

janvier 1992

22 FF/160 FB/7,80 FS

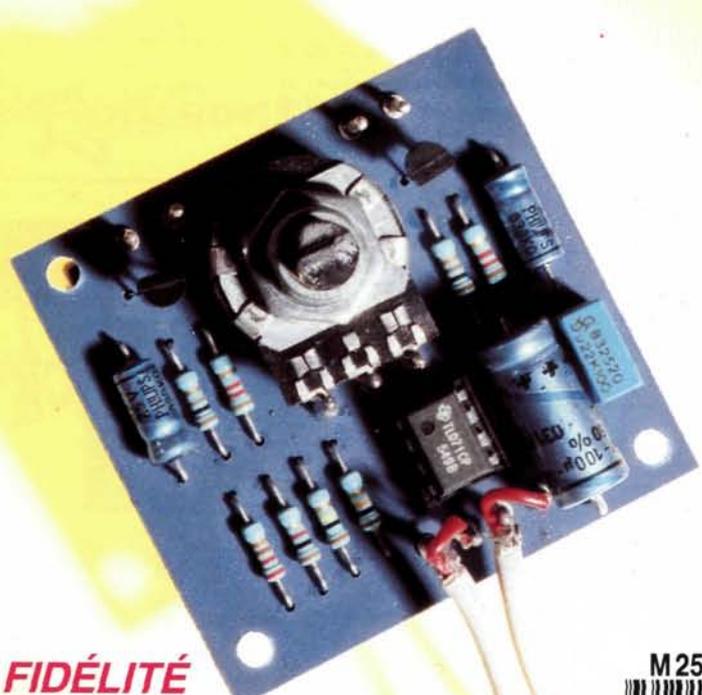
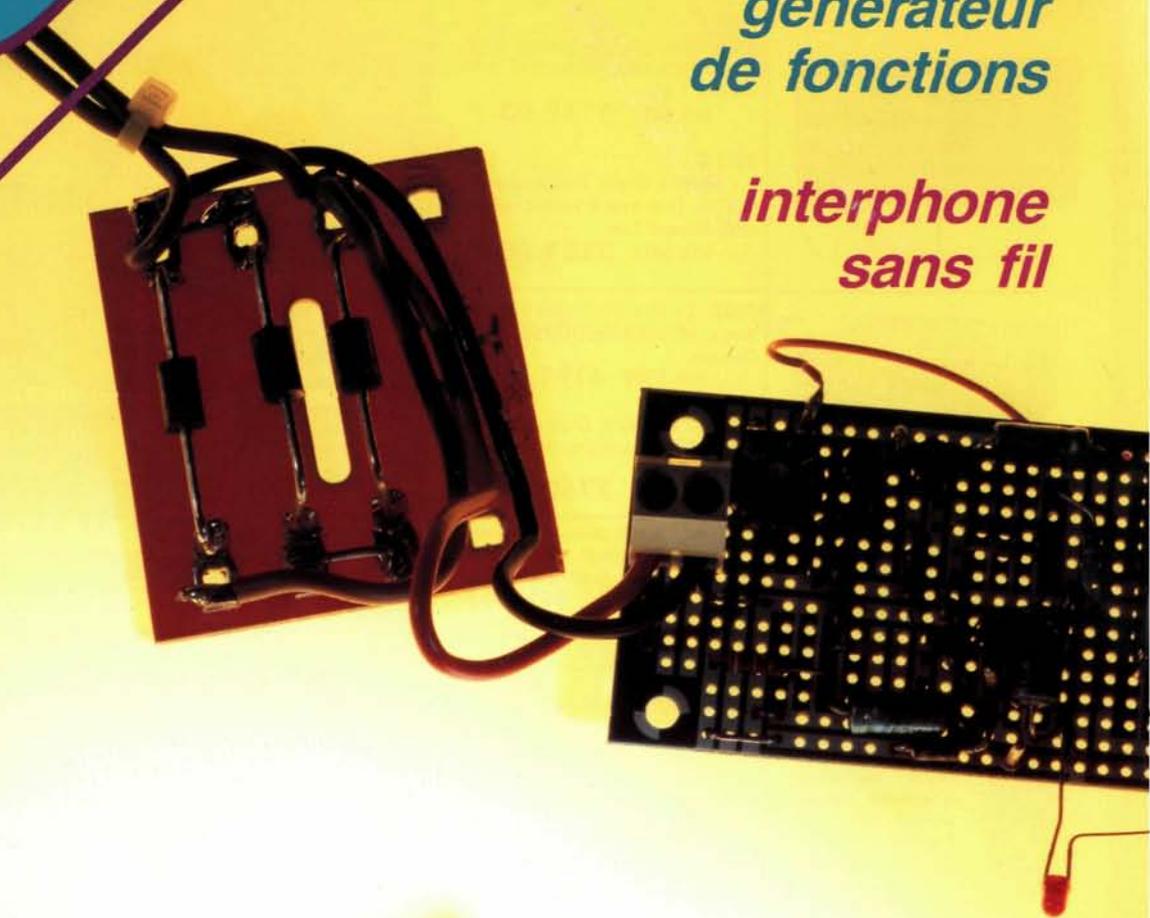
mensuel

élect

*générateur
de fonctions*

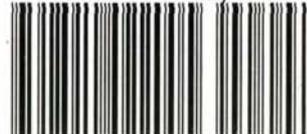
*interphone
sans fil*

explorez l'électronique



**AMPLIFICATEUR
POUR CASQUE HAUTE FIDÉLITÉ
À TRANSISTORS VMOS**

M2510 - 40 - 22,00 F



- 6** • **ELEXPRIME : courrier des lecteurs**
- 49** • **petites annonces gratuites**
- 50** • **mots croisés**

I . N . T . I . A . T . I . O . N

- 4** • **Rési&Transi : tarif de nuit**
- 29** • **analogique anti-choc**
la mesure des tensions alternatives
- 34** • **système K : modules d'expérimentation**
tension, courant et résistance
- 43** • **mini-circuits**
pas plus de 10 composants
témoin à charge
nouvelle rubrique
- 52** • **flash de détresse en détresse**

R . É . A . L . I . S . A . T . I . O . N . S

- 9** • **amplificateur pour casque**
avec des transistors VMOS
- 12** • **interphone sans fil (l'émetteur)**
- 18** • **générateur de fonctions**
- 22** • **voix de robot**
- 26** • **circuit anti-plop pour ampli**
- 39** • **récepteur PO**
- 44** • **interrupteur crépusculaire simplifié**
- 46** • **alimentation 2 A de 4 à 20 V**



Annonces : ARQUIÉ COMPOSANTS p. 20 – B.H. ÉLECTRONIQUE p. 21 – COMPOSIUM p. 20 – ELECTRON SHOP p. 21 et p. 49 – ÉLECTRONIQUE 2000 p. 21 – EURO-COMPOSANTS p. 21 – LAYO FRANCE p. 21 MAGNÉTIC FRANCE p.43 – POMMAREL p. 21 – PSC ÉLECTRONIQUE p.21 et p. 38 – PUBLITRONIC pp.50, 53, 54, 55, et 56 – REBOUL p. 21 – S.E.C. AUDIO VISION p. 21 – SÉLECTRONIC pp. 2, 49, 53 et 54 SVE ELECTRONIC p. 21 – URS MEYER p. 21

Cher Elex, le n°38 que j'ai acheté ne devait pas être complet. Tu devrais t'en plaindre à l'imprimeur. En effet dans ton alimentation de laboratoire, tu nous conseilles de mettre une étiquette sur la face arrière de l'appareil. Tu parles de figure n°11a et b, or mon numéro s'arrête à la fig. 9...

Si toutefois tu maîtrises bien les unités de mesure en général, il n'en est pas de même pour la monnaie. Dans ta rubrique périscope tu parles de thunes mais sans en mesurer la valeur, à moins que celle-ci ait changé entre temps. Autant que je me souviene et même le dictionnaire de français le dit :

- un sou c'est cinq centimes
- vingt sous c'est 1 francs [sic]
- une thune c'est cent sous soit 5 francs

Merci quand même pour cet article qui m'a permis de trouver une nouvelle maison de kits.

**A. Tennevin
94149 Alfortville**



Il arrive que des expressions comportant le mot **thune** se glissent dans le texte de l'un ou l'autre article. C'est toujours un emploi figuré, à caractère poétique ou du moins nostalgique. Dans l'article sur le kit **flash-LED** de la maison Semelec le mot apparaissait, une fois n'est pas coutume, dans son sens littéral, mais en tenant compte des dévaluations successives de ces dernières années.

Pour ce qui concerne l'alimentation, l'imprimeur n'y est pour rien. Ce sont les rédacteurs qui parfois s'emmêlent les pédales entre les figures qu'ils imaginent au moment de préparer l'article, celles qu'ils prévoient au moment de l'écrire, celles qu'ils font dessiner une fois le texte écrit et celles finalement qu'ils utilisent dans l'article définitif. Les étiquettes dont il est question ici ont été victimes d'un défaut de communication dans la chaîne de production de l'article, et très certainement d'une négligence lors de la dernière relecture. Et pan sur la souris du maquettiste ! Comme on ne va pas passer le carnaval à se battre la coulpe sur cette omission, voici de quoi il s'agit. Ces étiquettes sont obligatoires sur les appareils du commerce et certains d'entre nous pensent qu'il serait souhaitable que les lecteurs de revues d'électronique se conforment à la législation et apposent sur les appareils qu'ils fabriquent une étiquette indiquant la valeur de la tension d'alimentation (220 V par exemple), sa nature (= pour l'alternatif, par exemple), la fréquence lorsqu'il s'agit de courant alternatif (50 Hz par exemple), et la puissance dissipée. Tout porte-fusible doit comporter une indication claire de la valeur du fusible. Sur la même étiquette doit figurer le symbole  quand il s'agit d'un appareil bénéficiant du double isolement (pas de fil de terre) et le symbole  (un seul carré) si l'appareil n'est pas de classe E.

Romainville. LE. 17.9.91 n°38 A: 20400

cher. elex

C'est le KAMBAK N°3

Monsieur. Vous pouvez expliquer le fonctionnement du LASER. Du son et l'image? Je croi que après le laser se joue un système informatique de déplacement qui vendrait? pourquoi? c'est ci dur. dans quel Haut-parleur. pour la logique sans être TRIGE-PLUS rien de bien. les sonnet. sont triplé depuis le lancer du sonnet. quoi? ou Adressé. c'est vraiment dur DE. DUT. s'oxye chik avec vous. les sonnet? à propo j'ai aimé. si même. si dans les DUCTE. il y a des compteurs ou des collépine. de surcharge cette question. Maintenant beaucoup. ou si vous tout savoir sur tout les composants? j'ai même l'impression que du temps future les composants seront remplacés. par du LIQUIDE cristallin. sur. et sur. et le plastique. c'est l'avenir aussi l'allumage de serviers. quel pour faire. des cd serviers sur sur. merci à l'imp. pub.

en Vain. Remerciamen POUR. tout.

eugène

elexprime

Romainville. LE. 17.9.91 n°37 A: 20403

cher. elex

C'est le grand KAMBAK N°2

Maintenant elex c'est en Vain. l'abjectif. et en plus toujours pas de collede parfait il y a 1 ou 2 page. Moyen? le prix augment?

Mais toujours pas de couleur. combinable priere faite flamboyer la couleur dans elex? j'espère pour le N°100 cela va être du son. sans? dans elexprime je n'attend plus parler. de Moi l'homme au lettre. cristallante. Vous ne faite pas. de carte postal elex? Monsieur elex pour pas. Vous ne faite pas de jeu dans elex. pour tous les gainés. eix des Mots. car. ou des. l'abjectif. au dans. se club dorothé 36-16. le Mot. Mister. et d'auha. ou dans elex. 18 temps. de tel page. pourquoi il y a d'ocri ou bran. la. ou de. ABC. d'elex. ou. des. idéal comme cela peut. agrandir. votre. compagni Monsieur. elex. alors. ponce. à. Mon. idéal et surtout. les. fin? eix. j'espère. un. jour. que. cela. soit. surtout. ponce. à. Moi. l'homme. au. lettre. cristallante? et surtout. surtout. Merci. pour. le. N°1

fait flamboyer ELEX? pour. le. N°100

fait la voir. et. or. la. logo. on. a. le. resto. 1011.

avec. des. dessin. cool. Merci. pour. tout.

eugène

L'apiculture se porte de plus en plus mal, et il est bien difficile d'obtenir que des organes de presse nationaux lui consacrent quelques lignes quand on n'a rien à offrir en échange, or il se trouve qu'outre une documentation vous permettant d'écrire un texte original, outre la citation dans les revues apicoles, j'ai quelque chose à offrir. Je vais faire un exposé début oct. 92 au Palais Savoie-Expos de Chambéry lors du Congrès des apiculteurs de la CEE ; sur le stand de la France seront exposés tous les journaux qui nous ont accordé un peu d'attention. Sont déjà du nombre : le HIC, Saumur Magazine, Le Courrier de l'Ouest, la Nouvelle République. Ce sont plusieurs dizaines de milliers de personnes qui vont passer devant le

stand, une pub non négligeable. Les projets du printemps 92 ; en collaboration avec les services de la protection des végétaux, utilisation d'un avion modèle réduit radio-guidé pour larguer des insectes prédateurs de la pyrale du maïs.

Un projet qui pourrait vous intéresser : le métier d'avenir à l'EDF : "conducteur de bus".

Actuellement les circuits d'intensité dont il n'est pas question d'ouvrir le secondaire, les circuits de potentiel, la téléphonie HF, la signalisation, la télécommande, la télémessure etc... Autant de circuits séparés. Or à la Direction des Etudes et Recherches d'EDF dont je suis correspondant, on réfléchit pour savoir si le transit doit utiliser : un bus par phase, un bus par tranche ou un bus par site ? Deux

conducteurs, fibre optique. Les premières réalisations portent sur le relevé des compteurs en zone urbaine, c'est incroyable, mais il y a une application apicole immédiate.

Je précise que tout cela est de ma part bénévole, la rémunération consistant simplement dans l'apparition dans le texte des mots apiculture, miel et abeilles.

**Roland Stelle
49400 Saumur**

 Et comment ça nous intéresse, tout ça ! Pas tant pour la pub d'ailleurs que pour le miel... Donnez-nous donc plus d'informations, qu'ELEX entre enfin dans l'arène des abeilles...

elexprime



Certains lecteurs doutent, paraît-il, de l'authenticité des lettres que nous publions. C'est pourquoi nous ajoutons de temps en temps un fac simile dans ELEXPRIME. Il va sans dire que nous avons assez à faire pour inventer nos montages et les textes qui les accompagnent, et que le courrier est assez riche et authentique pour remplir largement une page ou deux tous les mois sans que nous ayons à inventer quoi ce soit pour ELEXPRIME. En revanche, le doute rongé certains esprits de la rédaction quant à l'authenticité des lettres qu'elle reçoit. Celles d'Eugène notamment. Canular ?

Je lis dans le n°37 qu'ELEXPRIME est une rubrique d'ouverture sur les préoccupations des lecteurs, tant mieux ! Reprenons le temporisateur anti-plop du n°33. Force est de constater que ce n'est pas lui qui me pose le problème mais plutôt le schéma de l'alimentation de l'amplificateur et en particulier la partie courant alternatif. R17 est-il un nouveau composant (symbole qui m'est inconnu). Quelle est l'utilité de R17, R18 et R19 associés à C18, C19 et S1. Peut-être est-ce un dispositif anti-clac (ou cloc ou plop !) ? Voilà pour le "point de détail", prenons un peu de recul. Elex, comme beaucoup de périodiques, aurait du mal à se renouveler et pourtant, le travail accompli depuis le premier numéro est énorme.

