

décembre 1991

22 FF/160 FB/7,80 FS

mensuel

dans ce numéro : une bande dessinée d'initiation à
l'électronique • un accessoire pour radio réveil
la table de tous les articles publiés en 1991

hygromètre à semi-conducteurs

1 microphone sans fil :
le compresseur
troisième partie

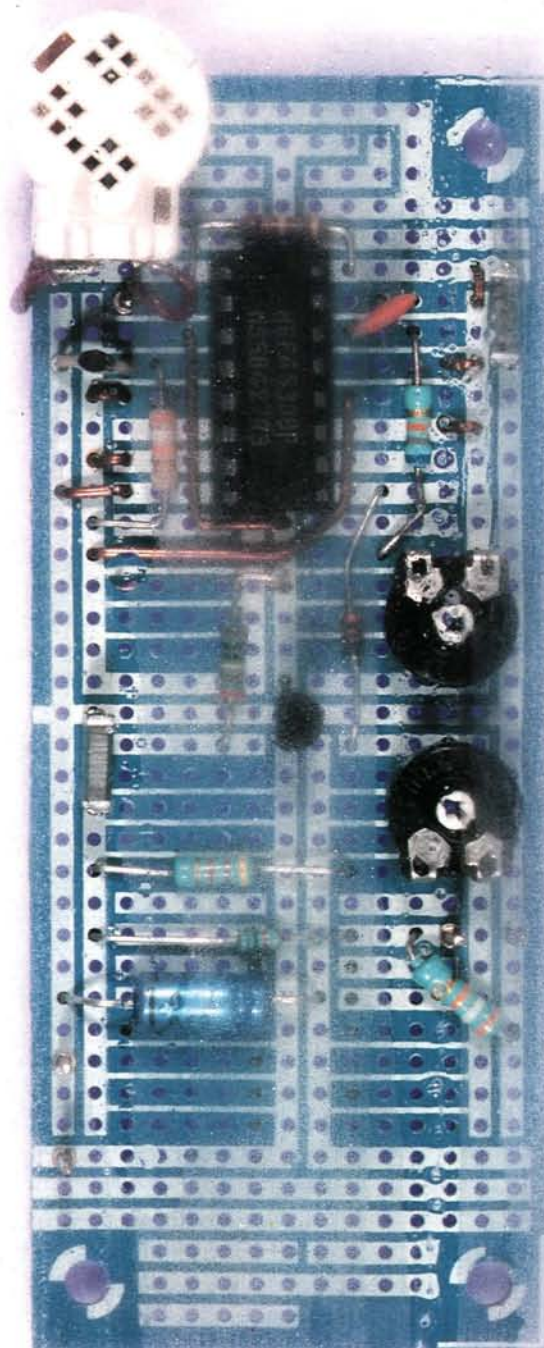
2 alcootest
électronique
pour les fêtes de fin d'année

3 testeur
de transistors
et de diodes

4 modules K :
alimentation +5V
générateur 100Hz

5 analogique
anti-choc :
tensions alternatives

explorez l'électronique



M2510 - 39 - 22,00 F

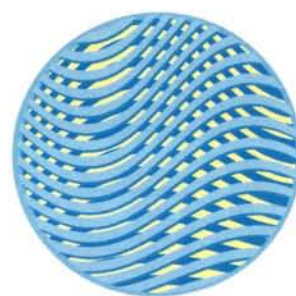


SOMMAIRE ELEX N°39

- 9 **ELEXPRIME : le courrier des lecteurs**
- 60 **Petites Annonces Gratuites**
- 32 **TABLE DES MATIÈRES de l'année 1991**
- 4 **Rési & Transi : bande dessinée**
- 53 **analogique anti-choc alternatif : 2^e épisode
des tensions pulsées aux tensions alternatives**

R.É.A.L.I.S.A.T.I.O.N.S

- 14 **commande de ventilateur**
- modules d'expérimentation SYSTÈME K :
- 18 **alimentation 5 V avec sortie 100 Hz**
- 21 **pont de mesure RC à puce musicale**
- 25 **micro sans fil : le compresseur**
- 35 **testeur de transistors et de diodes**
- 41 **hygromètre à semi-conducteurs**
- 44 **commande vocale pour radio-réveil**
- 48 **alcootest électronique**
- amplificateur pour
- 50 **casque stéréo**
- 56 **circuit antigel**
- 58 **antenne d'émission
artificielle**



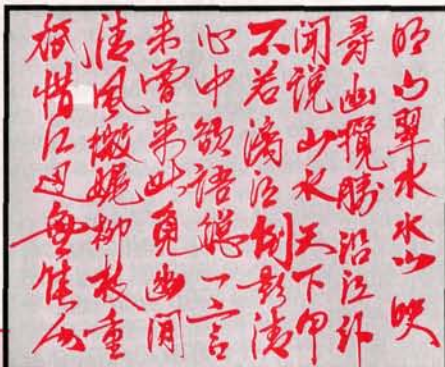
A l'occasion d'une récente campagne de réabonnement, nous avons invité nos lecteurs à nous adresser leur bulletin d'abonnement assorti de leurs commentaires sur ELEX. Nous remercions d'abord tous ceux qui se sont réabonnés sans répondre à cette invitation : ils nous accordent leur soutien certes muet mais néanmoins revigorant. Merci aussi à ceux qui, à leur chèque, ont rajouté une dédicace comme un clin d'oeil complice. Merci enfin à ceux qui, ne se réabonnant pas, ont néanmoins pris la peine de nous donner les motifs de leur désaffection. Les réactions que nous avons préférées sont évidemment celles qui mêlent louange et critique, car nous goûtons, comme beaucoup d'entre vous, au raffinement du loukoum à la moutarde.



