du moins ce que nous pensions en lisant le sous-titre : *une histoire du logiciel*. En fait, cette histoire du logiciel n'est l'histoire que de certains logiciels, puisqu'il faut bien considérer que la dénomination « logiciel » n'est pas la propriété de la société Microsoft. L'« auteur » entonne la chanson de geste de William Gates, mais sa trompette est mal embouchée. Ce Bill, comme il l'appelle affectueusement, aurait inventé et le BASIC et le FORTRAN et le COBOL ?

Des histoires !

Les rappels techniques s'adressent tantôt au néophy-

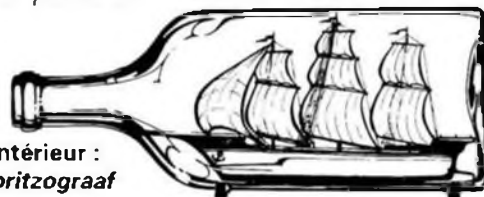
espace mémoire de 1 Mo (lire « méga-octet »). Ces 32 bits de données n'ont aucune incidence sur la taille de la mémoire. Une machine à 32 bits ne connaît pas *a priori* de

*Microsoft ou les nouveaux magiciens*

Daniel Ichbiah

Editions Micro Application,  
400 pages, 120 F

Un exemple  
d'une bouteille avec  
un bâtiment à l'intérieur :  
le HMS Ton Schpritzograaf





# le transistor utilisé comme diode zener

Le transistor est souvent présenté, à juste titre, comme la conjonction de deux diodes : une pour la jonction base-émetteur, l'autre pour la jonction base-collecteur. Ce que l'on dit moins souvent, c'est que ces diodes ont quelques caractéristiques remarquables, parfois mises à profit par les concepteurs de schémas. Si vous êtes curieux et attentif, vous avez sans doute déjà vu ou entrevu, en étudiant des schémas divers, des transistors dont l'une (collecteur) ou l'autre (base) broche n'était pas utilisée.

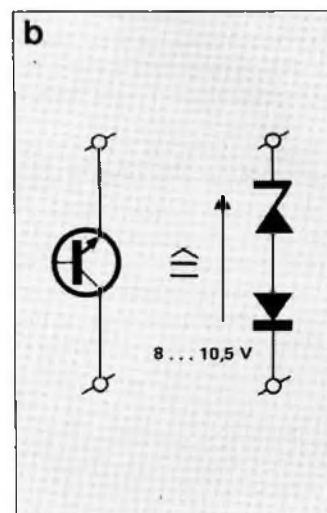
Levons le voile sur ces composants qui se promènent la jambe en l'air...

En polarisation inverse, c'est-à-dire dans le sens bloqué, le fonctionnement de la jonction base-émetteur d'un transistor au silicium s'apparente à celui d'une diode zener. A partir d'une certaine tension inverse, la jonction devient conductrice. Ce seuil de tension est raisonnablement stable et, dans une certaine mesure, indépendant de l'intensité du courant.

Nous pouvons donc utiliser le « transistor-zener » de deux manières : sur le schéma de la figure 1a, il n'est fait appel qu'à la diode (jonction) émetteur-

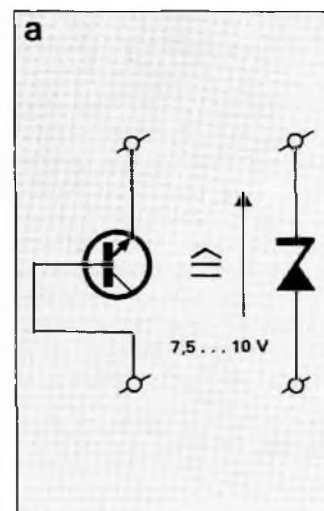
base. Selon le type et la série du transistor considéré, cela donne une tension zener comprise entre 7,5 V et 10 V.

Sur la figure 1b, la tension zener est de 8 à 10,5 V, entre l'émetteur et le collecteur. Ce qui s'explique par l'adjonction, par rapport au composant de la figure 1a, du seuil de la diode (jonction) base-collecteur. De ce fait, la réponse thermique du composant est plus favorable sur le schéma 1b que sur le schéma 1a. En haut, il faut compter une dérive de 6 à 8 mV/°C ; en bas, ce ne sont que 4 à 6 mV/°C.



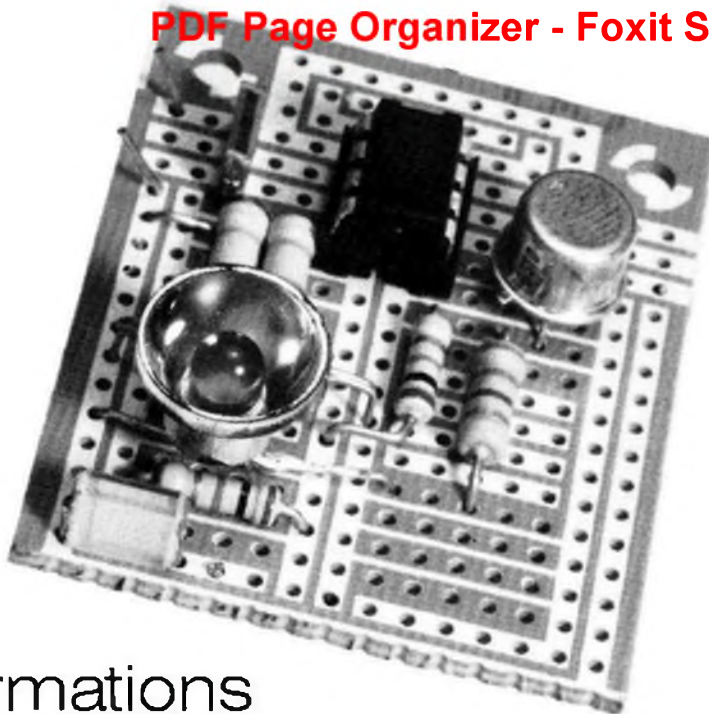
Les fabricants de transistors comme le BC547 indiquent que le courant ne devrait pas dépasser quelques milliampères. Au laboratoire nous avons fait quelques essais qui nous ont permis de faire grimper le courant jusqu'à une cinquantaine de milliampères sans que le composant donne des signes de défaillance. Ces animaux-là sont plus robustes que ce qu'en disent leurs géniteurs.