Je dois dire que la nouvelle mise en page, depuis fin 1990, apparaît assez triste. Les fonds gris, plus ou moins foncés, sont omniprésents. Néanmoins ELEX reste une bonne dépense mensuelle.



**Hervé de Contet
02200 Soissons**



Ouf ! On a eu chaud. Votre conclusion nous rasséréné. Votre appréciation générale étant qu'en fin de compte ELEX ne fait pas un four, nous nous contenterons de ne répondre que sur le "point de détail" : R17 du circuit anti-plop du n°33 page 34 est l'un de ces composants discrets dont nous n'avons pas encore parlé dans ELEX et qu'évoque dans sa lettre Monsieur Bertin. Même si elle appartient au schéma de l'amplificateur qui n'était donné là qu'à titre de référence, le rédacteur qui s'est chargé de décrire ce schéma aurait dû, s'il avait été plus scrupuleux, dire en deux mots de quoi il s'agissait. Vous lui donnez l'occasion de revenir sur cette négligence, soyez en remercié. Pour ce qui est des autres composants, vous avez deviné, c'est bien d'un circuit d'anti-parasitage qu'il s'agit. La fonction de R17, donc. Ce composant est une varistance, une espèce de résistance dont la valeur peut changer en fonction de la tension à ses bornes et que l'on peut imaginer sous la forme de deux diodes zener montées en série tête-bêche. On le connaît également sous le sobriquet de Gemov (marque déposée du fabricant General Electric). On l'utilise essentiellement à des fins d'antiparasitage, notamment pour supprimer, sur les lignes d'alimentation par le courant alternatif, les surtensions transitoires résultant de la décharge d'énergie accumulée dans des circuits réactifs, ou encore de la foudre, et qui se traduisent par des craquements sur les appareils (re)producteurs de sons, mais aussi par des parasites plus insidieux sur d'autres appareils, comme par exemple les micro-ordinateurs. Ainsi vous voyez qu'ELEXPRIME est décidément une rubrique où l'on trouve de tout, même de l'électronique.

Votre revue est excellente. Nous sommes un groupe d'amateurs OC et vos schémas progressifs sont des mines d'or ! De nouveaux arrivants se passionnent de ces montages. Nous voudrions par la suite trouver des schémas de plus en plus profs surtout pour écouter la bande Marine en BLU, 80 m ensuite 40, 20, 10 m. Les grid dips parus sont là pour nous aider au réglage. Ou alors un petit wobulateur qui allié à un oscillo (que vous pourrez réaliser) petit mais costaud etc. Enfin c'est vrai que nous attendons toujours avec impatience les nouvelles parutions.



**Ryszyk
59271 Viesly**

Toujours la même critique : absence presque totale de méthode de dépannage en cas de non fonctionnement ou de panne d'un circuit. J'ai pu juger dernièrement de l'extrême utilité d'une telle méthode avec le montage fréquencesmètre de 0 à 1 GHz Prestige du Kit. Bien entendu, aucune indication aux essais, ce qui n'est pas étonnant compte tenu de la complexité des circuits [... illisible...] consacrant 3 pages entières à la mesure, réglage et dépannage, un suivi très précis des signaux avec valeur, forme intensité depuis l'origine jusqu'aux afficheurs. Deux heures après mon fréquencesmètre marchait. Alors pourquoi ne pas avoir aussi dans votre revue une rubrique dans ce sens sur vos propres schémas ? Cela remplacerait très avantageusement certaines réalisations concernant le très petit nombre. Vous savez, le genre de bidouille qui allume une LED chaque fois que le chien se gratte ses puces. Pour tout le reste bravo.



**R. Robin
40000 Mont-de-Marsan**



Vous n'avez pas tort sur le fond, mais vous comparez un peu à la légère la notice d'un kit (d'un fréquencesmètre 1 GHz qui plus est !) avec une revue mensuelle. Et puis c'est incroyable, cette tendance qu'ont les gens à s'en prendre au (très) petit nombre dès qu'ils ont des problèmes : si la création d'une rubrique devait se justifier, pourquoi interviendrait-elle par définition au détriment de ce que vous estimez une minorité sans intérêt ? En attendant qu'il se passe quelque chose dans le sens qui vous conviendrait, il y a la rubrique ELEXIR publiée pour la dernière fois l'été dernier (ELEX n°35 p.46).

[...] Les kits de montages ne figurent plus chez vos annonceurs depuis le n°24, me semble-t-il... La présentation est agréable, néanmoins je préfère la pub au commencement et à la fin d'une revue. PS : "mesurer c'est savoir"



**C. Juhel
15000 Aurillac**



Nous on aime la pub tout partout partout, mais c'est parce que ça met du beurre dans les épinars (qui pour l'instant ne sont pas trop gras). Pour ce qui est du suivi des kits, il nous a semblé aussi que Billy the Kif de chez Sélectronic avait des rhumatismes.



elexprime

Après avoir passé en revue tous les thèmes, rubriques et essais de vos publications, je n'ai pas trouvé ce que j'espérais, à savoir les schémas de principe et de montage du "collier électrique" pour chien. Ce moyen de dressage par la douleur, qui fonctionne par télécommande se compose d'un émetteur et d'un récepteur, ce dernier fixé au collier (le récepteur à l'aide d'un générateur de tension provoque une décharge électrique entre deux électrodes pour provoquer la douleur (avantage d'avoir un réglage de cette tension). Quelle technique simple à employer HF, FM, OC ? pour avoir une portée utile d'environ 250 mètres et plus si possible ainsi que les dimensions du boîtier récepteur d'environ 8 x 4 x 3 centimètres avec un poids relativement faible - encombrement sous le cou du chien).

Je pense néanmoins qu'en associant des montages séparés décrits dans vos revues, le résultat recherché serait atteint. Si votre collaboration peut m'aider à mettre en œuvre un tel appareil, j'en serais très heureux, seulement il me serait utile d'y parvenir assez vite et j'aimerais une réponse assez rapide, si possible.



**Erick Huguet
17200 Royan**



Vous n'avez pas trouvé ce que vous cherchiez ? Tant mieux ! Nous ne sommes pas peu fiers du fait que vous soyez rentré bredouille de votre chasse au collier électrique dans nos colonnes. Sans doute est-ce le fait d'un vieil atavisme (cynique peut-être) si nos mâchoires se serrent à l'idée de concevoir des accessoires de dressage de chiens par la douleur. Mais comme nous ne voulons pas vous laisser en rade, nous avons néanmoins envisagé un embryon de solu-

tion à votre problème : il existe en effet un accessoire électronique portable qui, convenablement détourné de son usage premier, pourrait vous permettre de progresser. Il a d'ailleurs été présenté récemment - et c'est une référence ! - au Club du téléachat de La 5 (nous ne regardons pas la télé, mais c'est dans le numéro de novembre 1991 de l'Autre Journal, page 57). Il est appelé Lifting Fessier (sic) : « ... de petites plaques électrofilées posées sur les fesses, et reliées à une ceinture à pile, ou je ne sais quoi, envoient toutes les dix secondes une décharge qui provoque des contractions musculaires... ». L'une des « clientes satisfaites » déclarait : « Je le glisse sous mon collant et ainsi je ne perds pas de temps : tout en raffermissant les fesses, je peux repasser, ou bien faire la poussière, ou la vaiselle, la lessive, le ménage, passer l'aspi... ». Nous ne saurons jamais la suite car la dame a été interrompue par l'animateur de l'émission qui lui demandait si les résultats étaient palpables. Nous ne tenons d'ailleurs pas du tout à en savoir plus, mais ne pensez-vous pas comme nous que, moyennant quelques aménagements sans doute à la portée d'un électronicien même débutant mais entreprenant, on parviendrait à transformer l'appareil de façon à en faire un accessoire de dressage canin télécommandé.

Et vous autres, professeurs qui pratiquez l'électronique avec vos élèves et souffrez tant de leur manque d'intérêt, avez-vous déjà songé à de pareils travaux pratiques pour raffermir votre autorité ?

Pour ceux qui éprouveraient des difficultés insurmontables de miniaturisation, nous avons trouvé dans l'ancien catalogue Manufrance un accessoire qui les dépassera. On attelle bien les chevaux...

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

Cet attelage est composé d'une bricole, de deux chaînes d'attache et d'une grande sellerie munie de boucles pour le passage facultatif des guides (non livrées avec). Il se fait en 2 qualités, suivant l'usage auquel on le destine : 1^{re} Modèle ordinaire, mais robuste, pour chiens de trait ; 2^e Modèle riche pour chiens de luxe.

(Pour l'annonce de la charrette représentée sur la gravure, voir page N° 370).

4680. Attelage en cuir noir extra-fort, toutes les coutures avec piqures sellerie solides, chaînes d'attache. Durée indéfinie. 24. 3

4681. Muserolle facultative pour cet attelage. Supplément. 4. 25

4682. Attelage de luxe, genre du précédent, en cuir havane de tout 1^{er} choix, cuir noir doublé-peau souple, anneaux et boucles nickelés. Prix forfait. 35. 3

4687. Muserolle facultative pour cet attelage. Supplément. 7. 3

En commandant donner le tour du corps à la hauteur de la sangle.



**Robert Bertin
16200 Jarnac**

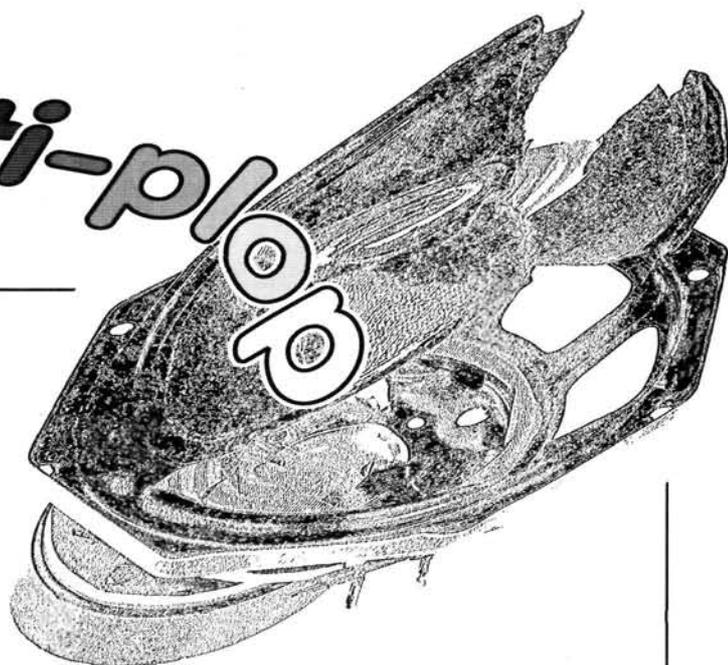


Ce n'est pas fini, non. Surtout si le nombre de ceux qui nous soutiennent augmente. Imaginez un peu que chaque lecteur soucieux d'encourager ELEX trouve, pour le mois suivant, ne serait-ce qu'un seul nouveau lecteur susceptible à son tour d'apprécier et de faire pareil le mois d'après ou un peu plus tard. Quel perspective ! Votre programme à vous est excellent, mais il porte en lui ses limites et ses contradictions, vous l'avez compris. Nous nous efforcerons néanmoins d'en tirer l'essentiel. Soyez patient, ELEX a encore plus d'un tour dans son sac.



temporisateur commandé par
la mise sous tension d'un appareil

circuit anti-plop



Beaucoup d'appareils de fabrication industrielle disposent pour résoudre la question des parasites de mise sous tension, de dispositifs plus ou moins élaborés selon leur catégorie. Pour ceux qui n'en ont pas ou plus, ainsi que pour les amplificateurs faits maison, ELEX propose un circuit autonome qui retarde la mise en service des haut-parleurs lors de la mise sous tension de l'amplificateur.

Le titre de l'article et son illustration hyperbolique ne laissent aucun doute sur le champ d'application de ce montage : la protection de précieux haut-parleurs, mais il n'est pas le seul. Il est vrai que les bruits parasites provoqués par la mise sous tension d'un amplificateur Hi-Fi sont désagréables, mais il y a pire. Ces parasites peuvent devenir dangereux, à terme du moins, pour les haut-parleurs qui subissent leurs assauts répétés. Voilà déjà deux bonnes raisons pour que ce sujet soit traité dans ELEX. D'autant plus que la solution technique retenue est astucieuse et pourrait en effet s'appliquer à d'autres domaines que celui de la protection de HP. Le circuit est conçu de telle sorte qu'il détecte instantanément la mise sous tension de l'appareil surveillé – peu importe en fait qu'il s'agisse d'un amplificateur ou pas –

puis active après un court laps de temps, un relais dont les contacts sont ouverts au repos mais resteront fermés tant que le circuit sera actif. C'est ce relais qui met les HP en service. Avant de nous intéresser de plus près à ce circuit, il est peut-être bon de rappeler d'où viennent ces *cloc* détestables. Quand la tension d'alimentation est appliquée à un amplificateur, il se produit, en différents points du circuit, des changements de potentiel de 0 V à diverses valeurs, jusqu'à celle de la tension d'alimentation elle-même. Ceci produit en fait des impulsions au front raide, donc riche en harmoniques, que des condensateurs du circuit transforment par différenciation en impulsions très brèves, lesquelles traversent tous les étages de l'amplificateur pour aboutir au circuit de puissance qui les injecte dans les haut-parleurs. Plop ! Quand l'amplificateur est doté d'une alimentation asymétrique, il possède, nous l'avons déjà vu à plusieurs reprises dans des schémas d'ELEX, un condensateur de sortie chargé de séparer la composante alternative de la composante continue du signal avant d'attacher les haut-parleurs ; or ce condensateur, déchargé avant la mise sous

tension, se charge aussitôt après, ce qui ne manque pas de produire une impulsion directement sur le(s) haut-parleur(s). Re plop ! Les amplificateurs alimentés par une tension symétrique ne présentent pas cet inconvénient (en théorie du moins !), mais ils produisent aussi des parasites quand les deux tensions d'alimentation ne s'établissent pas de façon rigoureusement symétrique. Quelques millisecondes de décalage suffisent pour provoquer un bruit de mise sous tension. Et plop !

Ne laissez plus vos amplis malmener la membrane de vos haut-parleurs ! Faites quelque chose...

Comme il apparaît sur le schéma synoptique plutôt détaillé de la figure 1 sur la page ci-contre, le temporisateur fait l'effet d'un circuit compliqué. Cette impression, pénible pour la plupart des lecteurs qui recherchent dans ELEX des montages d'abord simples, est heureusement démentie aussitôt par le schéma complet de la figure 2 en-dessous. Partons de la ligne d'alimentation par le secteur (220 V) en haut à gauche de la figure 1. Nous

voions à droite, choses surprenante, une deuxième ligne d'alimentation. Ce cordon-là est le cordon d'origine de l'amplificateur (ou de l'appareil) avec lequel est utilisé le temporisateur. Au lieu d'aller s'enficher dans une prise murale, il est relié à une douille installée sur le coffret du circuit de temporisation. Si vous suivez les deux fils (et le fil de terre), vous remarquerez que l'un d'entre eux est détourné vers un dispositif composé de trois diodes avec, en parallèle, le circuit de temporisation. Celui-ci est alimenté à gauche par un petit circuit qui lui garantit son autonomie par rapport à l'amplificateur avec lequel il est utilisé. À droite, le temporisateur commande un relais dont les deux contacts établissent, après un bref délai suivant la mise sous tension, la liaison entre les sorties de l'amplificateur et les haut-parleurs à protéger.