J'ai le regret de vous faire connaître que nous ne souhaitons pas renouveler notre abonnement à ELEX, le niveau de votre revue étant trop élevé pour nos élèves.



Par charité, nous préférons préserver l'anonymat de l'établissement d'où nous est parvenue cette réponse (il s'agit pourtant d'une région de France qui ne devrait pas trop souffrir, à première vue, de l'invasion des hordes d'analphabètes, l'argument auquel on a recours si facilement dans les écoles aussitôt qu'il s'agit de justifier une baisse de niveau). Nous, en tous cas, ne sommes pas étonnés que le niveau des élèves laisse à désirer dans un collège où on fait "connaître que". Le niveau de vos élèves ne risque pas de monter si vous aplanissez leur horizon. Et puis nom d'un fer à souder, dans ELEX, il n'y a pas que du chinois, tout de même !



Je ne désire plus recevoir votre publication ELEX. Les numéros que j'ai reçus [sic] me paraissent trop complexes et peu utilisables [re-sic] pour des élèves de collège. Je vous prie de m'en excuser.



Encore une lettre d'un professeur qui pense que ses élèves ne sont pas à la hauteur d'ELEX et dont nous taïrons le nom. Ne vous excusez pas, mais permettez-nous de vous demander s'il y a un lien entre le niveau des élèves et la connaissance qu'ont leurs professeurs des règles de grammaire et d'orthographe.

Bravo ! J'aime l'humour acide. Satisfait d'EP [sic] oui. Pinsomaniaque non. Un point pour vous. Il serait dommage de nous quitter ainsi donc veuillez trouver ci-joint un chèque de 209 F pour un abonnement d'un an, puisque je ne trouve nulle part le prix pour deux ans.



S. BOURNAUD
15700 RUFFEC



C'est de l'amour, ça : envoyer un chèque de 209 F pour vous abonner à ELEX durant un an, en déplorant l'absence de possibilités d'abonnement plus long alors que la plupart râle que c'est cher. Et pour ce qui est de l'humour acide, vous n'en manquez pas, en déclarant à Elex que vous êtes satisfait d'Electronique Pratique... (c'est bien ça, « EP », non ?)... Nous étudions des formules d'abonnement à long terme, intéressantes notamment pour les lecteurs les moins jeunes (que nous nous réjouissons de compter nombreux parmi nos abonnés). Au lieu du fameux « pins » ELEX qui n'existe pas – nous préférons de toute façon le nouveau mot épinglette – ou d'une loupe, d'un porte-clef ou d'un épilateur électrique pour les poils du nez, nous pourrions offrir aux nouveaux abonnés longue durée par exemple une insertion gratuite dans la rubrique nécrologique que nous ne manquons pas de créer, ou encore le kit d'un clignotant de corbillard à monter soi-même... Une idée à creuser !

Je suis satisfait donc je me réabonne ! Votre revue est un grand panorama de toutes les réalisations possibles à l'aide de l'électronique et comment les concrétiser. Chacun peut y trouver ce qu'il cherche. Je voudrais savoir comment fabriquer un circuit imprimé, et si possible en utilisant du matériel du catalogue Sélectronic. PS : J'ai monté mon premier poste à galène en 1927, j'avais 8 ans ! La Visuvite coûtait trop cher.



Jean MIRAC
33470 GUJAN MESTRAS



Voir notamment ELEX n°7 et plus récemment le n°36 ainsi que dans ce numéro-ci.



Robert MARIE
46260 CONCOTS



C'est fou ce qu'on peut casser d'œufs sans faire d'omelettes.



elexprime



Je viens d'aller chercher le dernier ELEX et je ne peux que vous féliciter (...). Je peux vous dire que j'ai déjà bien du plaisir avec les montages qui sont proposés ne fut-ce qu'en dessinant le circuit imprimé et si en plus le montage fonctionne comme (presque) chaque fois, alors c'est un régal.

En plus de la revue ELEX, je me suis procuré les quatre recueils 300, 301, 302 et 303 circuits d'ELEKTOR sa grande soeur, il y a là bien sûr de la matière mais comme j'ai appris l'électronique avec ELEX depuis le premier numéro, je voudrais bien continuer à le faire. Pourquoi ne pas expliquer progressivement ce que sont les différents signaux que l'on trouve dans un montage et à quoi ils servent ou peuvent servir. Je vois dans les différentes revues "signaux en marche d'escalier, dents de scie, créniaux" etc. Il y a matière à de vastes investigations surtout quand (comme je peux le supposer) on s'intéresse à l'audio.