85805





# radio lumière



## la lumière pour véhiculer des informations

Dans ce numéro d'ELEX consacré aux fréquences hautes, très hautes, il y a des sons que l'on n'entend pas, les ultrasons. En voici d'autres, que l'on voit... Hé oui, la lumière, ce ne sont finalement que des fréquences électro-magnétiques que l'on peut voir ! Mieux encore : avec le circuit expérimental que nous vous proposons ici, vous pourrez non seulement les voir mais aussi les entendre.

Les longueurs d'onde du spectre visible s'étendent de 370 nm (bleu) à 740 nm (rouge). En termes de fréquences, cela nous mène de 400 000 GHz ( $4 \times 10^{14}$  Hz) à 800 000 GHz. C'est beaucoup ! En-deçà, il y a l'infrarouge, et au-delà, l'ultra-violet. Comme on voit, la définition simpliste de la lumière donnée ci-dessus ne tient pas la route : ni la lumière infrarouge ni la lumière ultra-violet ne sont perceptibles par notre œil, et pourtant ce sont des lumières. Faudrait s'entendre !

Visible ou pas, il est possible de moduler la lumière exactement comme on module les ondes radio. La différence essentielle entre par exemple ces ondes radio que l'on appelle Petites Ondes ou Ondes Moyennes, et la lumière réside dans le fait que la fréquence des unes est environ 200 millions de fois moins élevée que celle des autres. Pour moduler les ondes radio, on fait appel, entre autres, au procédé de modulation

d'amplitude. Ceci signifie que les variations du signal à transmettre (un signal basse fréquence, de la musique, de la parole...) agissent sur l'amplitude d'une porteuse radio dont la fréquence (élevée), elle, ne bouge pas d'un Hz.

Nous utiliserons ce même principe de modulation pour la lumière. Il suffit de moduler, à l'aide du signal à transmettre, la luminosité d'une lampe, et le tour est joué pour ce qui concerne l'émission. C'est ce que montre la partie gauche de la figure 1. Le récepteur correspondant sera tout aussi simple : une photorésistance montée en série avec un casque à haute impédance ( $>500$  ohms), et voilà.

Essayez, ça marche, si vous faites l'expérience dans le noir. La portée ne dépasse malheureusement pas quelques dizaines de centimètres, au mieux. La photorésistance n'est pas assez sensible au faible signal lumineux émis par la diode, sans parler de son inertie (le temps de réaction d'une LDR est long). Après cinq secondes de réflexion, vous envisagez peut-être déjà de faire l'expérience en remplaçant la LED par une petite lampe à filament de type 6 V/50 mA. La luminosité sera beaucoup plus forte, certes, mais vous ne risquez pas d'entendre grand-chose dans le casque : l'inertie qui affecte la lampe est encore beaucoup plus forte

que celle de la LDR. Le filament met du temps à chauffer, et une fois chaud il met du temps à refroidir. Les variations rapides qui caractérisent les fréquences d'un signal audible dans le registre médium, par exemple 1000 Hz ne passent pas ; elles sont pour ainsi dire avalées par la lampe. C'est le principe même d'un filtre passe-haut, dont nous n'avons cependant rien à faire ici. Passons...

### astronomique

Pour augmenter la portée de notre dispositif de la figure 1, il nous faut le secours d'une amplification électronique. Commençons par l'émission. Il faut obtenir que la modulation y soit totale, c'est-à-dire que la lampe soit éteinte quand l'amplitude du signal à transmettre est à son minimum, et qu'elle soit allumée à pleine puissance quand cette amplitude est à son apogée. Le signal fourni par le microphone est amplifié par IC1 de la figure 2. Savez-vous quel est le gain d'un étage ainsi disposé ? C'est  $R3$  et  $R4$  qui le déterminent, rappelez-vous !  $(R3+R4)/R3$ , cela donne la valeur astronomique de 10001.

Le courant moyen à travers la LED est fixé à une intensité de 20 mA (1 pp) par la résistance de limitation  $R5$ . L'intensité de pointe de ce courant peut atteindre 50 mA. Comme le circuit intégré est inca-

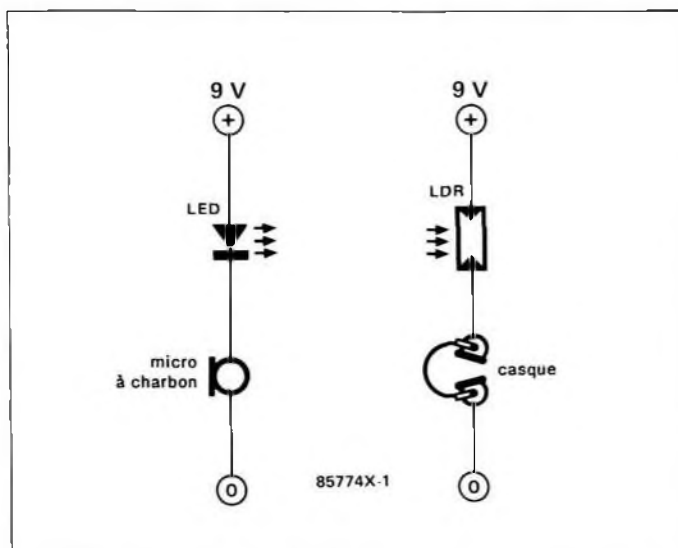


Figure 1 - Bien qu'il en ait toutes les apparences, ce schéma n'est pas un gag. Réduit à sa plus simple expression, le principe de la transmission de signaux BF par la lumière se présente ainsi. Il importe que le micro soit à charbon et le casque à haute impédance.