Sur le schéma de la figure 2 ci-dessous vous retrouvez certains des composants dont nous avons déjà parlé, les diodes notamment et le relais. L'alimentation n'y apparaît pas, ce qui n'est pas bien grave en théorie : nous l'imaginerons, puisqu'il ne s'agit que d'un transformateur (Tr1), d'un pont redresseur (B1) et enfin d'un condensateur de lissage (C4)... En pratique il est formellement interdit de se passer de cet-

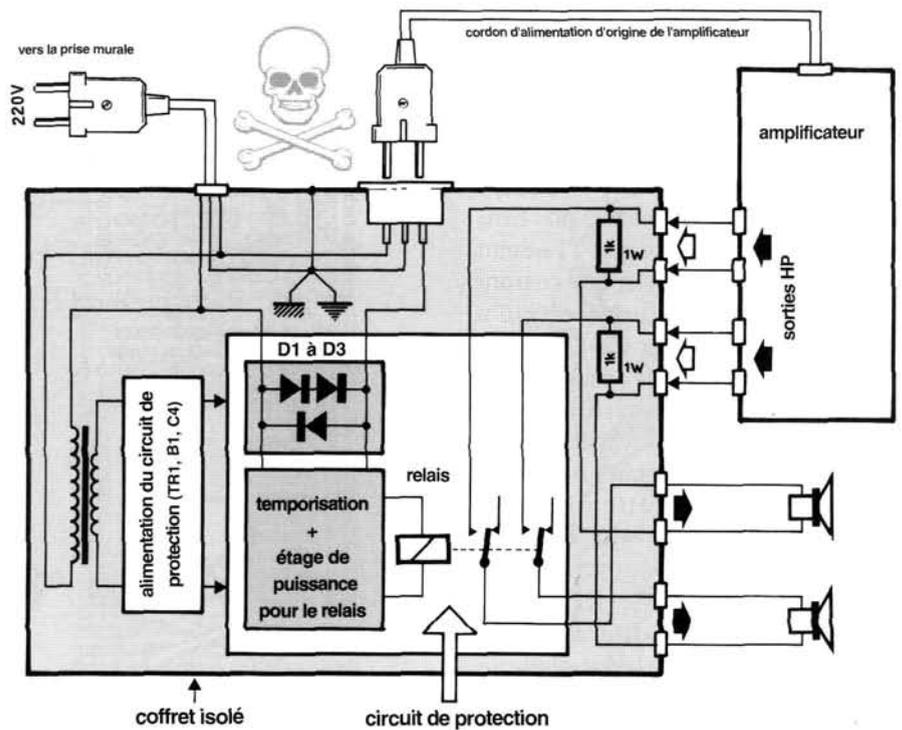


Figure 1 – Le circuit de protection des HP surveille la ligne d'alimentation de l'amplificateur. Respectez scrupuleusement toutes les mesures de sécurité !

te alimentation, nous verrons pourquoi dans un instant. Examinons d'abord le schéma. Les diodes D1, D2 et D3 sont montées en série dans l'un des fils d'alimentation de l'amplificateur. À chaque demi-alternance (disons positive), il règne entre les points C et D, il

circule du courant, une tension de l'ordre de 1,4 V, ce qui correspond approximativement à la somme des seuils de conduction de D2 et D3, alors polarisées dans le sens direct tandis que D1 est bloquée. Durant la demi-alternance suivante (négative par

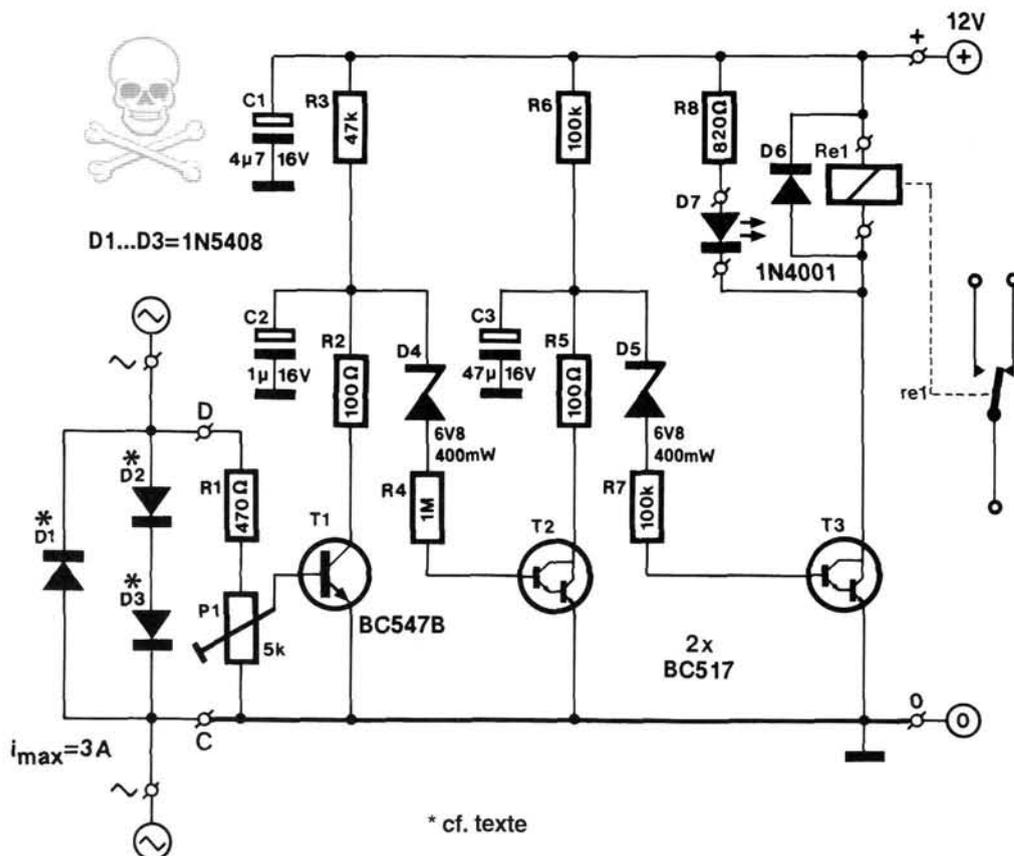
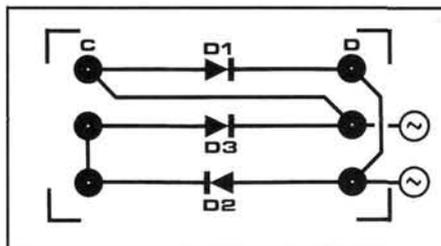
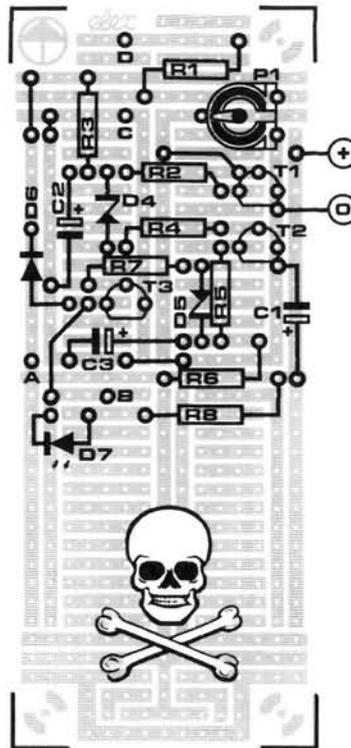


Figure 2 – Le principal inconvénient du circuit présenté ici est sans doute le fait qu'il lui faut une alimentation propre, mais c'est aussi la garantie de son autonomie : aucune intervention n'est requise sur l'amplificateur. N'allez pas alimenter le circuit de protection à partir de l'amplificateur ! Le temporisateur étant relié directement à la tension du secteur, il ne peut donc en aucun cas être alimenté par l'intermédiaire du transformateur de l'amplificateur. Si vous ne tenez pas compte de cette injonction, ne venez pas non plus vous plaindre ensuite des conséquences, même et surtout si vous êtes mort.

conséquent), D2 et D3 se bloquent mais il règne environ 0,7 V entre les points C et D, c'est-à-dire le seuil de conduction de D1, dont vous avez remarqué (n'est-ce pas ?) que la polarité est opposée à celle de D2 et D3. En somme, quand il circule du courant dans la ligne interceptée par nos trois diodes, la tension de base de T1 atteint une valeur suffisante pour que ce transistor se mette à conduire, ce qui a pour effet de décharger C2. Quand la tension aux bornes de ce condensateur passe sous le seuil d'environ 8 V, la diode zener D4 se bloque et le transistor T2, dont la base était jusqu'alors polarisée à travers cette diode, se bloque. Le condensateur C3, qui court-circuitait T2, peut se charger maintenant à travers R6. Dès que le potentiel sur la cathode de la deuxième diode zener aura atteint quelque 8 V (il faut ajouter aux 6,8 V de la diode les 0,7 V au moins de tension de seuil du transistor qui est inséré entre la diode et la masse), le transistor T3 se mettra à conduire, puisque sa base est polarisée dès que la diode D5 se met elle-même à conduire en sens inverse. Maintenant le relais est excité : les haut-parleurs sont connectés à la sortie de l'amplificateur et le restoreront tant que D1, D2 et D3 verront circuler du courant. La conformation du relais doit être telle que les contacts soient parfaitement séparés pour les deux voies (pas de contact commun) comme l'indique clairement la figure 1 (mais pas la fig. 2).

la réalisation

Précisons pour ceux qui ne l'auraient pas encore compris à la lecture de ce qui précède : ce circuit est mortellement dangereux car il est relié directement au réseau électrique domestique ! Il faut absolument préserver la séparation galvanique entre lui et l'amplificateur, d'où la nécessité d'employer un transformateur séparé pour l'alimenter. Il ne faut en aucun cas établir de liaison entre la ligne de terre de la figure 1 et la ligne de masse de la figure 2, et a fortiori entre la ligne de masse de la figure 2 et la masse de l'amplificateur ! Vous voyez bien sur le schéma que la masse du circuit est reliée directement à l'un des fils du réseau d'alimentation sous 220 V ! Il importe aussi et pour les mêmes raisons, de monter le circuit de protec-



Il est préférable de monter les diodes sur une plaquette séparée, bien isolée et sur laquelle l'écart entre les conducteurs soit conforme aux normes (ici une barrette à cosses).

liste des composants

- R1 = 470 Ω
- R2, R5 = 100 Ω
- R3 = 47 kΩ
- R4 = 1 MΩ
- R6, R7 = 100 kΩ
- R8 = 820 Ω
- P1 = 5 kΩ var.

- C1 = 4,7 μF/16 V
- C2 = 1 μF/16 V
- C3 = 47 μF/16 V
- C4 = 220 μF/25 V

- T1 = BC547 B
- T2, T3 = BC517
- D1 à D3 = 1N5408
- D4, D5 = zener 6,8 V/400 mW
- D6 = 1N4001
- D7 = LED
- B1 = B40C1000
- Tr1 = transformateur
220 V- 12 V/200 mA

- Re1 = relais à
2 contacts de travail
par exemple Siemens V23100 - V7112 - F104

- 1 platine d'expérimentation de
format 1

sous 12 V et qu'elle présente une résistance d'au moins 160 Ω. Les contacts doivent supporter des courants d'une intensité d'environ 5 A. Si vous avez par exemple un relais à quatre contacts, n'hésitez pas à l'utiliser en mettant en parallèle ses contacts deux à deux. La difficulté n'est pas tant le courant de commutation que la résistance de contact « de croisière ». Vous avez sans doute noté la présence des résistances de 1 kΩ dans les sorties de l'amplificateur sur le synoptique de la figure 1. Elles sont prévues pour les amplificateurs à condensateurs de sorties : ceux-ci ne se chargeront plus désormais à travers les HP, mais à travers ces résistances. Sur un amplificateur à alimentation symétrique, ces résistances n'ont d'effet ni positif ni négatif. Le réglage de P1, pour finir : mettez l'amplificateur sous tension, puis tournez le curseur (à l'aide d'un tournevis isolé) en partant de la masse jusqu'à ce que le relais s'excite. Et voilà !

ANALOGIQUE ANTI-CHOC ALTERNATIF

3^e épisode : la mesure du courant alternatif



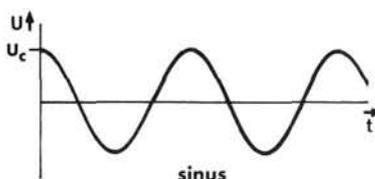
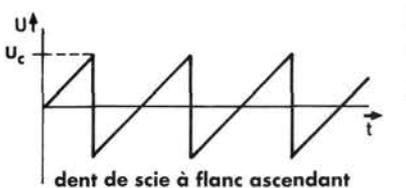
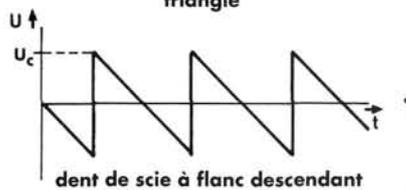
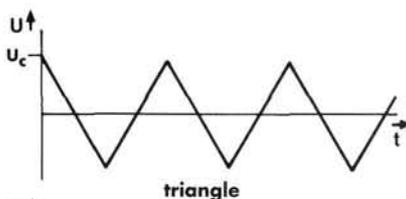
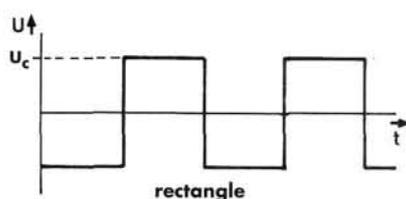
Homo Yoyo

Pour décrire une tension continue il suffit de préciser la valeur de cette tension par rapport à un potentiel de référence (0 V). Pour une tension alternative, c'est une autre paire de manches. Il est beaucoup plus difficile en effet de mesurer et de caractériser sans équivoque des tensions qui changent tout le temps de polarité, car outre ce changement de signe, il faut tenir compte aussi de la nature de la progression entre les valeurs extrêmes. Nous en parlions récemment dans ELEXPRIME, et c'est d'ailleurs à l'occasion de la lettre que nous adressait un lecteur au sujet des tensions alternatives que nous avons pris la décision de demander à l'Homme au Yoyo de remplir pour quelques mois (le mouvement de va-et-vient du yoyo au bout de sa ficelle évoque on ne peut mieux la progression d'une onde sinusoïdale). Aujourd'hui nous vous proposons de généraliser nos considérations sur les tensions alternatives.

Les trois caractéristiques fondamentales d'une tension alternative sont :

1. La forme de la courbe
2. La valeur de la tension
3. La durée de la période

1



1. Forme de la courbe

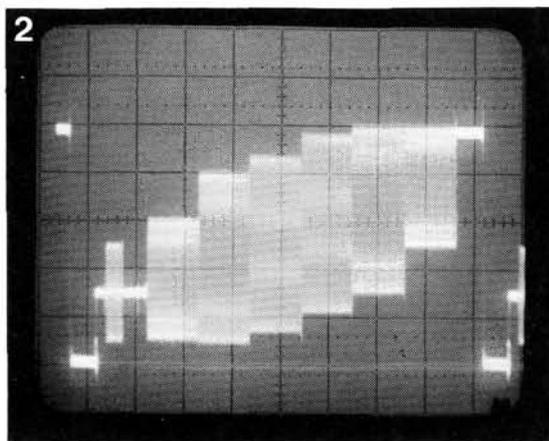
Une description mathématique exacte de la forme des courbes, appelée aussi fonction, est toujours possible mais souvent difficile. Elex n'est pas (encore) le cadre idéal pour aborder les tensions alternatives sous l'angle des transformées de Fourier. C'est pourquoi nous désignerons plutôt les courbes de tension en nous référant à leur apparence. L'illustration ci-contre vous permet de découvrir les formes des tensions alternatives courantes.

Une onde est constituée de deux alternances : une positive et une négative. La sinusoïde est la forme la plus usuelle. Comme les alternateurs des centrales ne fournissent que des tensions sinusoïdales, que ces tensions sont faciles à transporter et à transformer, tout le réseau électrique public, jusqu'à la prise de courant domestique, utilise cette forme de tension.

L'électronique, quant à elle, utilise toutes sortes de tensions, notamment rectangulaires.