Autre chose, pourriez-vous un des ces jours nous présenter un petit émetteur-récepteur fiable d'une portée moyenne de plus ou moins 100 mètres pour actionner une commande porte de garage ? Je sais qu'il faut construire des selfs ou s'en procurer et que ce sont des montages qui dépassent peut-être le but que s'est donné ELEX mais je pense que cela correspond à un besoin car j'ai des amis, voisins de surcroît, qui s'intéressent aux mêmes choses que moi et je suppose que nous ne sommes pas les seuls à vouloir faire ces montages. Le "microphone sans fil" du n°37 est déjà un très bon début.

Pourriez-vous cependant donner plusieurs types de transistors équivalents quand vous proposez vos montages, moi j'ai un petit revendeur à 35 km de chez moi et ce n'est pas toujours chose aisée que de se procurer ces composants, il faut commander, retourner, chercher...

Le p'tit Belch.



Jean-Louis Laurent
B - 6820 FLORENVILLE



ELEX ne s'est donné d'autre but que de plaire à ses lecteurs sans pour cela avoir à faire trop de bêtises. Si nous partageons votre avis sur ce qui concerne les signaux (suivez la nouvelle rubrique analogique anti-choc alternatif, vous y trouverez votre compte), nous sommes réticents pour tout ce qui a un caractère utilitaire trop marqué, à plus forte raison lorsque l'on touche à des applications qui sont dangereuses ou peuvent le devenir, ce qui est le cas des lourdes portes de garage.

Pour ce qui concerne les composants enfin, sauf accident, nous nous imposons, afin de rester dans le cadre d'une disponibilité générale des références utilisées, des limites tellement étroites que c'en est parfois désespérant pour ceux qui ont la charge d'inventer les circuits. On ne fait pas non plus de cuisine gastronomique avec les denrées que l'on trouve à l'épicerie du village ! La diffusion d'ELEX mérite d'être renforcée en Wallonie. L'édition en langue néerlandaise est déjà bien implantée dans la région flamande de la Belgique, de sorte que les composants y sont faciles à trouver chez la plupart des revendeurs. Il nous reste à trouver des revendeurs qui en fassent autant pour la Wallonie. N'hésitez pas à vous adresser à ceux que vous connaissez, restez-leur fidèle, en vous recommandant de l'édition française d'ELEX.

À propos, savez-vous comment s'enrichir rapidement quand on est belge, wallon ou flamand, peu importe ?

Eh bien, rachetez des français ou des néerlandais au prix qu'ils valent et revendez-les au prix qu'ils croient valoir.

Puisque la rédaction d'ELEX m'y invite, je me permettrait [sic] de vous faire quelques commentaires sur ELEX (...). En fait, plus que les montages que vous proposez, c'est le style des explications qui me plaît. Pour être franchement honnête [ndlr : il est vrai qu'il y a des gens franchement malhonnêtes, vous faites donc bien de préciser], je n'ai pas encore réalisé un seul montage [ndlr : voilà qui va plaire aux revendeurs de composants], par manque de temps. Cependant, la lecture attentive de votre revue me permet de me rendre compte qu'ELEX est vraiment [sic] une revue originale. J'ai toujours été très intéressé par l'électronique, mais mes études ne me permettent pas d'aller plus loin qu'une théorie rébarbative de calcul des fonctions de transfert si horribles que l'on se demande où les professeurs peuvent aller les chercher (je suis certain que ce n'est pas dans ELEX) [ndlr : précisément là où par exemple les professeurs de musique vont chercher leur

Je souhaiterais recevoir des affiches pour décorer la classe de techno. Vous les proposez aux nouveaux abonnés, et les anciens ? Votre revue m'intéresse toujours. N'hésitez pas à l'occasion de réalisations de donner le plus d'explications détaillées. N'oubliez pas que parmi vos lecteurs certains n'ont aucune base en électronique et d'autres, d'un certain âge (comme moi) ont besoin de relire des explications pour pouvoir les assimiler.



Mireille Girard
34590 MARSILLARGUES



Merci. Les lois de la promotion publicitaire n'imposent de caresser le client dans le sens du poil qu'avant l'achat. Après, on n'est plus soumis, comme tout le monde, qu'aux lois de la civilité que nous respectons d'ailleurs volontiers, car nous ne sommes pas (tous) des rustres : nous vous ferons donc parvenir une affiche. Mais que se passera-t-il si les anciens abonnés comme vous décident, à la lecture de ces mots de nous adresser par centaines voire par milliers la même demande ?

Vos recommandations sont justifiées, et nous vous remercions de nous rappeler ce besoin fondamental de clarté, d'autant plus que les techniciens-électroniciens sont rarement pédagogues et que les rédacteurs, chargés précisément de corriger cette propension atavique au secret, ont parfois eux-mêmes du mal à mettre les choses à plat : ils s'emmêlent la plume dans des circonlocutions, inquiets à l'idée que l'on pourrait les traiter de néophytes parce qu'ils diraient simplement des choses simples. Certains vieux chats, sympathiques au demeurant, sont comme ça aussi parfois ; ils font des manières, inventent des tours et des détours, et se retrouvent finalement nez à nez avec l'évidence de la plus grande efficacité de la ligne droite. Laissons ça et revenons à nos boutons...