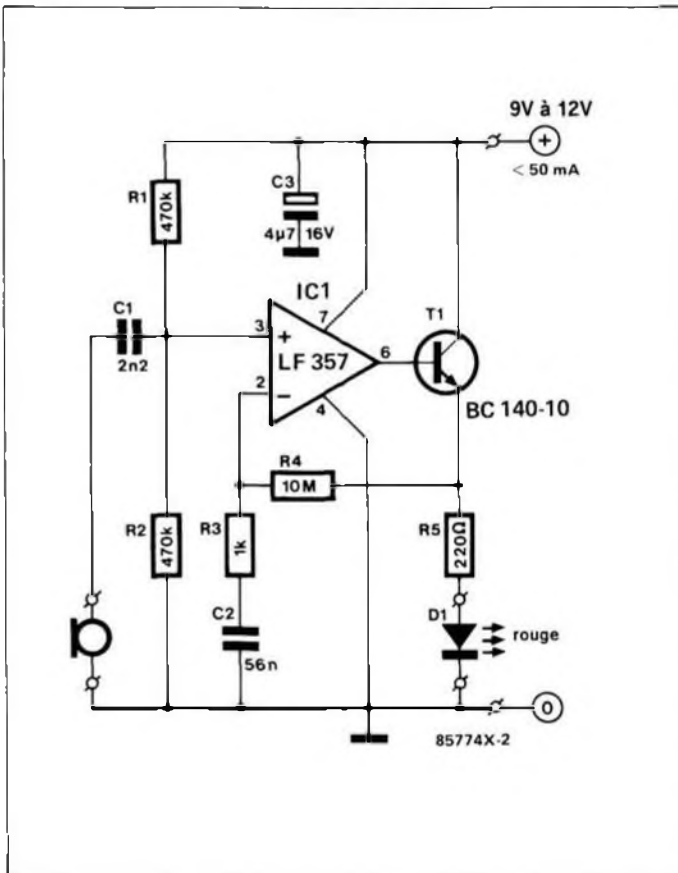


Figure 2 - Grâce à ce petit amplificateur utilisable avec un microphone ordinaire, on obtient une modulation à 100% de la luminosité de la LED d'émission, ce qui augmente sensiblement la portée de l'émetteur.

pable de fournir un courant d'une telle intensité, nous avons intercalé le tampon T1.

Le microphone utilisé pour l'émetteur pourra être de n'importe quel type, pourvu que ce ne soit pas une capsule au charbon.

Sur l'émetteur dont le schéma apparaît sur la figure 3, on retrouve en gros le même type de composants, mais disposés à l'inverse de ceux de la figure 2. Ici la LED est à l'entrée, c'est elle qui reçoit. Regardez-la bien... elle est polarisée dans le sens bloqué, la cathode vers le +, l'anode vers le -. Ceci n'est pas une erreur, même si en principe une LED ainsi polarisée ne laisse pas passer de courant. En principe seulement. En réalité, il circule un courant, même si son intensité n'est que de l'ordre des nanoampères. C'est un courant de fuite négligeable... en principe! Ici il nous intéresse parce que son intensité varie avec celle de la lumière incidente. Quand la LED est fortement éclairée, l'intensité

#### LISTE DES COMPOSANTS

émetteur (fig 2)  
R1, R2 = 470 kΩ  
R3 = 1 kΩ  
R4 = 10 MΩ  
R5 = 220 Ω  
C1 = 2,2 nF  
C2 = 56 nF  
C3 = 4,7 μF/16 V  
D1 = LED rouge avec réflecteur  
T1 = BC140-10  
IC1 = LF357

#### Divers :

1 support pour circuit intégré à 8 broches  
1 microphone  
1 demiie platine d'expérimentation de format 1

#### LISTE DES COMPOSANTS

récepteur (fig 3)  
R1, R3 = 4,7 kΩ  
R2, R6 = 220 kΩ  
R4 = 4,7 MΩ  
R5 = 470 Ω  
C1, C5 = 10 nF  
C2 = 180 nF  
C3 = 2,2 μF/16 V  
C4 = 4,7 μF/16 V  
D1 = LED rouge avec réflecteur  
T1, T2 = BC547B  
IC1 = LF357

#### Divers :

1 support pour circuit intégré à 8 broches  
1 boîtier, métallique de préférence  
1 demiie platine d'expérimentation de format 1