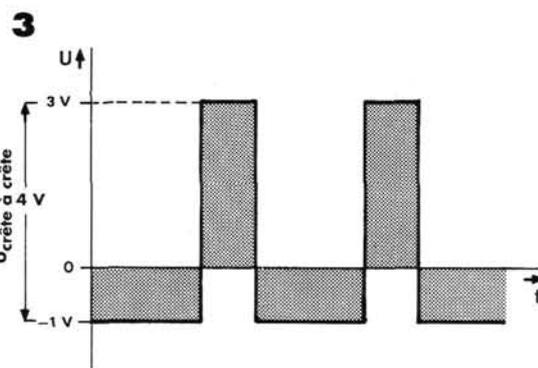
Certaines formes de courbes exotiques, par exemple un signal vidéo en télévision, ne peuvent guère être décrites

autrement qu'à l'aide d'une photo comme celle que nous reproduisons ci-contre. Il s'agit là d'un signal complexe, riche en informations de toutes sortes, dont l'apparence générale est celle d'une dent de scie en marches d'escalier. Une seule période du signal vidéo est représentée.



2. Valeurs de tension

Les tensions alternatives de forme simple sont caractérisées simplement : U_c est la plus grande valeur prise par la tension. Cette valeur est appelée valeur de crête ou de pointe, ou encore amplitude. Dans le cas de tensions alternatives dont l'alternance négative est différente de la positive, on donne plutôt l'écart entre sa valeur positive maximale et sa valeur négative maximale, c'est-à-dire la tension crête à crête U_{cc} . La valeur crête à crête de la tension rectangulaire asymétrique de la figure 3 ci-contre est de 4 V.



Hormis la tension de crête il existe plusieurs définitions de la tension. Nous n'en citerons qu'une ici, particulièrement importante : la tension efficace U_{eff} . Sa définition découle d'une comparaison avec la puissance. Nous savons que la tension continue fournit de la puissance (continue). Mais une tension alternative ne donne-t-elle pas aussi de la puissance en continu ? C'est en tous cas ce que nous constatons quotidiennement lorsque nous allumons la lumière, la cuisinière électrique ou la perceuse, tous ces

appareils étant alimentés par une tension alternative. Cette puissance est continue en ce sens qu'elle existe même lorsque la tension alternative devient négative. La puissance fournie sous une tension alternative varie néanmoins, puisque la tension varie elle aussi. Ces variations sont trop rapides pour être remarquées lors de l'utilisation des appareils électriques alimentés sous 50 Hz. Il est impossible de distinguer, à

l'œil nu, une lampe alimentée par une tension alternative d'une lampe alimentée par une tension continue : la tension alternative et la tension continue ont le même effet, mais les initiés savent que pour obtenir un effet donné, la tension continue requise sera plus faible que la tension alternative, justement parce que la tension continue ne varie pas. La tension alternative devient périodiquement nulle, plus ou moins progressivement selon la forme d'onde, ce qui se traduit forcément par une réduction périodique de son efficacité. On appelle valeur efficace d'une tension alternative la valeur de la tension continue qui produirait le même effet que cette tension alternative crête à crête. La tension du secteur est de 220 V_{eff}, elle est comparable par ses effets à une tension continue de 220 V. À une tension efficace de 220 V correspond une tension de crête beaucoup plus élevée ($\sqrt{2} \cdot U_{eff}$) ; dans le cas de la tension du secteur, cela

donne environ 310 V. Cette formule n'est vraie que tant que la tension considérée est parfaitement sinusoïdale (et, accessoirement, tant que la tension et le courant sont en phase, mais ça c'est une autre histoire que nous nous réservons pour plus tard).

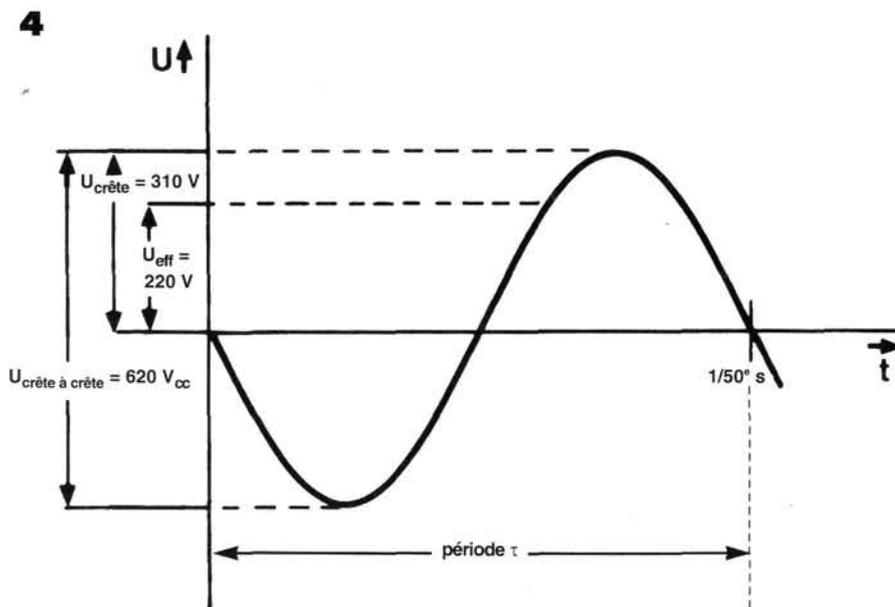
3. Période

Quand il s'agit de tensions et de courants alternatifs, on parle souvent aussi bien d'oscillations que d'ondes, ce qui est équivalent. Une oscillation, qui se compose d'une alternance positive et d'une négative, est appelée période. Le terme période désigne aussi la durée de l'oscillation. La période τ (la lettre t de l'alphabet grec ; prononcez tau) du signal rectangulaire de la figure 16 du 1^{er} épisode (ELEX n°38 p.53) dure 2 s, celle du signal de la figure 17 du même épisode dure 1 s. Puis commence une nouvelle période ...

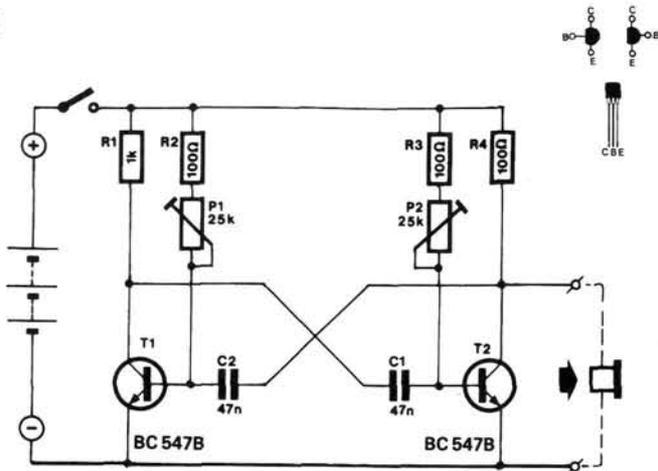
Lorsque les oscillations ont une période très courte, on en calcule la valeur inverse, c'est-à-dire la fréquence f en Hz (hertz) :

$$f = 1 / \tau \quad (1 \text{ Hz} = 1/\text{s})$$

La fréquence indique donc le nombre de périodes par seconde. Pour une période d'une demi-seconde la fréquence s'élève à 2 Hz. Vous remarquerez que les multiples du hertz,



6



comme les multiples de l'ohm, sont désignés par des lettres :

- 1 kHz = 1000 Hz (kilohertz, 10³)
- 1 MHz = 1000 kHz
= 1 000 000 Hz (mégahertz, 10⁶)
- 1 GHz = 1000 MHz
= 1 000 000 000 Hz (gigahertz, 10⁹)

La notion de fréquence ne s'applique pas exclusivement aux tensions électriques alternatives. Les variations de pression atmosphérique, par exemple, sont elles aussi mesurées en Hz ; elles sont perçues par notre oreille comme des sons. Ainsi 1000 variations par seconde de la pression atmosphérique – donc 1 kHz – correspondent à un son de hauteur moyenne. Plus un son est aigu, plus sa fréquence est élevée.

Il existe, comme nous allons le voir, un lien très étroit entre la fréquence des tensions électriques alternatives et leur champ d'utilisation en pratique.

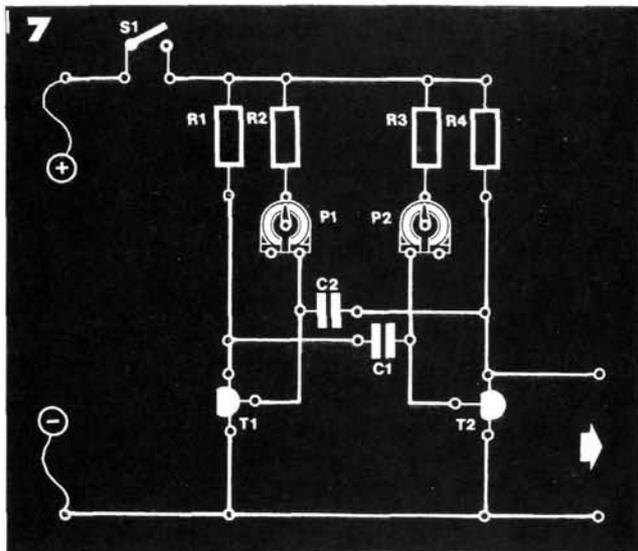
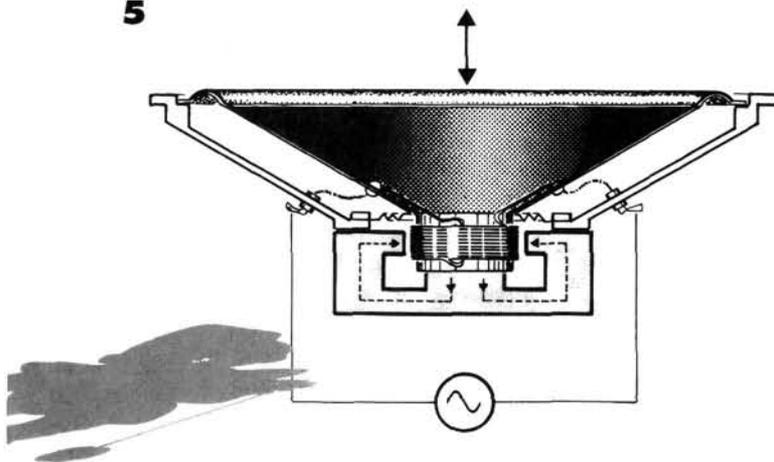
- Les ampoules et les lampes fluorescentes domestiques sont alimentées par la tension alternative du réseau de fréquence 50 Hz. Puisqu'à chaque alternance elles s'allument et s'éteignent (presque !), la lumière oscille à la fré-

quence de 100 Hz. Nous ne le remarquons pourtant pas, car l'œil humain ne perçoit les oscillations de la lumière que jusqu'à 20 Hz. De même l'image de télévision semble continue bien qu'elle se renouvelle 50 fois par seconde, soit à la fréquence de 50 Hz. Lorsque la télévision diffuse des films anciens, tournés à 18 images par seconde, on a recours à un truc : chaque image est projetée deux fois de suite.

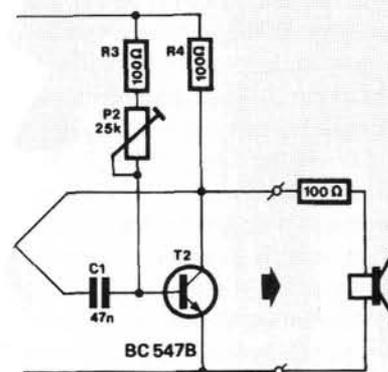
- Les tensions alternatives d'environ 12 Hz à 16 kHz sont reproductibles avec un haut-parleur ou un casque. Cependant les limites de l'audition varient suivant les individus et en vieillissant (c'est-à-dire à partir de l'âge de 20 ans environ) l'ouïe devient rapidement moins sensible aux hautes fréquences. En électronique les fréquences audibles sont appelées fréquences audio ou basses fréquences (ou fréquences vocales en télécommunication). Les suivantes sont des hautes fréquences.

- Les ondes courtes, les ondes moyennes ou les grandes ondes des stations de radio sont des tensions alternatives de fréquence comprise entre 100 kHz et 40 MHz. Ces ondes sont émises par des antennes spéciales et sont utilisées pour la transmission sans fil. Les portées dépendent entre autres de la fréquence. Pour les ondes courtes en particulier, la transmission tout autour de la terre est possible si

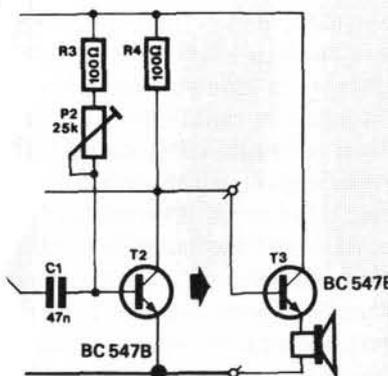
5



8



9



les conditions de propagation sont favorables.

- Les tensions alternatives de fréquence 80 MHz à 854 MHz sont utilisées entre autres pour la radio (UHF) et la télévision (VHF/UHF).
- La lumière elle-même est une oscillation électromagnétique, dont la fréquence va de 400 000 GHz à 750 000 GHz (lumière visible).

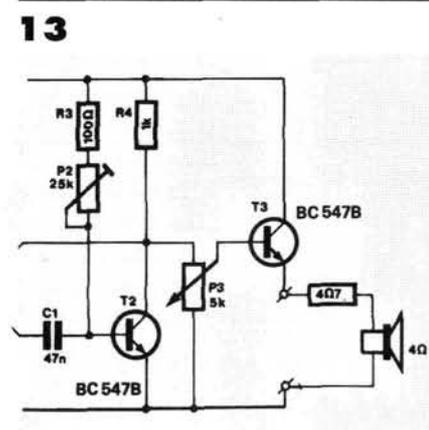
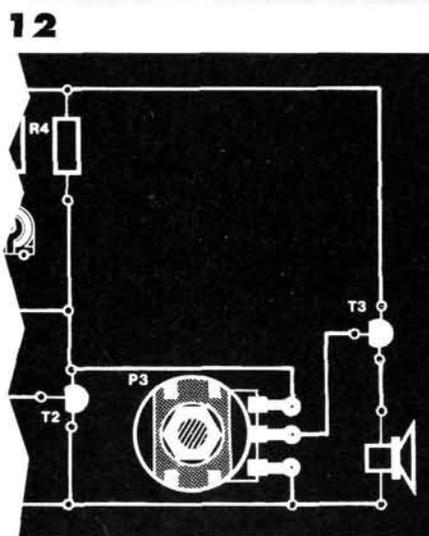
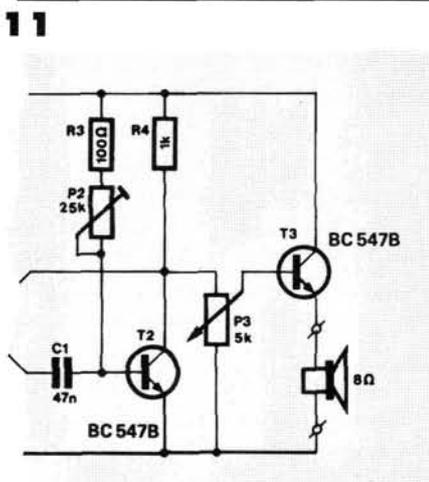
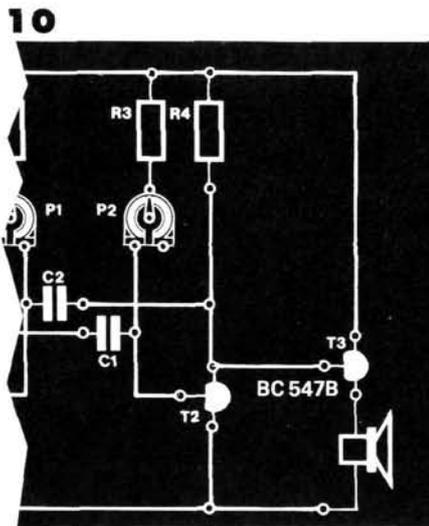
MVA générateur de sons

Hauts-parleurs et casques produisent des sons dans une plage de fréquences de 12 Hz jusqu'à environ 20 kHz. La membrane d'un haut-parleur ou d'un casque vibre au rythme de la tension alternative et produit ainsi des variations de pression de l'air, c'est-à-dire des ondes sonores.