Tout le monde a besoin de relire. L'expérience de l'âge en compense les inconvénients. Les débutants aussi doivent lire et relire. Quant aux bases, celles que donne une lecture assidue d'ELEX depuis le début, elles constituent l'armature d'une connaissance en électronique qu'il faut habiller ensuite par une pratique régulière.

solfège]. Si vous connaissez le fossé qui existe entre l'enseignement de l'électronique dans les lycées "classiques" et l'électronique des électroniciens, alors vous comprendrez facilement que je suis parfois dérouté par certains montages. Il me serait très agréable de voir, dans les prochains numéros, quelques rubriques et montages "spécial néophyte" (...)

Antoine ULMA
91120 PALAISEAU



Lire ELEX et ne rien monter n'est pas une hérésie. Il y a d'ailleurs fort à parier que cette pratique de la non-pratique est plus répandue que vous ne le pensez... C'est bien pour cela que nous soignons



nos textes au lieu de nous contenter de présenter des descriptions de kits, c'est-à-dire de montages-à-réaliser-sans-réfléchir. Persévérez, lisez, nous finirons bien par vous donner l'envie de brancher votre fer à souder !

Merci pour le n°37 qui m'a vraiment redonné envie de faire de l'électronique après un été passé aux travaux d'extérieur. Il me semble qu'ELEX prend, sous l'impulsion des lecteurs, une nouvelle tournure et c'est très bien ainsi. Les montages se corsent un peu, les circuits imprimés apparaissent et l'aspect didactique se maintient. Personnellement je souhaiterais qu'il se développe encore un peu plus, notamment sur un point précis dont je vous ai déjà parlé et qui m'a valu [ndlr : il vous pousse des ailes] une réponse assez sèche de votre part, il y a un certain temps : vous ne justifiez pas ou trop peu ou trop rarement le choix de composants. Par exemple, dans ce n°37, aucune allusion n'est faite aux raisons qui vous ont poussé à choisir le circuit IC1 = LM358 dans le montage "loupiphone par téléphone". Il en va de même pour presque tous les montages. Les composants sont du point de vue du lecteur, "parachutés". Pour éviter cela, vous pourriez ouvrir une petite rubrique destinée à présenter certains composants dans leur spécificité notamment les composants qui sont utilisés dans des montages récemment publiés.

Mon objectif est d'arriver progressivement à concevoir moi-même des petits montages. On ne peut y arriver qu'en connaissant la matière première sur laquelle on travaille et c'est ce qui me manque le plus à la lecture d'ELEX.

Ceci dit vos articles sont presque toujours lumineux. C'est tout particulièrement le cas de "Circuit de transmission infra-rouge". J'ai enfin compris ce qu'est une PLL. (Vous pourrez quand même ré-expliciter encore une fois ou deux un peu plus tard, deux ou trois fois valent [ndlr : crise aiguë de lambdacisme] mieux qu'une.) Il reste que l'étage ampli-limiteur T1,T2,T3 de ce même montage ressemble à un sac de noeuds et que le fonctionnement en VCO du multivibrateur N3, N4 est énigmatique. Ce sont les zones d'ombre de l'article.

Je suis assez captivé par les VCO. J'aimerais, personnellement, que vous fassiez un article sur ce thème (constructions discrètes de VCO, utilisation de portes logiques, de circuits spécialisés, applications audio, BF, HF...) Les applications musicales doivent être nombreuses.

Encore une petite requête : j'aimerais que vous publiiez des tableaux de caractéristiques des diodes et des transistors le plus souvent utilisés dans ELEX. Je n'ai presque rien sur ce sujet. Par contre, en ce qui concerne les circuits intégrés le livre de Publitrone "le guide des circuits intégrés" me suffit.

Une idée de montage : Un dispositif permettant d'interrompre la réception d'une émission radio dès qu'une pub commence. Il paraît que les pub sont 3 ou

6 dB plus haut que le reste des émissions. Si l'auditeur se fait piéger par une écoute forcée, il doit être légitime et possible de contre-attaquer.

Gérard Legaux
77240 VERT S^t DENIS



Contre-attaquons : une émission qui se laisse interrompre par des pubs abrutissantes (par "abrutissantes" nous entendons qu'il est pratiquement impossible de réduire le volume manuellement tellement les interruptions se succèdent à une cadence rapide) est une émission qu'à notre avis il vaut mieux ne pas écouter du tout. Cette réponse pourra vous paraître sèche une fois de plus, mais elle est claire. Savez-vous qu'une rédaction comme celle d'ELEX résiste aussi – combien de temps encore tiendra-t-elle le coup ? – à la tentation de publier des montages abrutissants précisément qui, par exemple, tirent automatiquement les numéros du loto.