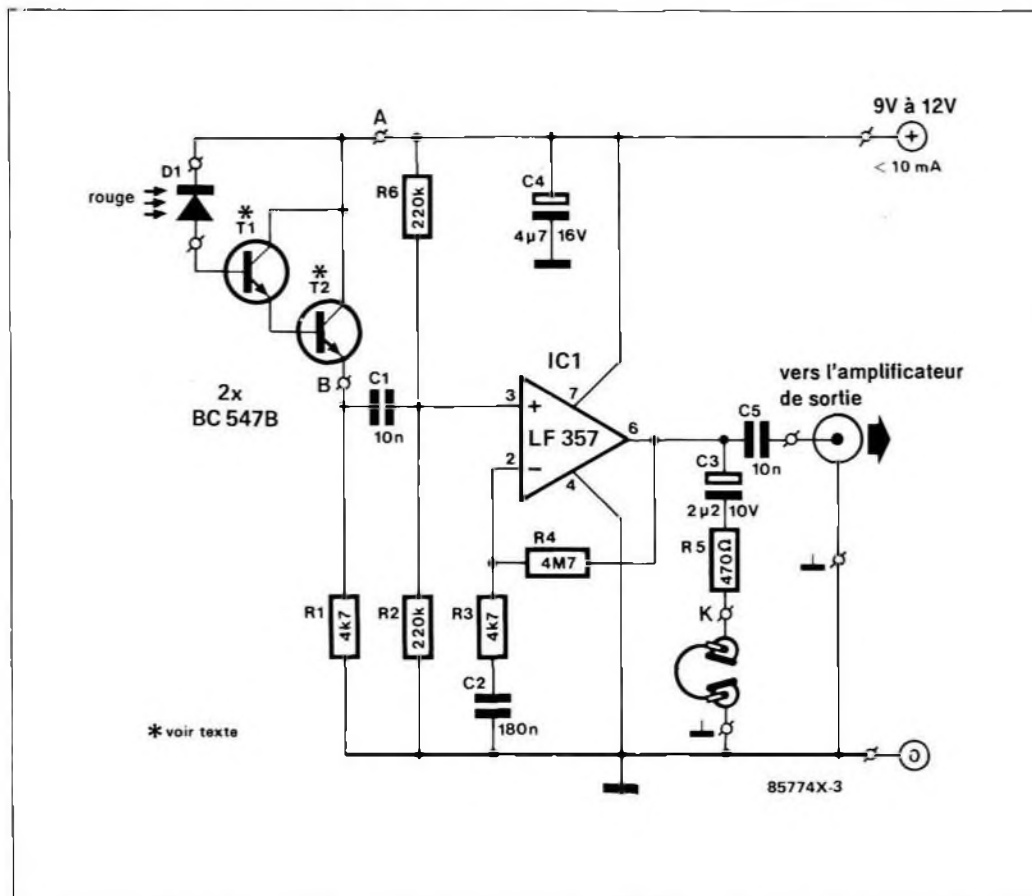
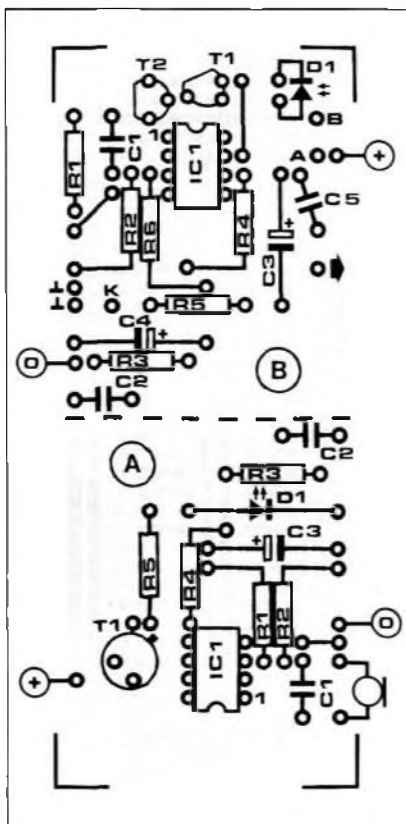


Figure 3 - Regardez bien la LED D1. C'est une LED ordinaire, mais montée dans le sens bloqué, que l'on n'utilise en principe jamais. Le courant de fuite d'une LED ainsi polarisée est proportionnel à l'intensité de l'éclairage. C'est donc bien D1 du récepteur qui reçoit la lumière émise par D1 de l'émetteur (figure 2) et la convertit en courant. Vous n'obtiendrez de signal audible dans le casque que si celui-ci présente une impédance de 500 kΩ ou plus.