Notre montage multivibrateur va fournir la tension alternative nécessaire pour alimenter un casque. Ici le MVA (figure 6) doit osciller beaucoup plus vite que lorsque nous l'utilisons comme générateur expérimental clignoteur. Les fréquences seront, suivant la position du potentiomètre, d'environ 500 Hz à 10 kHz, au lieu de 0,5 Hz à 5 Hz. La plage de fréquences est décalée vers le haut par des condensateurs beaucoup plus petits, et étendue par des potentiomètres de valeur beaucoup plus grande.

Un potentiomètre stéréo (2 x 25 kΩ linéaire) peut remplacer les deux potentiomètres superposés et actionnés par le même axe. Les condensateurs de 47 nF sont des condensateurs ordinaires à film plastique (polyester ou polycarbonate métallisé, désignation commerciale MKT ou MKH). Le casque peut être relié directement à la sortie du multivibrateur, l'impédance de la charge devant être au moins de 100 Ω. L'impédance est une grandeur caractéristique des casques et des haut-parleurs dont nous reparlerons en détail. Pour l'instant, sachons qu'elle définit le rapport entre la tension qui règne aux bornes du haut-parleur et le courant qui le traverse. Malheureusement l'impédance de beaucoup de casques et de presque tous les haut-parleurs courants (4 Ω à 8 Ω) est trop faible pour notre montage. Elle constitue pour la tension de collecteur une charge si forte que le multivibrateur n'oscille plus. Si vous utilisez un petit haut-parleur de 8 Ω, bon marché (au moins 0,2 W; récupéré par exemple sur une radio de poche défectueuse), montez une résistance de 100 Ω en série comme le montre la figure 8.

La résistance amenuise l'intensité du courant à travers le haut-parleur ; ce faisant, elle réduit le volume. Le multivibrateur oscille tout de même et vous pouvez constater que la fréquence du générateur, c'est-à-dire la hauteur du son, change lorsque vous ajustez le potentiomètre fixant la fréquence. Le



problème du volume faible se résout à l'aide d'un étage amplificateur, par exemple l'émetteur suiveur de la figure 9.

Le montage émetteur suiveur n'amplifie pas la tension de sortie, il la transmet (décalée de 0,7 V) à la charge, mais il amplifie le courant. Comme le multivibrateur lui-même ne commande que le transistor T3 monté en émetteur suiveur, il n'a à fournir qu'une fraction du courant dont le haut-parleur a besoin. Pour la même raison, la résistance de collecteur de T2 (R4) peut être élevée à 1 kΩ. Le montage émetteur suiveur fournit assez de courant pour un haut-parleur de 8 Ω sans résistance série.

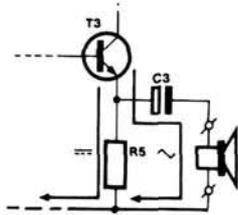
Sur la figure 11 ci-contre un potentiomètre supplémentaire est monté comme réglage de volume entre le multivibrateur et le montage émetteur suiveur. Le potentiomètre divise la tension de sortie du multivibrateur, c'est-à-dire qu'il réduit, selon le réglage du curseur, la tension de la base de T3 et par conséquent celle de son émetteur. Le courant du haut-parleur et le volume deviennent donc plus faibles.

Si l'utilisation de cet étage se prolonge un tant soit peu, vous constaterez que T3 s'échauffe beaucoup. Une résistance de 10 Ω insérée dans le circuit du collecteur réduira le dégagement de chaleur. Si vous montez un haut-parleur de 4 Ω au lieu de 8, vous insérerez une plus petite résistance (quelques Ω seulement) en série (figure 13).

La tension de sortie de l'émetteur suiveur est identique à la tension de sortie du multivibrateur. C'est une tension continue pulsée, laquelle résulte de la superposition d'une tension continue et d'une tension alternative. Un condensateur serait donc bienvenu pour bloquer la composante continue dont le haut-parleur n'aurait que faire. On comprend aisément que si la tension continue est appliquée à la bobine du haut-parleur, elle déplace la membrane dans un sens ou dans l'autre et la force à rester dans cette position, s'opposant en cela à l'action de la tension alternative.

Autant poser un doigt sur la membrane ! Si l'étage de commande du haut-parleur est capable de fournir un courant de forte intensité pendant un laps de temps assez long, il arrivera que le fil ultra-fin constituant la bobine du haut-parleur s'échauffe au point de se consu-

mer. Une fois la bobine grillée, le haut-parleur ne peut plus fonctionner du tout. Mais avant d'en arriver à de telles extrémités, il faut savoir que le seul échauffement de la bobine peut provoquer des déformations du support de la bobine, lesquelles, sans compromettre entièrement le fonctionnement du haut-parleur, ont néanmoins des conséquences plus ou moins graves sur sa caractéristique de transfert. Ceci est d'autant plus dangereux que le haut-parleur est de bonne qualité. Grâce au condensateur, ce danger est écarté. La composante continue circule à travers la résistance R5 de 100 Ω.

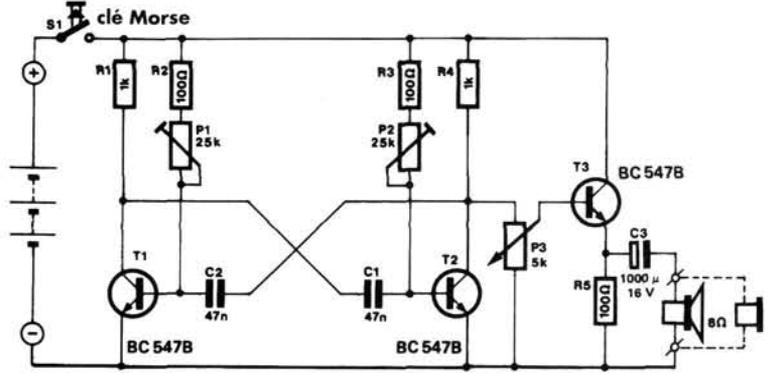


Vous avez certainement constaté lors des dernières manipulations que la fréquence du multivibrateur ne dépend pas seulement des résistances et des condensateurs montés dans les circuits des bases des transistors, mais aussi de la charge en sortie. Cela ne devrait pas se produire en théorie, mais en pratique les composants n'ont pas le comportement idéal qu'on souhaiterait.

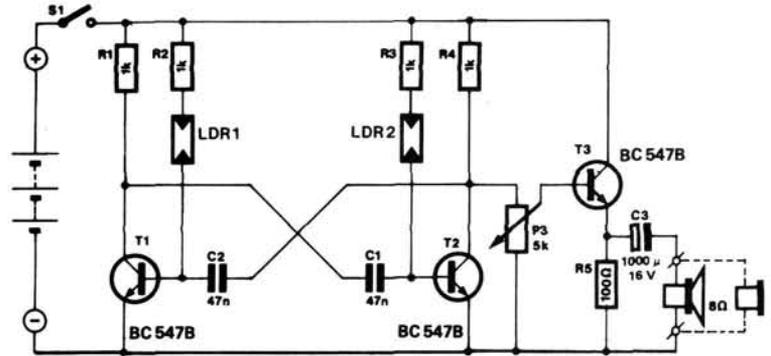
L'appareil de la **figure 14** convient comme générateur de son pour s'exercer au Morse. Un manipulateur (Morse) remplace l'interrupteur. Lorsque vous poussez le bouton, le contact de l'interrupteur est fermé et le haut-parleur émet un son. Si vous êtes amateur de communication radio, ce montage vous permettra de faire vos premières armes de manipulateur.

Une autre version de ce montage intéressera davantage les amateurs de musique expérimentale. La hauteur du son du multivibrateur est déterminée par l'éclairement des LDR qui rempla-

14



15



cent les potentiomètres (**figure 15**). Pour obtenir un timbre plus riche, placez le haut-parleur sur une caisse de résonance (verre, tube en carton, boîte...) Avez-vous encore sous la main le générateur du mois dernier ? Ce générateur d'impulsions expérimental, au rythme très lent, peut revenir ici piloter le générateur de sons !

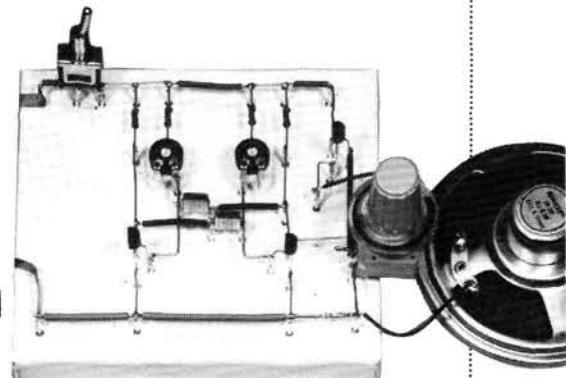
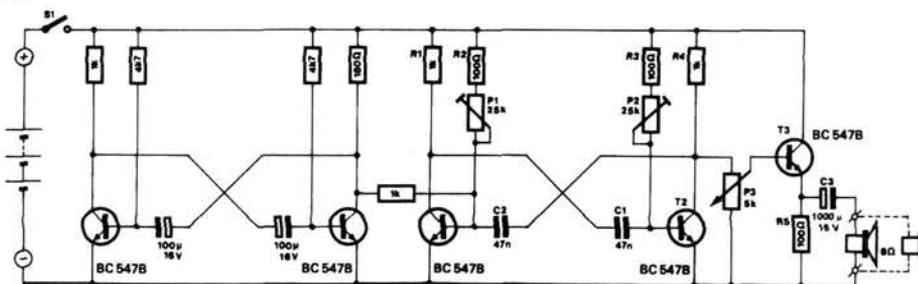
Lorsque le transistor de sortie du générateur de test (à gauche sur la **figure 16**) devient passant, il court-circuite à la masse la résistance de 1 kΩ montée entre son collecteur et la base du premier transistor du générateur de sons. L'oscillation du générateur de sons est alors bloquée et il se tait. On dit du générateur de gauche qu'il module le générateur de droite « en tout ou rien ». On parle aussi de modulation d'amplitude.

Si vous avez un peu de patience et le goût de l'expérimentation, vous pouvez réaliser en plusieurs exemplaires le dispositif expérimental de la **figure 16**, tous munis de potentiomètres de réglage aussi bien de la fréquence très basse que de la fréquence audio. Après les avoir vérifiés séparément, vous les interconnecterez à l'aide de résistances selon le principe de la **figure 16**. Les effets sonores obtenus sont étonnants, car plus vous rajoutez de MVA, plus le timbre s'enrichit en harmoniques...

Le mois prochain, nous reprendrons nos considérations sur les tensions et les courants alternatifs et nous essaierons notamment d'y appliquer la loi d'Ohm.

86730

16



Elex veut rester accessible et surtout utile aux débutants. C'est pour cette raison que toutes les descriptions de montages comportent, autant que possible, des rappels théoriques qui permettent aux nouveaux venus de prendre le train en marche sans trop de difficultés.

Malheureusement il n'est pas possible, dans le cadre –toujours trop étroit– d'un article consacré à une réalisation, de donner toutes les indications théoriques nécessaires. Chaque montage illustre un sujet bien précis, et les explications laissent de côté, ou considèrent comme acquises, les connaissances plus générales. Ce sont ces notions élémentaires qui font l'objet de séries d'articles comme analogique anti-choc ou des annexes comme elx a-b-c*. La série K se place dans la même ligne, avec comme objet l'expérimentation pratique des notions théoriques. Le système rend tangibles, au vrai sens du terme, les grandeurs électriques. Chaque article propose une platine à circuit imprimé qui facilite l'expérimentation.

expérimentation avec le
système



tension, courant, résistance

Les premières platines que nous avons présentées (deux alimentations et un amplificateur) faisaient appel à des notions relativement complexes, comme le gain et la contre-réaction. Le retour en arrière de ce numéro sera un point de départ pour certains et un rappel utile pour d'autres : il s'agit de la loi d'Ohm, qui s'applique dans n'importe quel circuit. Même si vous la connaissez, prenez la peine d'exécuter toutes les manipulations et d'effectuer tous les calculs. C'est indispensable pour posséder cette loi fondamentale de l'électricité, et pour ancrer les notions de tension, de courant et de résistance. Le matériel nécessaire comporte : la platine de base, la platine décrite plus loin, une alimentation (celle de 5 V par exemple) et quelques résistances, dont la valeur est donnée dans chaque schéma. La platine d'expérimentation universelle est assez simple pour constituer un exercice de dessin avec des pastilles-transfert et des rubans, et de gravure de circuit imprimé. Les mesures, puisque l'expérimentation ne se conçoit pas

sans mesure, peuvent être faites avec un multimètre ordinaire, à aiguille ou numérique.

Courant, tension, résistance... Franchement, êtes-vous capables de donner instantanément une définition précise de ces trois notions et des rapports entre elles ? Il suffit à un profane de poser une question idiote et judicieuse à la fois pour semer le doute sur un sujet qui apparaissait évident jusque-là.

Exemple de question de profane embarrassante pour un technicien : « pourquoi les électroniciens ont-ils besoin de toutes ces résistances ? Elles ne font que freiner le courant alors que le rôle de l'électronique est d'amplifier les signaux ! » Notre habitude est de décrire les grandeurs électriques en les comparant à des réservoirs et à des conduites d'eau. Ce n'est pas une mauvaise méthode, mais c'en est une autre que nous utiliserons cette fois-ci. Penchons-nous maintenant sur la partie matérielle, le « hardware » de notre système d'expérimentation.

* Mais non, Pépé, ELEX n'a pas baissé !

la tension

Installez votre alimentation de 5 V et branchez la fiche du secteur. Si tout fonctionne correctement, une tension de 5 V règne entre les bornes de sortie. Cette tension seule ne produit aucun effet. Jusqu'ici, tout ce que nous savons de la tension, c'est qu'elle est présente : les deux pôles sont en mesure de faire naître un courant d'intensité donnée dans un conducteur placé entre eux. Nous n'avons pas connaissance de la tension aussi longtemps qu'aucun conducteur ne relie les pôles. La tension n'est décelable que par le courant qu'elle fait naître. C'est évident en particulier lorsque nous mettons les doigts sur les deux pôles d'une source de tension (plus élevée que les 5 V). Les doigts constituent un conducteur traversé par un courant (plus ou moins douloureux). Lorsque nous enfichons les deux cordons de mesure dans les douilles de la sortie de notre alimentation, ce n'est pas la tension que nous mesurons, mais ses effets. Dans ce cas précis, nous mettons en évidence les effets magnétiques du courant électrique qui traverse la bobine mobile du galvanomètre. Il est possible aussi de mettre en évidence une tension sans courant. Deux pôles entre lesquels règne une tension se caractérisent par une différence entre les charges électriques : le pôle négatif présente un excédent de charges électriques (des électrons), alors que le pôle positif présente un défaut. Un conducteur disposé entre les deux pôles permet à cette différence de s'annuler : les électrons excédentaires du pôle négatif sont forcés de se déplacer et de venir combler le déficit du pôle positif. C'est ce flux d'électrons, de charges élémentaires, que nous appelons *courant électrique*. La différence de charge est appelée aussi différence de *potentiel* ; une tension est une différence de potentiel.