À propos des composants, vous avez raison. Nous allons faire un effort afin de vous satisfaire... Nous envisageons de créer une rubrique de présentation des composants. Il nous faut encore trouver quelqu'un pour la tenir. En attendant, veuillez à votre tour considérer, en gros et pêle-mêle, quelques-uns de nos critères de choix des composants : la disponibilité, la tension d'alimentation (symétrique ou pas, tolérance, < 12 V, < 9 V, < 5 V), la sensibilité d'entrée, la disponibilité, le bruit, le prix, la disponibilité, les paramètres accessoires tels la compensation automatique de la dérive thermique, du décalage du zéro, la compensation en fréquence, la disponibilité, et le hasard... C'est compliqué ! Nos montages sont conçus par beaucoup de personnes différentes (il peut arriver que dans un numéro chacun des circuits sorte de la plume d'un auteur différent). Or tous ces gens ne mangent pas la même chose, ne pensent pas la même chose, ne lisent pas la même chose... Un tableau de caractéristiques des composants ordinaires, il y en a déjà eu un dans le n° 5 d'ELEX page 54. Dans le deuxième volume du **guide des circuits intégrés** que vous mentionnez, il y a tout ce qui vous manque (malheureusement c'est en anglais alors que le tome 1 est en français).

L'article qui vous a plu parce qu'il décrivait patiemment une PLL aurait pu donner plus de précisions sur les points de détail que vous mentionnez, mais il n'aurait pas tenu sur huit pages, ce qui est déjà beaucoup par rapport à la moyenne élexéenne. Vous pourrez retrouver des informations sur l'amplificateur et même le (pseudo) VCO dans d'autres articles, publiés ou à venir, sur d'autres montages où ils joueront un rôle plus central.



Après lecture de l'article sincère et détaillé de M. Vangreveninge, j'ai pensé qu'il pourrait être intéressant de poursuivre le sujet sur les circuits imprimés. Ma description n'a pas la prétention d'être hautement technique, mais issue de manipulations (parfois hasardeuses) d'un électronicien autodidacte. Il faut avouer que pendant longtemps, le C.I. était le domaine de certains "initiés" chanceux, qui gardaient jalousement leurs recettes.

Je dédie cet article à Stéphane Vangreveninge, et le remercie au nom de tous les lecteurs, qui, j'en suis persuadé, auront su apprécier son article à sa juste valeur.

Bien amicalement pour les créateurs et lecteurs d'ELEX.

PS : les adresses que je donne doivent être prises à titre d'information et non de PUB !!! Même si ça y ressemble...



**Bernard Lemé
32000 AUCH**



Voici donc une nouvelle contribution d'un lecteur d'ELEX au vaste chapitre de la fabrication des circuits imprimés. C'est un sujet qui semble vous préoccuper plus que nous ne l'imaginions. Nous reproduisons l'envoi de M. Lemé tel qu'il nous est parvenu (hormis quelques aménagements mineurs). Si vous avez vous aussi des contributions de ce genre, n'hésitez pas à nous les envoyer.

Bravo à Monsieur Vangreveninge pour s'être si bien élexprimé dans le n° 36 de notre revue préférée. Ayant moi-même laissé pas mal de sueur, à une époque, pour tenter de sortir enfin un circuit imprimé utilisable, je ne peux que le féliciter de partager ses découvertes avec les lecteurs avides que nous sommes.

L'électronique se doit d'être ludique, et non rébarbative, et nous l'avons tous pigé puisque nous achetons ELEX. J'ai eu une envie folle de prendre la suite de M. Vangreveninge, non pour marcher sur ses plates-bandes, mais parce que le sujet des circuits imprimés est inépuisable. Je vais donc vous faire part de mes alchimiques bidouilles, et recettes qui ont fait leurs preuves, sans être paroles saintes, la modestie étant ma qualité principale parmi tant d'autres....

CIRCUITS IMPRIMÉS II : LE RETOUR

Le circuit imprimé, c'était simple, mais il fallait y penser. Mais ce serait encore mieux de s'en tirer à moindre frais. Pas avare, mais économe. La première solution qui nous vient à l'esprit est de piquer dans l'escarcelle de pépé l'argent du pain, mais ça ne paye plus trop, et pépé devient plus que méfiant. Alors on va se débrouiller autrement.

LES PLAQUES PHOTOSENSIBLES

C'est là que nous allons faire les premières économies. Non, non, on ne va pas les fabriquer nous-même. Encore qu'il existe bien des résines photosensibles en bombes aérosols. La plaque prête à l'emploi est bien plus séduisante. D'aucuns ne jurent que par le verre époxy. Gardons à l'idée

que cette matière sert aux montages devant subir des contraintes mécaniques ou thermiques, ce qui n'est pas souvent le cas. On va donc utiliser un autre support. Une plaque photosensible qui revient à moins de 6,00 F pour une dimension de 100 x 160 mm, c'est une plaque volée, me direz-vous ! On trouve ça chez un fournisseur aux prix sympas. Ni époxy, ni bakélite, ce matériau est commercialisé sous l'appellation de PERTINAX FR2 FACE NORMALE [ndlr : c'est un matériau comparable à celui des platines proposées par le service des platines PUBLITRONIC]. Très facile à percer, les forets de votre mini perceuse vont vous dire merci en durant bien plus longtemps qu'avec l'époxy. D'accord, je sais ce que vous pensez, et j'y viens: qui est ce fournisseur sympa ? On veut un nom et une adresse.