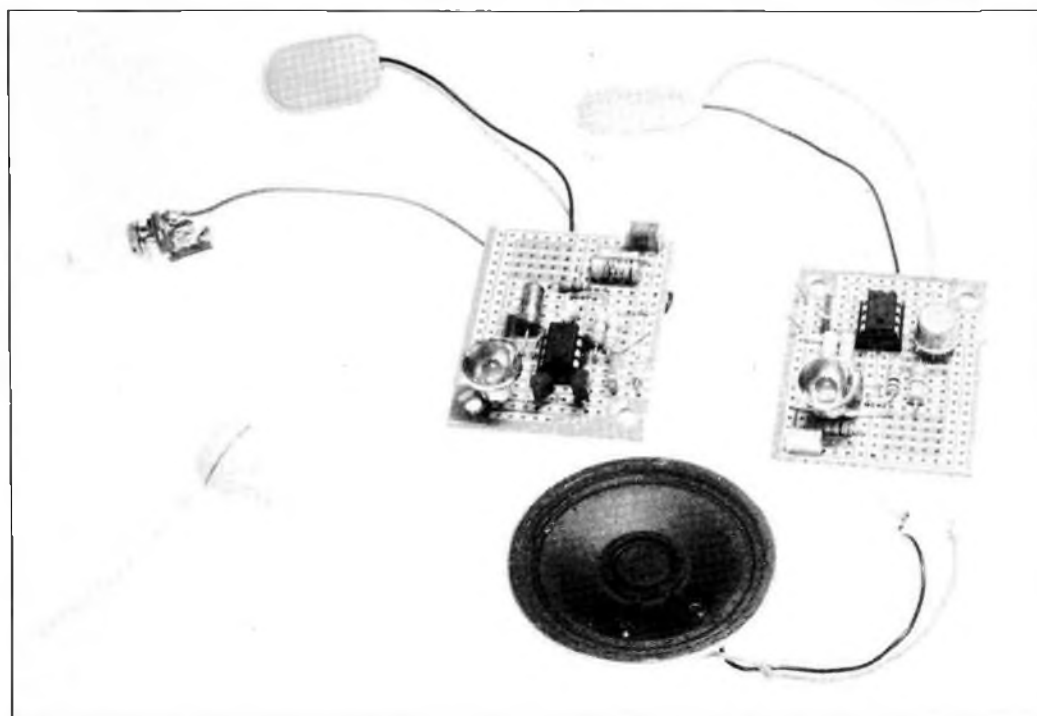




de ce courant grimpe jusqu'à atteindre les microampères. C'est cette caractéristique des LED, peu connue en général et rarement utilisée, que nous mettons à profit.

Compte tenu de l'intensité encore bien faible de ces courants inverses, un étage darlington les amplifie environ 1000 fois (T1 et T2). Le signal au point B a une amplitude suffisante pour attaquer l'étage d'amplification de tension construit autour d'IC1 et dont le gain est fixé à 1001 par R3 et R4. Le point K est prévu pour connecter directement un casque d'écoute, à condition qu'il soit d'impédance suffisante. A défaut d'un tel accessoire pourtant bien pratique, on peut prélever le signal en sortie du circuit de la figure 3 pour l'appliquer à un (pré)amplificateur quelconque.

Le rôle joué par les LED D1 dans l'émetteur et dans le récepteur est, on s'en doute, primordial. Aussi nous recommandons-vous chaudement d'adopter pour ces deux composants les modèles indi-



qués dans la liste des composants : LED rouges (plutôt que n'importe quelle autre couleur) munies chacune d'un réflecteur comme on le voit sur les photographies des prototypes. A l'extérieur, la portée est de quelques mètres,

même à travers des vitres. En lumière artificielle les choses se gâtent en raison des parasites : n'oublions pas que toute lampe allumée par le secteur émet en permanence une lumière modulée à 50 Hz ! Ce qui se traduit par un ronflement dans notre ré-

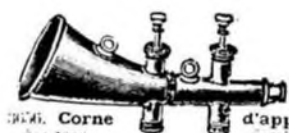
cepteur... Si vous utilisez des LED spéciales pour lumière infra-rouge (IR) comme celles que l'on trouve dans les télécommandes, vous améliorerez sensiblement la portée de l'émetteur.

85774

# sifflet pour chien



Fidélité et obéissance. Pour expliquer leur cynophilie, de nombreux propriétaires de chiens avancent ces deux motivations, d'inspiration plutôt féodale, que d'autres, cynophobes ou pas, croient devoir discuter.



3546. Corne à 4 tons, ovale, tout en cuivre nickelé, avec 2 pistons et anche de 1<sup>re</sup> qualité, longueur 24 cm. .... 9.50

Sans prendre position, nous observons, non sans un certain cynisme, qu'au dictionnaire de la bêtise, l'article «chien» est riche en niaiseries du genre «Allez, donne la papatte... Ouh, l'est gentil, le chien-chien! Oui, l'est gentil le chien-chien à son papa. N'avait des grandes noreilles... Où l'est la balle? Cherch', cherch'» Etc. Monsieur Roger Pierre (oui, le p'tit Roger) en a fait jadis un sketch qui valait son pesant de frolic.

Si la recherche de la compagnie et de l'affection fidèles en dehors de la gent humaine ne doit susciter, au pire, que des froncements de sourcils de la part des gens allergiques aux truffes humides et aux coussinets râpeux, il est difficile, toutefois, de rester indifférent devant le goût

immodéré de l'obéissance aveugle dont font preuve ces maîtres-chien en treillis, toujours plus nombreux, qui à force de se rapprocher de leur berger allemand, deviennent plus chien qu'aucun allemand, fût-il berger et de race, ne l'a jamais été lui-même. Relisez bien cette phrase avant de nous écrire pour protester contre l'auteur de ces lignes, et le traiter d'odieux ennemi des chiens, anti-allemand de surcroît.

## salut Bonhomme !

Lisez la suite aussi, car les clebs, on n'a rien contre, au contraire, ce sont leurs maîtres qui nous font braire. Les chiens, on les aime bien a priori, même sans les connaître. Tenez, Bonhomme, par exemple. Nous ne l'avons entendu aboyer qu'une seule fois, comme «figurant» sur la cassette audio que nous a envoyée Monsieur Pierre Boiteux, suite à l'article sur la cigale électronique, du n°24 d'ELEX. C'est une bonne idée, ça, d'enregistrer une cigale et de nous envoyer une cassette pour nous faire une leçon d'entomologie, cadavre de cigale à l'appui : à la rédaction d'ELEX nul n'ignore désormais la différence entre grillon, sauterelle et cigale. Merci, et en plus tout le monde con-



3548. Sifflet sirène, en métal nickelé monté sur bracelet en cuir fin, avec boucle, 1<sup>er</sup> fixe au poignet. 4.95

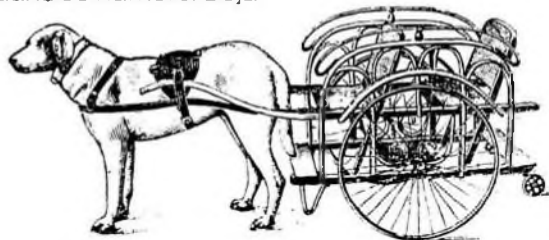
naît Bonhomme maintenant, ce chien que Monsieur Boiteux nous raconte (tout ça est sur sa cassette) avoir recueilli gravement blessé et qui partage maintenant sa vie tranquille à St Hippolyte du Fort, dans le Gard.