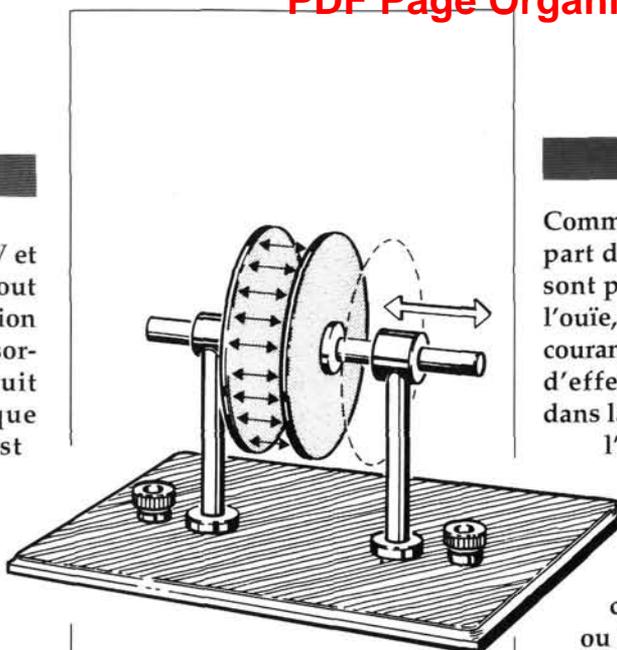


Figure 1 - Un condensateur à armatures mobiles permet de définir l'unité de tension électrique. Un travail mécanique est nécessaire pour augmenter l'écartement des plaques chargées. La quantité de travail est directement proportionnelle à la tension qui règne entre les armatures.

Nos deux pôles chargés ont une autre propriété : celle de s'attirer mutuellement. La force d'attraction est si infime qu'on n'en remarque rien dans les conditions normales. Il est pourtant possible de la mettre en évidence quand on essaie d'écartier les armatures d'un condensateur, tel qu'il est représenté par la *figure 1*, chaque armature étant reliée à un pôle d'une source de tension. Pour augmenter l'écartement des plaques, il est nécessaire de fournir un travail mécanique. C'est sur la quantité de travail nécessaire que repose la définition exacte de l'unité de tension : pour une tension de 1 V, il faut une *quantité de travail* donnée pour augmenter l'écartement d'une longueur donnée. Cette définition de la tension par le travail est nécessaire. Si nous définissions la tension par le courant et la résistance, il serait impossible de définir la résistance par la tension et le courant. Ces problèmes fondamentaux ne sont pas les nôtres, nous utilisons les phénomènes et ne souhaitons connaître les grandeurs électriques que par leurs effets.

le courant

Comme nous l'avons déjà dit, la plupart des effets de l'électricité nous sont perceptibles, par la vue ou par l'ouïe, grâce au courant électrique. Le courant électrique produit trois sortes d'effets : effets chimiques, comme dans la charge des accumulateurs ou l'électrolyse, effets thermiques, comme dans les radiateurs de chauffage ou les lampes à incandescence, et enfin effets magnétiques, comme dans les haut-parleurs ou les relais.

Le courant est le déplacement des charges électriques dans un conducteur. L'intensité du courant se définit comme la quantité de charges qui traverse le conducteur pendant un temps donné. Le comptage des électrons peut se faire par une électrolyse : le passage du courant dans une solution conductrice provoque le déplacement d'atomes. L'exemple le plus connu est celui de l'électrolyse de l'eau salée. Elle sépare les atomes d'oxygène et d'hydrogène ; le volume de gaz produit se mesure aisément et, en tenant compte des conditions de pression et de température, en connaissant le nombre d'Avogadro et la masse molaire du gaz considéré, un professeur de physique en classe de seconde (ses élèves aussi) est capable de calculer le nombre d'électrons qui sont passés de la cathode (pôle négatif) à l'anode (pôle positif). S'il a pris la précaution de déclencher son chronomètre au début de l'expérience et de l'arrêter à la fin, il lui reste à diviser la quantité d'électrons, exprimée en coulombs, par le nombre de secondes pour connaître l'intensité en ampères. Tout comme la mesure de la tension par la force d'attraction entre les armatures d'un condensateur, cette méthode a servi aux pionniers pour établir les lois de l'électricité ; elle sert encore pour les démontrer, mais nous avons aujourd'hui des appareils plus simples d'emploi.

conducteur et résistance

Ces deux notions s'appliquent en réalité à la même chose : un conducteur est une matière qui se laisse traverser par les électrons mis en mouvement par une source de tension. Ce déplacement est possible parce qu'il existe entre les atomes du conducteur des électrons libres, c'est-à-dire des électrons qui ne sont pas rattachés à un atome. En fait, tous les électrons gravitent autour d'un noyau, mais les électrons libres ne gravitent pas toujours autour du même noyau. Ils se déplacent d'un atome à l'autre, et la place qu'ils laissent se trouve occupée par un autre électron libre. Plus ce déplacement est facile, plus la résistance du matériau est faible. Le cuivre est un bon conducteur, dont les électrons sont très mobiles. D'autres métaux ont des électrons moins mobiles, qui se laissent déplacer moins facilement par la force de la tension. La résistance d'un matériau indique quelle quantité d'électrons peut être mise en mouvement par une tension donnée. Une résistance est un mauvais conducteur, un bon conducteur est une résistance de faible valeur.

* (note à l'usage notamment du correcteur)

Que l'article qui commence cet intertitre ^(a) (« LA loi ») soit en capitales n'est pas un lapsus digiti ^(b), c'est pour montrer que la loi qui suit est la loi fondamentale.

^(a) notule : Un article commence par un titre, pourquoi un intertitre ne commencerait-il pas par un article ?

^(b) notulette : Comme on dit lapsus linguae pour un déraillement oral, on disait lapsus calami pour un déraillement de la plume au temps où l'on écrivait avec une plume, on dira lapsus digiti pour un déraillement du doigt sur le clavier^(c).

^(c) Au risque de passer pour un empailleur de mouches, le correcteur se permet de faire remarquer qu'il serait peut-être préférable d'adopter l'expression lapsus clavii puisque c'est sur l'une des clefs dont est fait le clavier que déraile le doigt.

** (note à l'attention notamment de Caroline Grévisse^(d)) On est en droit d'attendre l'éllision de l'article devant une voyelle^(e). Ici, le hiatus dû à l'absence d'éllision met l'accent sur le^(f) un qui suit.

^(d) Qui c'est celle-là ?

^(e) Sauf devant les chiffres un, huit, onze, mais aussi devant oui, yaourt, yen, yougoslave, yo-yo et quelques autres.

^(f) La preuve !

LA loi*

L'intensité du courant à travers un conducteur dépend directement de la tension : une tension double provoque un courant double, une tension triple un courant triple et ainsi de suite. En fait, rien ne dit qu'une tension de** 1 volt provoque toujours un courant de** 1 ampère. C'est la nature du matériau conducteur (ou résistant) qui détermine l'intensité correspondant à une tension donnée (1 volt par exemple). Cette caractéristique du matériau, constante, n'est rien d'autre que ce que nous désignons par résistance électrique. Un morceau de fil qui aurait une résistance de** 1 ohm aurait la propriété de limiter à 1 ampère l'intensité du courant sous une tension de** 1 volt. Si l'intensité sous la même tension est de 0,5 ampère, la résistance est de 2 ohms. Sous une forme mathématique, cette loi s'écrit :

$$U = R \cdot I$$

La tension est le produit de l'intensité par un facteur de proportionnalité R qui représente la résistance. Le physicien qui l'a mise en évidence et exprimée portait le nom d'Ohm, c'est pourquoi cette loi s'appelle loi d'Ohm et l'unité de résistance électrique l'ohm (avec une minuscule, et un s au pluriel).

Résumons-nous :

- 1 - une source de tension est une « chose » qui possède la propriété de faire naître un courant dans un conducteur.
- 2 - dans la plupart des cas, nous n'avons connaissance de la tension que par les effets de la circulation d'un courant (échauffement d'un fil, mouvement d'un relais ou de la membrane d'un haut-parleur, éclairage d'une ampoule).
- 3 - le courant peut être interprété comme le déplacement d'électrons (de charges) à travers un conducteur. L'intensité du courant est déterminée par le nombre des charges qui traversent un conducteur en un temps donné.
- 4 - les conducteurs ont la propriété, grâce aux électrons libres dans leur structure d'atomes, de laisser passer un courant lorsqu'une tension leur est appliquée.

5 - le courant à travers un conducteur dépend :

- a : de la tension, plus elle est élevée, plus le courant est intense.
- b : de la résistance, c'est une caractéristique du matériau qui dépend de la nature et de l'agencement des atomes. Plus la résistance est élevée, moins le courant est intense.

Après ces considérations hautement théoriques, nous allons pouvoir attaquer nos modestes expérimentations. Tout d'abord, quelques mots sur la mesure des courants et des tensions.

le courant circule, la tension règne

L'expression peut sembler bizarre, mais elle résume l'essentiel de la différence entre la mesure du courant et celle de la tension. Pour mesurer la tension, il n'est pas nécessaire d'intervenir sur l'agencement du circuit : les pointes de touche de l'appareil de mesure sont simplement posées en parallèle sur le composant à mesurer. On parle dans ce cas de la tension *aux bornes* d'une résistance.

Pour les mesures d'intensité, les choses se compliquent : le courant doit traverser l'appareil de mesure. C'est pourquoi il est nécessaire d'interrompre le circuit au point de mesure et de le refermer par l'ampèremètre. Les expériences qui suivent rendront tout cela plus évident.

mesure de tension expérience 1

Nous faisons circuler des courants différents entre les deux pôles de l'alimentation et nous observons la tension dans chaque cas. Résultat : la tension est constante, entre certaines limites de l'intensité. Considérons la figure 2. Le courant qui traverse la résistance R n'a aucune influence sur la tension d'alimentation. Cette dernière (régulée par le circuit intégré) reste constante, que la résistance soit de 1 mégohm (1 million, 10^6 , de 100 kilohms (100000 , 10^5) ou de 10 kilohms. Exception : du fait de l'incapacité de l'alimentation de fournir un courant d'intensité infinie, la tension aux bornes de la résistance dimi-

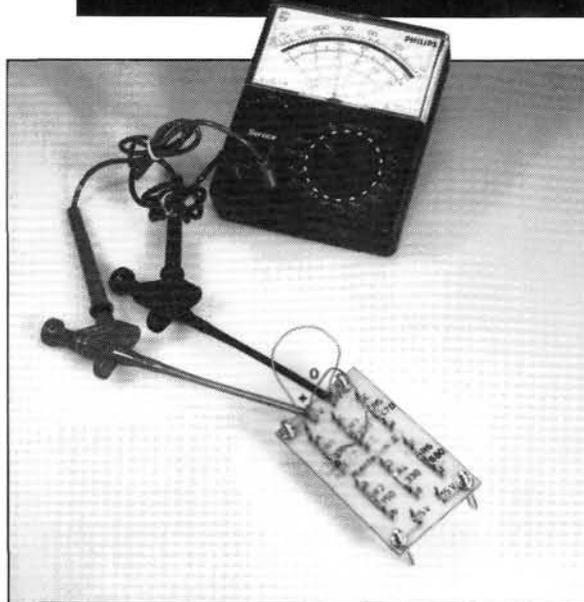
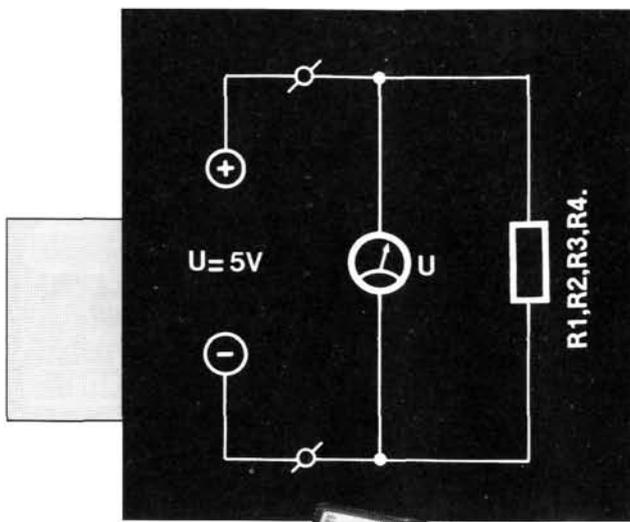


Figure 2 - Les valeurs indiquées seront utilisées dans l'ordre (d'abord R1, puis R2 etc). La commutation se fera par le déplacement des cosses sur les picots des résistances correspondantes, soudés à demeure sur la platine, comme les picots d'alimentation. La valeur de la tension d'alimentation est, dans le cas idéal, indépendante de celle de la résistance. En pratique, dès que la résistance devient trop faible, l'alimentation ne peut plus fournir assez de courant et sa tension diminue.

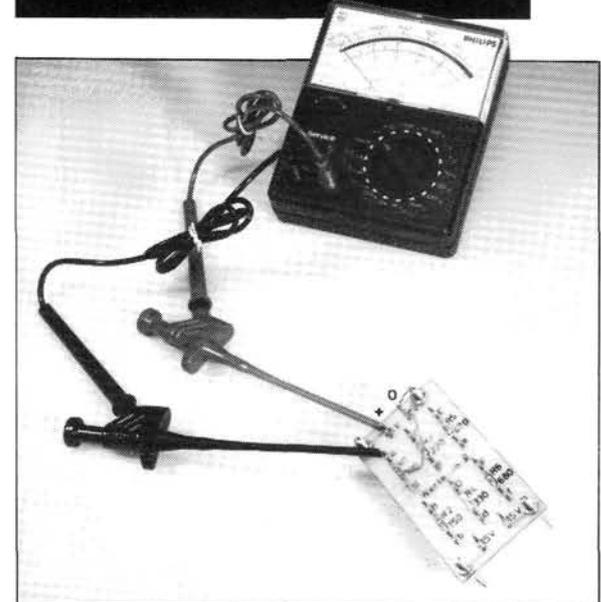
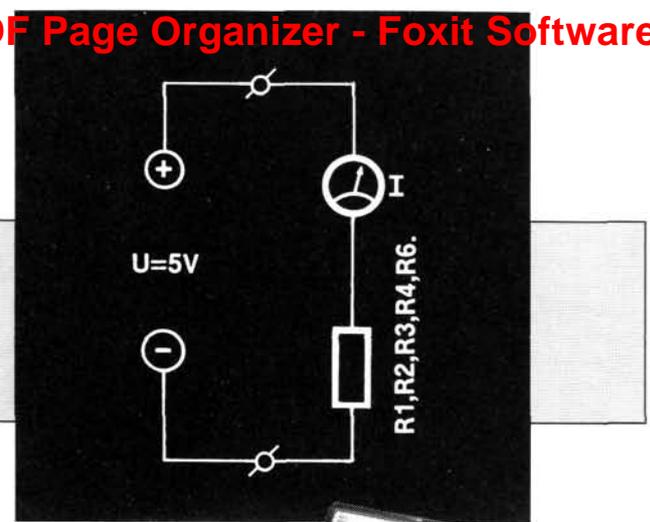


Figure 3 - Lors de la mesure du courant à travers une charge (résistance), l'ampèremètre doit être branché en série dans le circuit. L'intensité du courant à travers la charge ne dépend que de la valeur de la résistance si la tension est constante. Plus la résistance est faible, plus fort est le courant. La mesure de la tension et celle de l'intensité permettent de calculer la valeur de la résistance.

nuera quand la résistance diminuera et passera en-dessous d'un seuil critique. Calculez suivant la loi d'Ohm la valeur critique de la résistance en sachant que l'intensité de l'alimentation est limitée à 1 ampère par le circuit intégré.

$$U = R \cdot I \text{ s'écrit donc :}$$

$$5 \text{ V} = X \cdot 1 \text{ A}$$

Est-ce assez simple ? Même les bons du fond, ceux qui n'ont jamais de pile dans leur calculette, ont trouvé la réponse : 5 ohms. À partir de cette valeur de résistance, la tension commence à diminuer, et l'intensité cesse d'augmenter, ce qui permet aux

deux membres de l'équation de rester égaux.

expérience 2

Les effets du courant électrique : Dans cette expérience aussi, l'alimentation sera chargée par des résistances de valeur de plus en plus petite : R4, R7, R8. Il suffit de toucher les résistances pour constater que plus leur valeur est faible, plus elles sont chaudes. À partir d'une certaine valeur, que vous déterminerez vous-même, la résistance est si chaude qu'on risque de s'y brûler les doigts. C'est la manifestation d'un

des effets du courant électrique décrits au début. On l'appelle effet Joule, du nom d'un autre grand homme qui l'a étudié. Le courant augmente d'autant que la résistance diminue, ses effets augmentent avec lui. L'échauffement de la résistance ne dépend pas seulement de l'intensité, il dépend aussi de la charge qu'elle peut admettre. Il en existe de tailles différentes pour la même valeur ohmique, qui peuvent dissiper une puissance différente. Plus la masse, et donc la surface de contact avec l'air, est importante, plus la résistance peut évacuer de puissance sous forme de chaleur.