Eh! Attention, j'suis pas une balance ! Bon, d'accord, on n'est pas des électroni-chiens, que diable, mais vous garderez l'information pour vous :

WEEQ • BP 22 • 74350 CRUSEILLES. Et il y a même un téléphone, c'est le 50 44 00 41. Cela fait environ un an, j'ai payé mes plaques 100 x 160 mm le prix unitaire de 4,31 F H.T. Sans commentaire, et avis aux amateurs. Je signale que personne ne m'a payé pour vous dire tout ça, mais on se doit d'en parler.

LE FILM POSITIF

J'ai essayé le film POSIREFLEX. Il vaut environ 30 F pour une surface utile de 200 x 300 mm. Prévoir le double, car ça fonctionne beaucoup mieux avec les produits qui vont avec. Le mode d'emploi est fourni avec, donc je n'ai pas besoin d'en parler. Le produit est de bonne qualité, mais les "ratés" coûtent cher, et la conservation des produits limitée dans le temps. A mon humble avis, c'est un produit à réserver de préférence aux puristes, ou pour les circuits à reproduire à plusieurs exemplaires.

Monsieur Vangreveninge nous a parlé avec éloquence du TRANSPAGE. La solution est assez économique. Attention cependant aux pistes fines, qui prennent parfois un coup de soleil indésirable, à cause de l'épaisseur du papier.

On peut éventuellement se passer de film, en dessinant directement sur la plaque (non sensible) le tracé à main levée à l'aide du bon vieux marqueur DALO, mais l'expérience m'a prouvé qu'il est bien plus facile de lever le coude que la main.

Revenons-en à nos boutons, comme dit mon cousin acnéique, il vaut donc mieux faire un film. On peut également utiliser directement sur le mylar des transferts du genre MECANORMA. Eviter de griffer le film réalisé. Ce procédé est assez long.

Il existe également des mylars spéciaux pour photocopieuses, because fait chaud dans ces diables de machines. Il faut demander un tirage assez contrasté, et faire attention aux pistes fines, une micro-coupeure étant si vite arrivée. Attention toujours aux frottements sur le film, car l'adhérence de la poudre n'est pas à toute épreuve. Pour les circuits double face, on y arrive, mais personnellement, j'évite d'y toucher, et les fais faire chez PERLOR RADIO, 25 RUE HEROLD, 75001 PARIS. Leurs tarifs sont assez compétitifs pour la réalisation de films et circuits imprimés. Cette maison envoie ses tarifs sur simple demande.



Enfin une solution quelque peu artisanale, mais qui vaut son pesant d'or, c'est de décalquer sur un papier calque le circuit à l'encre de chine, avec un stylo du genre ROTRING. En prévoir deux largeurs : un de 0,70 mm par exemple pour les pistes épaisses, et un de 0,20 à 0,35 mm pour les pistes fines, comme celles qui passent sournoisement, mais sûrement entre deux broches d'un circuit intégré. Attention à la règle utilisée le cas échéant, elle ne doit pas être à plat sur le papier. On peut utiliser le double décimètre à l'envers, c'est mieux si on a d'abord enlevé la vis, si si, car l'encre a la fâcheuse manie de vouloir toujours se glisser entre la règle et le papier. Si vous ne voyez pas très bien ce que je veux dire, vous vous en rendrez bien compte, et on ne vous prendra pas deux fois.

Bon, j'ai fini, mais avant de vous quitter, je vais encore vous faire économiser quelques sous. D'accord? Un sou étant un sou, pépé dixit, sur quoi pourrait-on serrer ?

Comment développer ses circuits tout en débouchant son évier

Un sachet de révélateur pour plaque photosensible coûte environ 5 F la dose pour un litre. Savez-vous qu'un kilo de soude caustique revient à une vingtaine de francs ? Et ça marche pareil. On en dilue une dizaine de grammes dans un litre d'eau, et hop ! le tour est joué. Et quand vous jetterez dans le lavabo le mélange usagé, ça cramera les cheveux de mémé qui squattaient le siphon.

Salut à tous. Forts des économies réalisées, vous allez pouvoir vous abonner à ELEX, et payer à pépé un appareil acoustique pour vous faire pardonner.

Bernard Lemé

Pour être original, je vous félicite (si on rentre dans les détails, demain j'y suis encore). Mais comme tout ne peut pas être à 100% parfait, je mettrais une note de 19,5. Car ce matin au Lycée, (je suis en Terminale) je me suis fait accoster par l'OFUP, une organisation qui envoie des étudiants dans les lycées pour vendre des abonnements de magazines ou de journaux avec des remises jusqu'à 40% en moyenne et ELEX ne s'y trouvait pas. J'étais déçu car cela aurait fait de la pub. Je trouve qu'ELEX est un magazine assez mal connu comparé à l'Electronique Pratique. Je vous laisse en espérant retrouver ELEX dans le magazine 92-93 de l'OFUP.