Si le sifflet pour chien dont va traiter la suite de cet article est publié dans ce numéro consacré aux fréquences hautes, très hautes, ce n'est pas par hasard. L'association d'idées ultrasons-chiens est presque aussi immédiate et universelle que l'association d'idées ultrasons-chauve-souris qui a inspiré un autre montage dans ce numéro. Déjà

bien avant l'électronique, il existait des sifflets spéciaux, à ultrasons, pour chiens. L'effet obtenu avec de tels sifflets est à peu près celui que produit le fût évidé d'une petite clef ou d'une entretoise quand on souffle sur sa tranche, non sans pincer les lèvres. Selon l'intensité du souffle, il se produit un son plus ou moins puissant, dont l'essentiel n'est toutefois pas perceptible par des oreilles humaines, mais l'est parfaitement par les oreilles d'un chien (et de bien d'autres animaux). Arrêtez de souffler maintenant, vous allez vous péter la sous-ventrière. Adoptez plutôt notre sifflet électronique.

## le chien sifflera parfois

Nous l'avons déjà vu à plusieurs reprises, le circuit en pont, ou à étages



## ATTELAGE POUR CHIEN

Rationnel, léger, simple, pratique, utilise la force du chien sans le blesser.

- |                                                                                                                                                                          |       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 4080. Attelage en cuir noir extra-fort, toutes les coutures avec piqûres sellerie solides, chaînes d'attache. <i>Durée indéfinie.</i>                                    | 24. • |
| 4081. Musserolle facultative pour cet attelage. <i>Supplément.</i>                                                                                                       | 4.25  |
| 4086. Attelage de luxe, genre du précédent, en cuir havane de tout 1 <sup>er</sup> choix, poitrail double peau souple, anneaux et boucles nickelés. <i>Fini parfait.</i> | 35. • |
| 4087. Musserolle facultative pour cet attelage. <i>Supplément.</i>                                                                                                       | 7. •  |



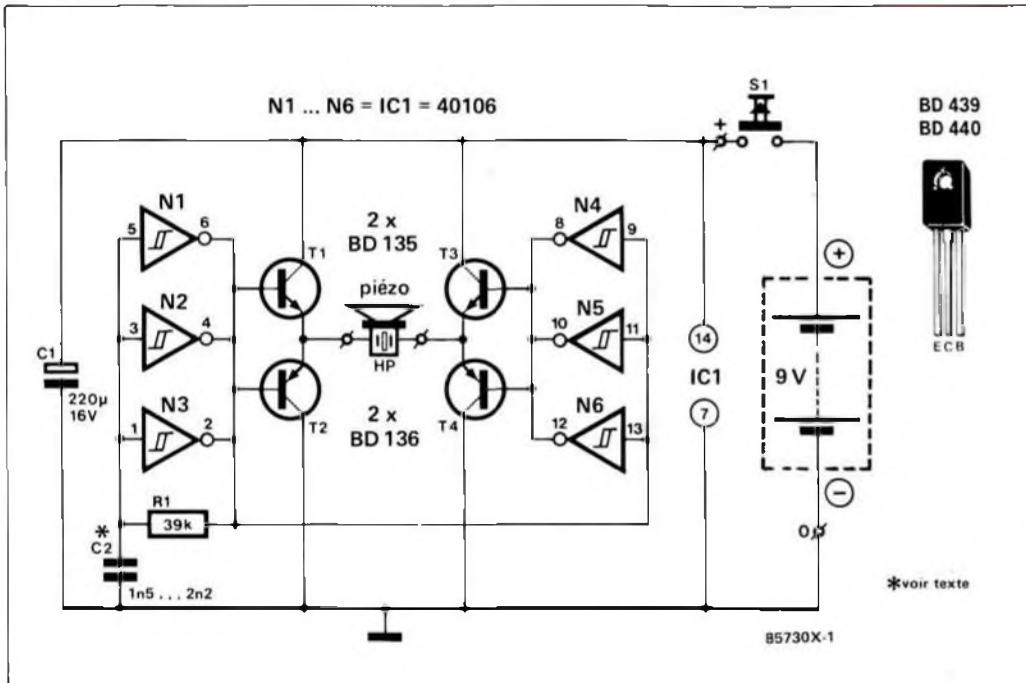


Figure 1 - Le brochage de transistor indiqué ci-dessus pour les BD439 et BD440 est également valable pour les BD135 et BD136. Vous pouvez utiliser aussi bien les uns que les autres. Le sifflet pour chien n'est alimenté que brièvement, tant que l'on appuie sur S1, ce qui permet de l'alimenter à partir d'une pile de 9 V.

symétriques complémentaires est un moyen efficace d'obtenir une amélioration du rendement à partir d'une tension donnée. Le circuit en pont permet d'inverser rapidement la polarité de la tension aux bornes d'une charge. Sur la circuit de la figure 1, la charge c'est le haut-parleur. Les deux branches du pont, ce sont T1 et T4 d'une part, T2 et T3 de l'autre. Il faut obtenir que ces transistors soient saturés les uns quand les autres sont bloqués. Ainsi quand T1 et T4 conduisent, le courant circule à travers le HP de gauche à droite. Quand ce sont T2 et T3 qui conduisent, le courant circule de droite à gauche. La

membrane du haut-parleur quitte sa position de repos, et avance dans un cas, mais recule dans l'autre, de telle sorte que la puissance du signal sonore obtenu de cette manière est quadruplée par rapport à la puissance obtenue avec une commande conventionnelle.