ÉLECTRONIQUE

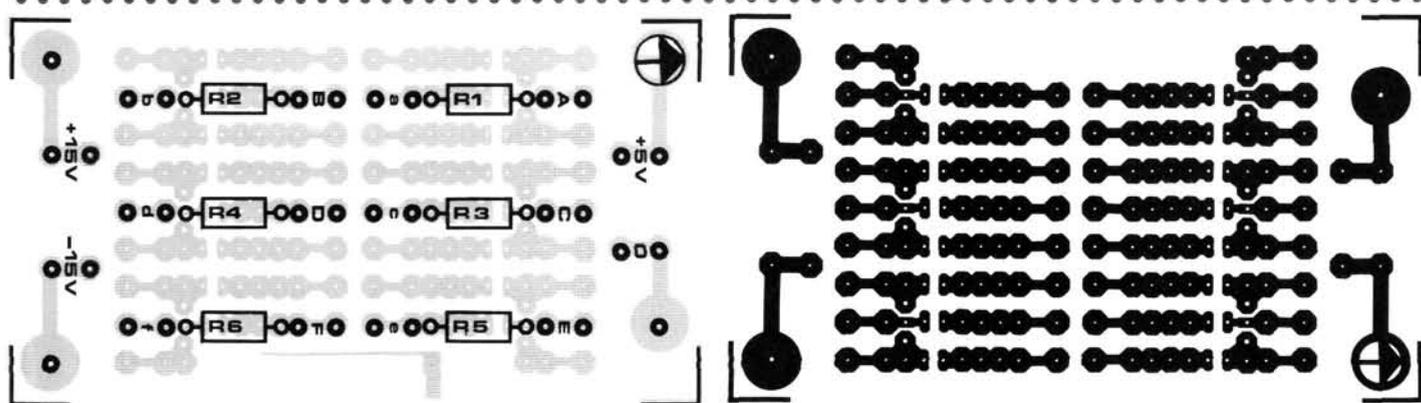
12, rue Félix-Bablon (rue du théâtre)
52000 CHAUMONT
☎ 25 32 38 88

DIODES	TIC106D 6,00	BF451 4,00	NE555 2,00
1N4004 0,45	TIC226D 6,00	BF494 1,50	NE566 15,00
1N4007 0,45	TRANSISTORS	BF981 10,00	NE602 22,50
1N4148 0,20	2N1711 2,80	BFR91 5,50	S576B 36,00
AA119 2,50	2N2219 2,50	BFR96 11,00	S042P 22,00
BA102 2,50	2N2222 1,50	BS170 2,60	SP0256 120,00
BB104 3,00	2N2646 8,00	TIP30C 4,00	TBA820 8,00
BB105 3,00	2N2905 2,30	TIP31C 4,00	TBA820M 8,00
BB204 4,00	2N2907 1,50	TIP2955 10,00	TDA1024 25,00
BB212 20,00	2N3055 6,50	TIP3055 10,00	TDA2002 7,00
BB405 3,00	2N3820 7,20	OPTO IR	TDA2003 7,00
ZENERS	BC109 1,60	LD271 2,80	TDA2005 20,00
0,5W 0,50	BC237 0,80	BP104 9,00	TDA2030 13,00
1,3W 0,80	BC238 0,80	CI INTEGRES	TDA7000 15,00
REGULATEURS	BC327 0,80	CA3080 15,00	TEA1039 17,00
78L.. T092	BC328 0,80	CA3130 13,00	TL071 4,00
5V à 15V 4,30	BC516 1,80	CA3140 10,00	TL074 5,00
78.. T0220	BC517 1,90	CA3161 16,00	TL084 6,00
5V à 24V 2,80	BC547 0,70	CA3162 53,00	TLC272 10,00
79.. T0220	BC550 0,70	LF356 6,80	ULN2004 7,00
5V à 24V 3,50	BC557 0,70	LF357 6,80	
VARIABLES	BD135 1,80	LM35 96,00	
L200 11,00	BD139 2,20	LM324 2,20	
LM317T 5,00	BD239 5,00	LM335Z 9,50	
LM337T 9,50	BD243 5,00	LM358 3,80	
DIACS TRIACS	BD244 5,00	LM386 12,50	
THYRISTORS	BD437 5,00	LM393 3,50	
DIAC 32V 1,20	BD679 3,80	LM723 4,50	
BRY 55 4,50	BF199 1,50	LM741 2,50	
	BF256 5,00	LM3914 36,50	

Pour le tarif des CMOS 4000 Voir publicité précédente

COND.STYROFLEX	
47pF-100pF-200pF-270pF-470pF-1,5nF 2,60 pièce	
TRANSFO H.F NEOSID	
7AIK-7AIS-7FI-7TIK-7TIS-7VIK-10FI-10TI-10VI 18,00 pièce	
FIL EMAILLE POUR BOBINAGE	
du 15/100 au 40/100, le mètre 0,50	
du 50/100 au 75/100, le mètre 1,80	
du 80/100 au 10/10, le mètre 2,30	
du 12/10 au 15/10, le mètre 4,00	
TORES DE FERRITE	PERLE DE FERRITE
T 50-2 13,00	ext. 4mm
T 50-6 13,00	int. 2,3mm
T 50/12 13,00	long 3mm
	6,00
SELFS MINIATURES (précisez la valeur)	
de 0,1uH à 1,0mH 6,00	de 33mH à 100mH 10,00
de 1,5mH à 22mH 8,00	33mH en Pot ferrite 13,00
CONDENSATEURS AJUSTABLES à souder sur C.I.	
(précisez la valeur) 3,00	
SELF DE CHOC	
VK200 3,00	
FILTRES CERAMIQUES	
10,7MF18 (ou équivalent) 13,00	
CDA 10,7MA20A 13,00	
CFU 455 H2 23,00	

CONDITIONS DE VENTE :
Envoi en recommandé urgent sous 24h du matériel disponible
Paiement à la commande par chèque, mandat ou CCP
36 F de frais de port et d'emballage - port gratuit au dessus de 550F
Contre remboursement, joindre 10 % à la commande (taxe PTT en plus)
• Catalogue gratuit contre 3 timbres •



mesure de courant

expérience 3

La résistance interne d'un ampèremètre doit être aussi faible que possible, pour introduire la perturbation minimale au circuit où elle est insérée. Cette résistance très faible, connectée en parallèle sur une source de tension, laissera passer le courant maximal de la source, ce qui peut entraîner la surcharge de la source, la destruction du fusible au mieux, de l'ampèremètre au pire. Faites donc attention à la façon de brancher l'ampèremètre : toujours avec une résistance en série, pour mesurer des

courants relativement faibles. Le schéma équivalent pour ces manipulations est celui de la figure 3. Relevez les différentes intensités et calculez la valeur de la résistance au moyen de la loi d'Ohm et de la tension de l'ali-

mentation. La différence que vous constatez entre la valeur théorique et la valeur réelle, calculée d'après les mesures, est normale. On l'appelle tolérance, elle doit se tenir dans les limites indiquées par le fabricant. Les manipulations et les mesures décrites dans ces pages nous ont apporté un élément de réponse à la question du début : les résistances permettent, pour une tension constante, de doser le courant comme le ferait un robinet pour un flux de liquide, ou bien, avec un courant constant, de régler une tension. Le prochain article de la série traitera de l'association de résistances en parallèle ou en série, et de la suite logique : le diviseur de tension à résistances.

liste des composants

- R1 = 1 MΩ
- R2 = 100 kΩ
- R3 = 20 kΩ
- R4 = 4,7 kΩ
- R5 = 1 kΩ
- R6 = 10 Ω

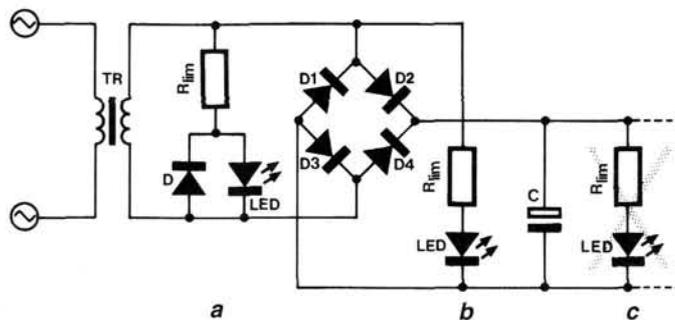
1 platine (à graver soi-même)
14 picots à souder avec leurs cosses

Il y a des choses si simples que l'on ne pense même pas à y penser. Les lampes témoin en sont un excellent exemple : vous est-il déjà arrivé souvent – répondez franchement – de réfléchir à cela ?

Les lampes elles-mêmes ont cédé la place, sur la quasi totalité des appareils modernes, à des LED, plus petites, moins chères, moins fragiles, et tout et tout...

Normalement on les monte comme indiqué ci-contre à droite (c). Or maintenant que vous avez commencé à réfléchir à la question avec nous, vous en êtes peut-être déjà arrivé au point de trouver cela bête de gaspiller le courant filtré par le condensateur, surtout s'il s'agit d'une alimentation taillée juste. Si le circuit doit four-

nir 1 A de toute façon, ce ne sont pas les 20 ou 30 milliampères de la LED qui vont le perturber. Si au contraire nous sommes en présence d'une alimentation calculée pour un centaine de milliampères ou moins, le courant de la LED n'est plus une grandeur négligeable. Sans aller jusqu'à surcharger la sortie, la présence du témoin à LED présente néanmoins l'inconvénient – à capacité égale de condensateur de lissage – de détériorer la caractéristique d'ondulation résiduelle de l'alimentation. Autrement dit, si vous rajoutez un témoin à LED de ce type sans augmenter la capacité de C, vous augmentez le ronflement qui affecte la tension de sortie. Il y a moyen de faire mieux sans frais supplémentaires, comme le montrent les configurations a et b ci-dessus. Commençons par celle de



gauche : ici la LED témoin est alimentée directement par le transformateur. La résistance de limitation empêche le courant de dépasser l'intensité maximale tolérée par la LED. Nous y reviendrons. Comme le courant est alternatif, la LED, durant les demi-alternances négatives, voit la tension inverse appliquée à ses bornes atteindre des valeurs dangereuses. Les diodes électro-luminescentes ne conduisent certes que dans un sens, mais elles ne résistent pas à plus de quelques volts de potentiel inverse, d'où la nécessité d'une diode de protection. Celle-ci, en conduisant quand la tension de sortie du transformateur est négative, ramène la tension inverse aux bornes de la LED à une valeur supportable. Vous vous demandez sans doute à présent pourquoi nous ne montons pas cet-

te diode de protection en série avec la LED. Cela aurait pour avantage indéniable de ne pas consommer de courant durant les demi-alternances négatives, n'est-ce pas ? C'est parce que l'ensemble $R_{lim}+D+LED$ se comporte comme diviseur de tension, de sorte que la LED voit une tension inverse trop forte malgré la présence de la diode de protection. Vous pouvez faire l'économie de cette diode

de protection en adoptant la configuration du milieu (b). Maintenant la LED est alimentée en continu, mais elle ne constitue pas une charge pour le condensateur de lissage, dont elle est séparée par la diode D2 du redresseur ! Rappelons que les LED rouges ordinaires supportent jusqu'à 50 mA. Leur luminosité varie en fonction de l'intensité du courant. L'intensité du courant des LED à haut rendement et

des LED d'autres couleurs est donnée pour 20 à 25 mA généralement. Notre expérience a prouvé que même soumises à des intensités plus fortes, elles fonctionnaient bien, des années durant, en donnant un surcroît de lumière, ce qui n'est pas inutile s'agissant de LED témoin. C'est la valeur de la résistance de limitation qui détermine l'intensité du courant en fonction de la tension. La tension de service des LED est de 1,6 V pour le rouge, et de 2,4 V pour le jaune et le vert. Si la tension redressée est par exemple de 10 V et que nous avons une LED rouge dont nous souhaitons limiter le courant à 50 mA, le calcul donne :

$$(10\text{ V} - 1,6\text{ V}) / 50\text{ mA} = 168\ \Omega.$$

La valeur normalisée la plus proche est 180 Ω .

86715

MAGNETIC-FRANCE

Circuits intégrés, Analogiques, Régulateurs intégrés, Interfaces, Micro-Processeurs, Mémoires RAM Dynamiques Statiques, EPROM et EEPROM, Quartz, Bobinage, Semi-Conducteurs Transforiques, Filtres, Ligne à retard, Leds, Supports de CI, Ponts, Opto-Electronique, etc.
Et de nombreux KITS.

Bon à découper pour recevoir le catalogue général
Nom
Adresse
Envoi : Franco 35 F - Vendu également au magasin

11, Place de la Nation, 75011 PARIS **43793988**
Télex 216 328 F - Ouvert de 9 h 30 à 12 h et de 14 h à 19 h
Fermé le Lundi.

Une lampe allumée toute la nuit peut vous faire économiser de l'argent. Paradoxe ! Il est difficile, bien sûr, de calculer combien de cambrioleurs potentiels se laisseront dissuader par la lampe allumée. Ce qui est plus facile à évaluer, c'est la différence de consommation entre une lampe allumée toute la nuit et une lampe allumée jour et nuit.

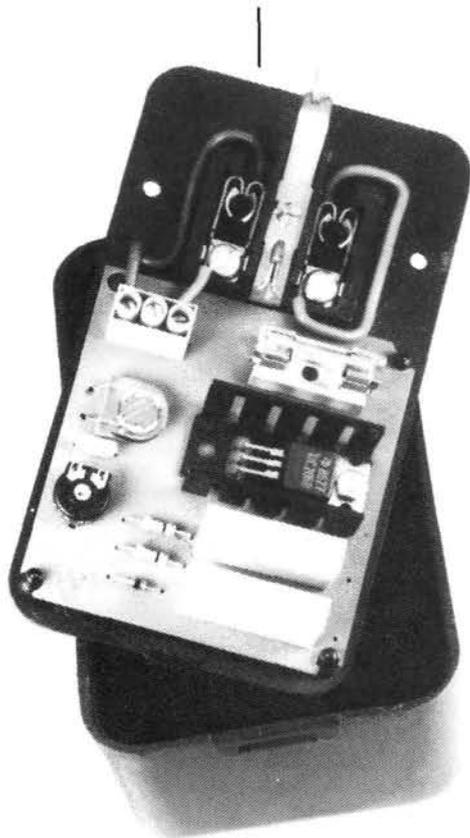
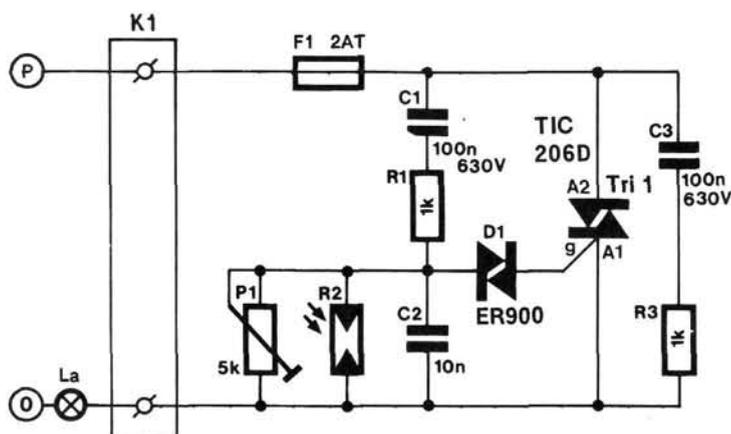


Figure 1 - Peu de composants, peu de risques d'erreur, presque pas de réglage. Rien ne doit vous retenir de réaliser ce circuit simple.

interrupteur



crépusculaire super simple

Le rôle du circuit est d'allumer une lampe aussitôt que la nuit est tombée, de façon à faire croire que la maison est occupée. Bien que ce ne soit pas la meilleure manière, cela contribue à maintenir les filous de l'autre côté de la porte. Le circuit demande peu d'électronique, comme le montre le schéma ci-dessus.