Arnaud Édouard
62540 Marles-lès-Mines



Merci d'attirer notre attention sur cette question. Vous n'avez pas perdu votre temps en nous écrivant puisque nous vous retournons une petite leçon de français sur la forme de votre lettre. Même si tout ne peut pas être à 100% parfait, je mettrais un "t" à parfait plutôt qu'un "s". Au futur, aujourd'hui comme demain, je ne mettrai pas de s à la première personne du singulier du verbe mettre, puisque c'est la marque du conditionnel. "Des remises jusqu'à 40%" indique que les plus fortes remises sont de l'ordre de 40%. "Des remises de 40% en moyenne" indique qu'il y en a de plus fortes et de moins fortes en

proportions à peu près égales, par exemple 50% et 30%. Sur le fond de votre lettre, c'est-à-dire la promotion d'ELEX auprès de ses nouveaux lecteurs, il y a beaucoup à dire. La question est vaste, très vaste... Nos meilleurs promoteurs sont nos lecteurs. Chaque fois que vous êtes satisfaits d'un numéro ou d'un article que vous venez de lire, faites-en profiter tous ceux qui dans votre entourage aiment déjà l'électronique ou souhaitent la découvrir. Il y a fort à parier que l'effet d'une telle propagation se fera sentir rapidement sur la progression des ventes et des abonnements d'ELEX. Permettez-nous de profiter de cette occasion pour vous raconter une histoire de promotion. Aux Pays-Bas, pays haut en couleurs et riche en traditions vivantes et contrastées, le rapport des citoyens avec la radio est assez différent de ce que nous connaissons en France, haut-lieu de la centralisation outrancière. Là-bas, la pratique du radio-amateurisme est très répandue depuis très longtemps, celle de l'électronique accessoirement aussi, il y a Philips, il y a eu les célèbres radio-pirates des années 60, c'est forcément différent. Mais, chose vraiment curieuse pour nous français, les sociétés productrices des programmes sont statutairement des associations d'auditeurs, le temps d'antenne de chacune d'entre elles étant fixé au prorata du nombre de ses adhérents. Le renouvellement des adhésions est annuel. Malgré l'uniformisation et l'américanisation générale qui affectent depuis longtemps

toutes les radios du monde, ce système a garanti un réel pluralisme à l'auditeur néerlandais, une diversité inouïe pour un aussi petit pays. Il n'y a cependant aucune illusion à se faire : sauf exception, le babil radiophonique batave est aussi avide de florins que partout ailleurs et la radio néerlandaise aujourd'hui n'est pas beaucoup moins nulle qu'ailleurs. Il n'est pas difficile en effet d'imaginer les excès dans lesquels on s'engage quand est ouverte la course aux adhérents, surtout quand on sait à quel point les hollandais ont la fibre épicière. Ce qui nous paraissait intéressant à signaler est le moyen d'accrocher le client utilisé par l'une de ces sociétés de production, celle qui est restée le plus fidèle, semble-t-il, au principe de l'association d'auditeurs (et celle qui, accessoirement, compte aussi le moins d'adhérents) : chaque auditeur qui parrainera 50 nouveaux adhérents pour la nouvelle année (la cotisation annuelle est modeste puisqu'elle ne s'élève qu'à une trentaine de francs) se verra attribuer cinq minutes d'antenne à la radio dont il fera ce qu'il voudra. Pour 100 nouveaux adhérents la sucette est plus grosse : 2 minutes de TV ad libitum.

Pour sympathique que soit cette initiative, elle n'en revêt pas moins un caractère démagogique que l'on ne saurait taire.

Comment informer sans bêtifier ?
Comment amuser sans rouler ?

pour l'évacuation des gaz de locaux exigus

temporisation de ventilateur

autant en emporte le vent

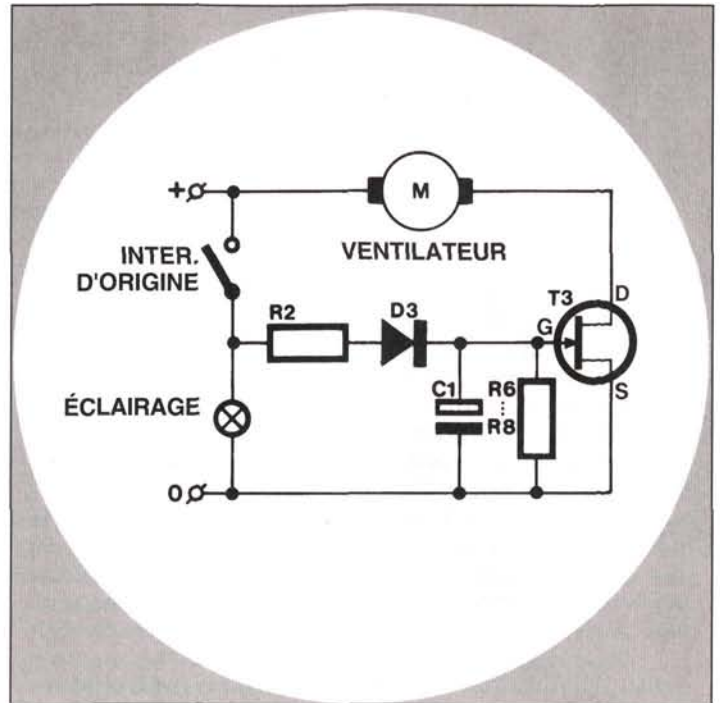


Figure 1 - Le temporisateur exploite, comme le plus souvent, la décharge d'un condensateur (C1) à travers une résistance (R6 à R8). Attention : ce schéma montre le principe mais pas la réalisation pratique.