La commande des transistors du pont est assurée par deux groupes de trois inverseurs montés en parallèle : N1, N2 et N3, contre N4, N5 et N6. En principe, ces inverseurs sont des opérateurs logiques utilisés séparément. Ici on les combine pour augmenter l'intensité du courant fourni aux bases des deux

groupes de transistors. Ceux-là sont choisis de telle sorte que lorsque dans une paire l'un est conducteur, l'autre soit bloqué. T3 est un transistor NPN comme T1, tandis que T2 et T4 sont des PNP. Quand la base de T1 et T2 est forcée au niveau haut par les sorties de N1, N2 et N3, seul T1 conduit. Le niveau de sortie de ces trois opérateurs est inversé par N4, N5 et N6, de telle sorte que pendant que la base de T1 et T2 est haute, la base de T3 et T4 est forcée au niveau bas : c'est donc T3 qui est bloqué, alors que T4 conduit. Quand le niveau de sortie de N1, N2 et N3 devient bas, c'est l'inverse qui se produit.

Vous avez sans doute remarqué la présence du réseau RC R1/C2 entre la sortie de N3, N2 et N1, et leur entrée commune. Les lecteurs d'ELEX savent que ce réseau transforme les opérateurs logiques en multivibrateurs, ou oscillateurs. Nous ne reviendrons ici sur le principe d'un tel montage que pour rappeler que la fréquence de l'oscillateur est déterminée dans une large mesure par la valeur de ces deux composants.

Les transistors sont utilisés en « tout ou rien », c'est-à-dire qu'ils sont comme des interrupteurs, soit ouverts (bloqués), soit



3560. Sifflet modèle militaire à deux tons, en métal nickelé... 1.15



3572. Sifflet à deux tons, tout en métal nickelé, à deux tons alternatifs, son perçant... 1.40



3575. Sifflet à deux tons, conjugués, tout en métal nickelé, avec chaîne et crochet... 1.50

#### LISTE DES COMPOSANTS

R1 = 39 kΩ  
C1 = 220 µF/16 V  
C2 = 1,5 nF à 2,2 nF

T1, T3 = BD135 ou BD439  
T2, T4 = BD136 ou BD440

Divers :  
haut-parleur piézo  
S1 = poussoir à contact fugitif  
platine d'expérimentation de format 1

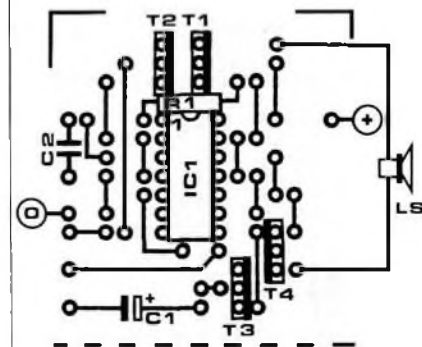


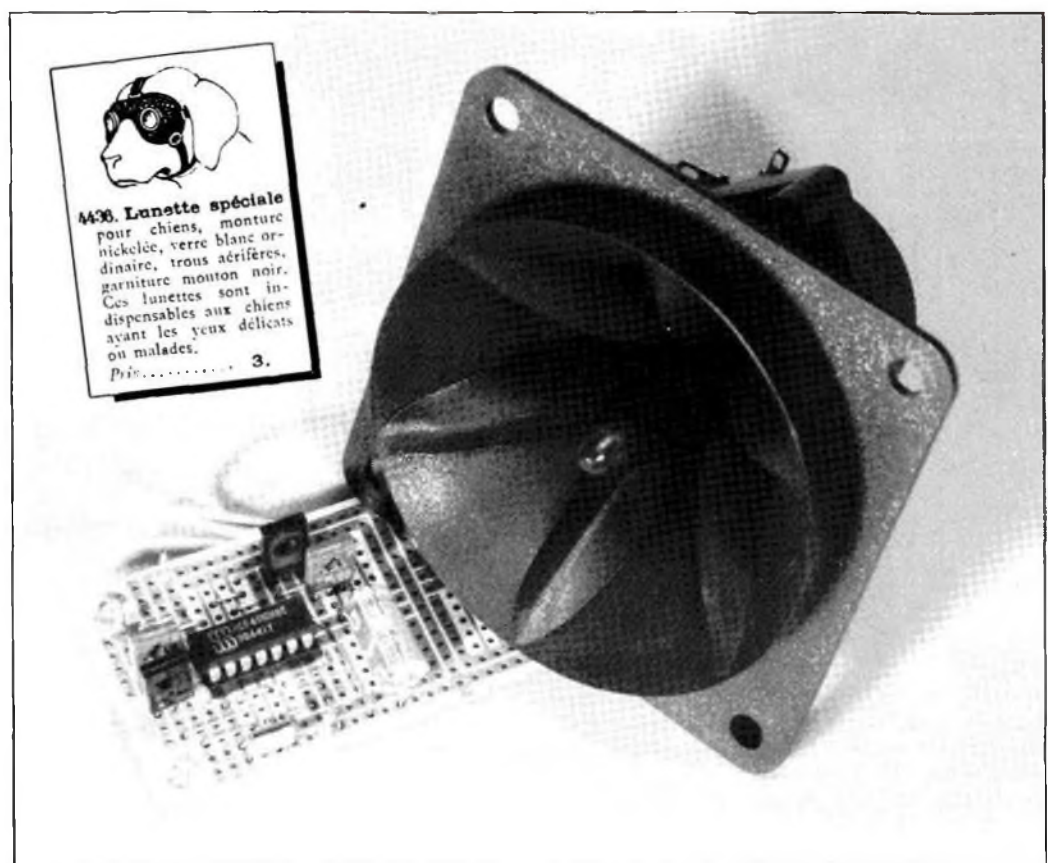
Figure 2 - Plan d'implantation des composants du sifflet sur une moitié de platine d'expérimentation. Les ponts de câblage sont nombreux. Veillez à les placer comme il faut, et orientez les transistors dans le bon sens, sinon même votre chien n'entendra pas les ultrasons. Et pour cause...