Deux particularités sautent aux yeux : il n'y a pas d'alimentation à proprement parler et le circuit est monté en série avec la lampe à commander. Cette disposition ne doit pas nous étonner puisqu'il s'agit d'un interrupteur. Dans la pratique, le circuit comporte un interrupteur, le triac Tri1. Le triac est un interrupteur normalement ouvert qui commence à conduire (se ferme) dès qu'un courant suffisant circule par sa gâchette-

te. Aussitôt que cet interrupteur est fermé, le reste du circuit est court-circuité. Cela n'a pas d'importance car le triac, une fois amorcé, reste conducteur sans courant dans la gâchette, aussi longtemps que le courant entre les deux anodes reste supérieur au courant de maintien. Dès que le courant entre l'anode 1 et l'anode 2 (peu impor-

te le sens) devient inférieur au courant de maintien, le triac redevient un interrupteur ouvert. Comme nous travaillons avec une tension et un courant alternatifs, le blocage du triac se produit naturellement à chaque passage par zéro de la tension.

L'interrupteur étant en place, il faut prévoir un dispositif qui l'actionne dès que la nuit tombe. Ce dispositif devra injecter dans la gâchette un courant suffisant pour amorcer le triac, et ce à chaque alternance de la tension alternative, puisque l'interrupteur s'ouvre à chaque passage à zéro. Le courant de gâchette provient du secteur, par l'intermédiaire d'un diviseur de tension sensible à la lumière. Le diviseur de tension est constitué de C1, R1, C2, R2 et P1. Le condensateur C1 présente au passage du courant



le diac : le symbole du diac est semblable à celui du triac, à cette différence près qu'il n'a pas de connexion de gâchette. Il se comporte comme le triac pour ce qui est de la conduction : il reste conducteur aussi longtemps qu'il est traversé par un courant minimal. Il se distingue du triac par son mode d'entrée en conduction : il s'amorce spontanément aussitôt que la tension à ses bornes dépasse une trentaine de volts. Dans un montage comme celui de l'interrupteur crépusculaire, il permet de n'appliquer un courant à la gâchette du triac que quand la tension est suffisante. Il ne permet pas les demi-mesures : ou bien il n'y a pas de courant du tout, ou bien il y a un courant important (relativement).

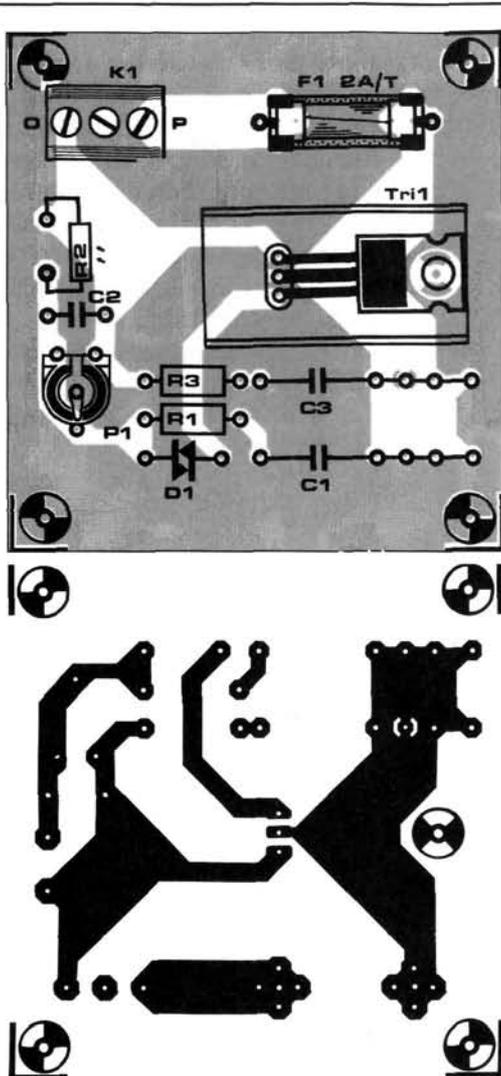


Figure 2 - Le triac sera pourvu d'un petit radiateur.

composants

- liste des**
- R1, R3 = 1 kΩ
 - R2 = LDR
 - C1, C3 = 100 nF/630 V
 - C2 = 10 nF
 - D1 = ER900
 - Tri1 = TIC206D
ou TIC206M
 - F1 = fusible 2 A
retardé + porte fusible
pour circuit imprimé
 - K1 = bornier à vis
à trois points
radiateur pour Tri1 (17°C/W)

à travers la gâchette alors même que le triac est amorcé et que le diviseur de tension n'est plus alimenté. De cette façon le déclenchement du triac est assuré même si au début de sa conduction le courant qui le traverse est tout juste égal au courant de maintien. Cet enchaînement de phénomènes se répète 100 fois par seconde puisque le courant s'annule deux fois par période. Le blocage durable du triac se fera dès que la résistance de R2 sera assez faible pour empêcher P1 et le diac de voir une tension suffisante, autrement dit la lampe s'éteindra au lever du jour.

Comme le circuit est simplifié à l'extrême, son fonctionnement présente une petite imperfection : lorsqu'il commence à faire sombre, la lampe ne s'allume pas franchement ni instantanément, mais elle commence par vaciller. Elle ne s'allume vraiment que quand il fait vraiment noir. Ce petit défaut ne présente aucune sorte de danger pour le montage ni pour la lampe. Dans cet ordre d'idées, le réseau R3/C3 évite au triac, au moment de son blocage, de voir des variations de tension (dV/dt) trop importantes et trop rapides.

la construction

Avant de commencer, il faut vous mettre en tête que la tension du secteur représente un danger mortel et que vous devez prendre toutes les précautions nécessaires pour que nous gardions le maximum de lecteurs. Le

montage sera logé dans un coffret en matière plastique, si possible avec une fiche secteur et une prise moulées. Si vous fixez la platine par des vis, qu'elles soient en nylon plutôt qu'en acier. Notez près du porte-fusible la valeur du fusible : 2 A retardé. Si vous montez un fusible de valeur plus élevée, la protection devient illusoire puisque, en cas de « pépin », le triac aura rendu l'âme avant le fusible. La valeur indiquée permet d'alimenter une lampe de 400 W, ce qui semble largement suffisant. Le circuit imprimé ci-contre présente les isolements et les « lignes de fuite » réglementaires et suffisants pour garantir votre sécurité. Veillez à la tension d'isolement des condensateurs C1 et C3, qui sont soumis à rude épreuve. Lorsque tous les composants sont en place, faites un trou dans le capot du coffret pour que la lumière parvienne à la photorésistance. Le trou restera assez petit pour empêcher qu'un doigt puisse atteindre la LDR ou un autre composant, car tout le montage est soumis à la tension du secteur.

le réglage

Le réglage du potentiomètre P1 doit se faire sous tension, ce qui signifie que des précautions supplémentaires sont nécessaires. Il faut là aussi un trou dans le capot, pour permettre le passage d'un tournevis isolé. Si vous n'avez pas de tournevis isolé, vous pouvez profiter de l'occasion pour en fabriquer un avec une chute d'époxy, débarrassée de son cuivre, travaillée à la scie fine et à la lime. Ce genre de tournevis est parfait pour le réglage des potentiomètres sous tension, mais aussi des noyaux magnétiques des inductances ou des transformateurs FI des montages à haute fréquence. Ils présentent sur leurs homologues en matière plastique l'avantage de la solidité, et celui de pouvoir être « usinés » de façon à remplir exactement la fente qui doit les recevoir, et ainsi de ne pas l'abîmer.

Si tout le monde a ses outils, nous pouvons commencer. Ce sera d'ailleurs vite fini : il suffit de régler P1 de telle façon que la lampe s'allume pour le degré d'obscurité ambiante choisi. Il reste à placer la lampe dans une position où elle n'éclaire pas la LDR, faute de quoi vous aurez fabriqué un cliquotant.

886030

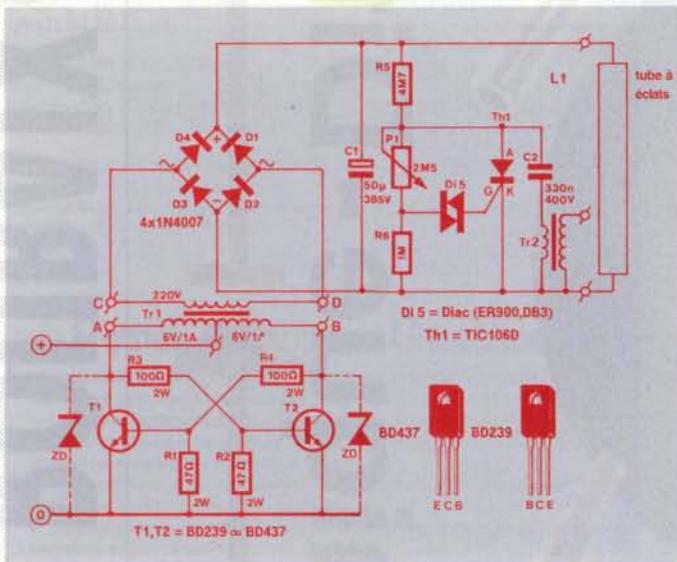
alternatif une résistance (appelée impédance) qui fait choir la tension sans provoquer d'échauffement. La sensibilité à la lumière de ce diviseur de tension lui est donnée par la photorésistance R2, dite aussi LDR (*Light Dependant Resistor*). Plus l'éclairement de R2 est important, plus sa résistance est faible, et plus la tension aux bornes de P1 et C2 est faible elle aussi. Si la photorésistance est dans l'obscurité, la tension aux bornes de P1 peut augmenter. À un certain moment, la tension sera suffisante pour faire entrer en conduction le diac D1. Le courant qui traverse le diac traverse aussi les jonctions du triac et l'amorce. La lampe s'allume pour une alternance. Pour être sûrs que le triac s'amorce, nous avons ajouté le condensateur C2 en parallèle sur la jonction gâchette-anode 1. Le petit stock d'électrons qu'il a accumulé pendant la conduction du diac finit de s'écouler

flash de détresse

Vous vous souvenez sans doute de ce schéma paru en juillet 91 dans ELEX n°31. Un lecteur à la fois attentif et d'une curiosité insatiable, M. Roger Mony, nous écrit de Paris pour nous signaler que « ce montage ne peut pas marcher, bande de jobars, puisque le MVA ne comporte pas de condensateur à charger ou à décharger ! Comment voulez-vous que ça multivibre ? ».

Merci d'attirer notre attention sur ce point, mais ne nous énermons pas. D'abord, on dit jobards et pas jobars. Cette différence vous ne l'entendez peut-être pas, mais nous on la voit.

Ensuite, le multivibrateur que forment T1 et T2 multivibre sans condensateur, et puisque vous nous le demandez si gentiment, on ne va pas vous priver de l'explication du fonctionnement. Les deux transistors T1 et T2 conduisent ici tour à tour, exactement comme ils le font dans un circuit multivibrateur astable ordinaire. Quand l'un d'eux conduit, il circule du courant dans le transformateur ; quand l'autre conduit, il en circule aussi, mais dans l'autre sens. Pour le transformateur, c'est du courant alternatif.



Pourquoi les deux transistors ne conduisent-ils pas en même temps ? Pour répondre à cette question, notons d'abord un détail qui nous sera utile dans un instant : chacun des transistors voit sa base connectée au collecteur de l'autre transistor par un diviseur de tension dont le rapport est de 2:1. Admettons à présent que le circuit vient d'être mis sous tension et que la tension de collecteur de T1 est en train de dépasser quelque 2 V (ce qui correspond à 3 fois 0,7 V, le seuil de conduction d'une jonction semi-conductrice au silicium) : aussitôt T2 se met à conduire. Sa tension de collecteur s'effondre, ce qui met fin à la circulation du courant de base de T1. Les deux transistors ne peuvent donc conduire en même temps.

Mais quand T2 commence à conduire, cela ne se passe pas sans encombre, car le transformateur, en bonne bobine qu'il est, s'oppose à tout changement du courant (nous avons déjà vu ça il y a longtemps dans analogique anti-choc). Au début, cette bobine fait l'effet d'une résistance de forte valeur. Puis, comme T2 insiste, son courant de collecteur finit par prendre sa valeur de croisière. Dès que la tension de collecteur de T2 atteint 2 V environ, c'est le tour de T1 de se mettre à conduire. Et le cycle recommence. C'est donc bien la bobine du transfo, avec sa prise intermédiaire, qui joue ici le rôle des condensateurs. La prochaine fois, regardez bien avant de nous vouer aux Gémonies. N'hésitez pas néanmoins à nous écrire pour nous signaler tout ce qui vous paraît suspect ou mal expliqué.



(presque) tout y est ...



il suffit d'appeler !



il ne manque plus que vous !

3615 code ELEX

il est bon parfois de mettre tous ses oeufs dans le même panier

UNE CASSETTE DE RANGEMENT pour 1 AN d'ELEX

48 F (PRIX UNITAIRE)

Forfait port et emballage:
1 cassette : 15 F
2 cassettes ou plus : 30 F

ELEX les Trois Tilleuls BP59	télécopie 20 48 69 64	5^e année n° 40 JANVIER 1992
59850 NIEPPE	minitel 3615 code ELEX	ABONNEMENTS : encart avant-dernière page PUBLICITE: Brigitte Henneron et Nathalie Defrance
20 48 68 04		ADMINISTRATION : Jeanine Debuysse et Marie-Noëlle Grare
de 8h30 à 12h30 et de 13h15 à 16h15		DIRECTEUR DÉLÉGUÉ DE LA PUBLICATION : Robert Safie
Banque : Société Générale - Armentières n°01113-00020095026-69 CCP PARIS 190200V libellé à «ELEX» Société éditrice : Editions Casteilla SA au capital de 1 000 000 F siège social : 25, rue Monge 75005 PARIS — RC PARIS 378 000 699 SIRET 00033 APE : 5112 — principal associé : VISLAND S.A.R.L Directeur Général et directeur de la publication : Marinus Visser		
Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans la présente publication, faite sans l'autorisation de l'éditeur est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'oeuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 11 mars 1957, art. 40 et 41 et Code Pénal art. 245)		
Dépôt légal : janv. 1992 n° ISSN : 0990-737X n° CPPAP : 70184	Tous droits réservés pour tous pays © ELEKTUUR 1992	Maquette et composition par ELEX Photogravure PPS Hasselt (B) imprimé aux Pays-Bas par NDB - Leiden