fermés (conducteurs). Leur tension collecteur-émetteur est quasi nulle quand ils sont conducteurs. Pas de chute de tension mesurable, pas de dissipation, pas de radiateurs ! Il est évident que si l'on traitait un signal sinusoïdal, les choses ne seraient pas si simples. Or, c'est précisément un signal plutôt carré qu'il nous faut, riche en harmoniques élevées, celles que les chiens entendent si bien.

Le haut-parleur utilisé est un composant spécial, vendu pour les enceintes audio. Il s'agit d'un tweeter spécial, de type piézo-électrique (pas de bobine), muni d'un pavillon. C'est un composant courant et bon marché (quelques dizaines de francs). Ce haut-parleur reproduit les ultrasons, au même titre que la capsule d'émission utilisée ailleurs dans ce numéro ; ces ultrasons sont essentiellement des harmoniques du signal carré dont la fréquence fondamentale appartient néanmoins elle-même au domaine ultrasonique.

En principe, vous n'avez pas à régler votre sifflet. Il y a quand même la possibilité de jouer sur la valeur de C2, le condensateur de la constante de temps de l'oscillateur (entre 1 nF et 3 nF environ). Si vous avez passé la vingtaine, ne vous fiez plus à vos propres oreilles, car votre acuité auditive a déjà bien diminué dans l'extrême aigu (c'est-à-dire à partir de 15 kHz). Demandez l'assistance d'une jeune personne à l'ouïe intacte (habitue des concerts rock&pop, s'abstenir !) et vérifiez ou faites vérifier que le sifflet émet, quand vous appuyez sur S1, un signal tout juste audible par une oreille humaine.

Ne mettez jamais votre oreille dans le pavillon du haut-parleur. Même si vous n'entendez pas les ultrasons, ils existent et peuvent provoquer des troubles. N'approchez pas non plus le pavillon du HP de l'oreille de votre chien. Si vous disposez d'un oscilloscope, vous pourrez vérifier aisément que le signal sur le HP est carré, et que son amplitude crête à crête est à peu près égale au double de la tension d'alimentation. Profitez-en



pour vérifier que la fréquence des ultrasons est de l'ordre de 25 kHz. L'étape suivante consiste à faire des essais avec votre chien, ou celui d'un voisin.

Nous concluons cet article par une histoire aussi croustillante que véridique. Écoutez : Le concepteur de ce schéma l'a inventé, sous une forme initiale plus puissante que la version inoffensive publiée ici, non pas pour appeler un chien qu'il n'avait d'ailleurs pas, mais pour siffler (comme on siffle un artiste ou un sportif que l'on souhaite voir disparaître en coulisses) les chiens du voisinage qui l'empêchaient de s'endormir ou de faire la grasse matinée. Assigné devant le juge par les voisins dont les chiens s'étaient mis à hurler de plus belle sous la pression, insupportable à leurs oreilles, des ultrasons vengeurs, notre ami réussit *in extremis* à échapper à une condamnation en convaincant le juge qu'il n'était nullement dans ses intentions de persécuter les toutous du quartier, mais qu'il se livrait, en sa qualité d'électronicien, à de savantes études sur la propagation des ondes sonores. Rira bien qui sifflera le dernier.

85730

### Le chien politique

Un grand matin, fort bien dressé,  
Chez un boucher de connaissance,  
D'un pas diligent et pressé  
Portait souvent tout seul un panier par son anse.  
Le boucher l'emplissait avec fidélité  
Et le matin, malgré son ventre famélique,  
Les portait à son maître en chien de probité.  
Toutefois il avint qu'un jour un certain dogue  
Fourra dans le panier son avide museau,  
Et d'un air insolent et rogue  
En tira le plus gros morceau.  
Pour le ravoïr, sur lui notre matin s'élança,  
Le dogue se met en défense ;  
Et pendant qu'ils se colletaient,  
Se mordaient, se culebutaient,  
De chiens une nombreuse et bruyante cohue  
Fondit sur le panier des deux bouts de la rue.  
Le matin s'étant aperçu,  
Après maint coup de dents reçu,  
Qu'entre tant d'affamés la viande partagée  
Seraït bientôt toute mangée,  
Conclut qu'à résister il n'aurait aucun fruit.  
Il changea donc soudain de style et de méthode,  
Et devenu souple et commode,  
Prit sa part du butin qu'il dévora sans bruit.

Ainsi dans les emplois que fournit la cité,  
Tel des deniers publics veut faire un bon usage  
Qui d'abord des pillards retient l'avidité,  
Mais après s'humanise et prend part au pillage.

M. de Puget  
(contemporain de J. de La Fontaine)