Il est d'usage d'introduire la description d'un montage électronique par des considérations générales, puis, de proche en proche, d'entrer dans le vif du sujet. Pour ce montage particulier, on pourrait par exemple faire allusion à l'hiver qui commence et aux températures diurnes qui s'abaissent ; puis parler de la composition des menus d'hiver, avec des plats qui tiennent au corps et lui apportent l'énergie que le soleil nous refuse : les potées de choux, les soupes aux pois cassés, les haricots au lard. Rien de plus facile alors que de passer à l'obligation d'aérer le chalet de nécessité et aux conséquences sur la température du fondement de l'ouverture d'une fenêtre ou d'un vasistas quand il fait dix degrés en-dessous de zéro. Il existe bien de petits blocs qui diffusent un parfum de rose,

mais il ne font qu'ajouter leur senteur au bouquet sans chasser les fumets existants. Le mélange est rarement heureux. Cette présentation de la matière aurait été d'un goût exécrable, laissons cela à d'autres et venons-en au fait.

La seule manière de se débarrasser des odeurs gênantes est de chasser l'air pollué pour le remplacer par de l'air frais. La solution la plus simple consiste à brancher un ventilateur en parallèle avec la lampe : il tournera aussi longtemps qu'elle sera allumée, mais s'éteindra avec elle. L'idéal serait que le ventilateur continue à tourner pendant quelques minutes après l'extinction de la lampe, pour s'arrêter de lui-même ensuite. Ce genre de ventilateur existe, mais il est sûrement moins onéreux d'adapter soi-même un ventilateur ordinaire.

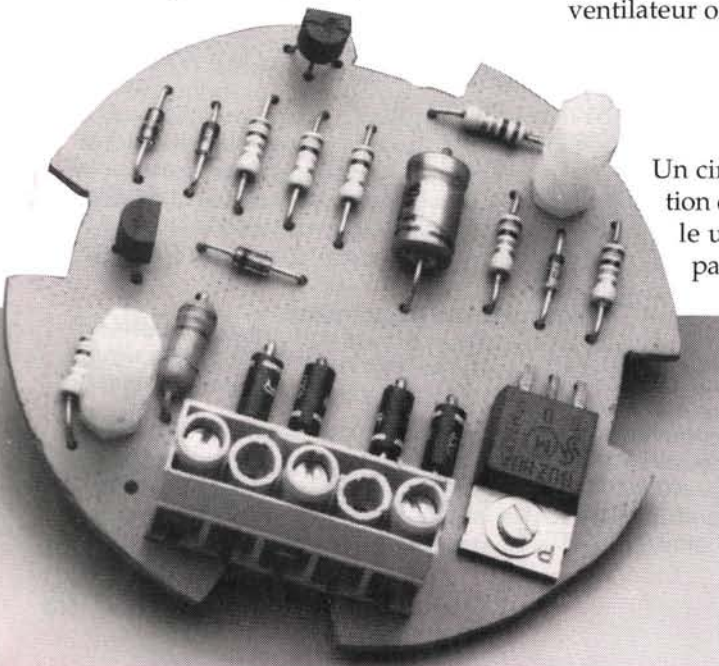
le principe

Un circuit qui remplit la fonction décrite plus haut s'appelle un temporisateur. Mis à part les oscillateurs à quartz associés à des diviseurs logiques, tous les temporisateurs utilisent la charge ou la décharge d'un condensateur dans une résistance. Ce sont les valeurs du condensateur et de la

résistance qui déterminent la durée du retard. La figure 1 ci-dessus illustre le principe d'un temporisateur en général, et du nôtre en particulier.

Aussitôt que l'interrupteur des toilettes est fermé, le condensateur C1 se charge (il s'agit du condensateur de 10 μ F, les repères sont ceux du schéma complet de la figure 3) à travers la résistance R2 et la diode D3. La tension de C1 est appliquée à la grille de T3, qui n'en demande pas plus pour entrer en conduction. Un courant peut donc circuler à travers le moteur M et actionner le ventilateur. Lorsque la lumière s'éteint, le condensateur C1 se décharge lentement dans les résistances R6 à R8. Ces trois résistances de 10 M Ω en série constituent une résistance de 30 M Ω , qui ne se trouve pas dans les valeurs standard. La diode D3 empêche le condensateur C1 de se décharger par R2 et la faible résistance du filament de la lampe. La tension de C1 décroît lentement, tout en maintenant T3 conducteur. Les valeurs données déterminent une durée de 5 à 7 minutes.

Bien que le schéma de la figure 1 soit parfait dans sa simplicité, il ne peut pas fonctionner tel quel. Pourquoi ? Parce que nous avons affaire à une ten-



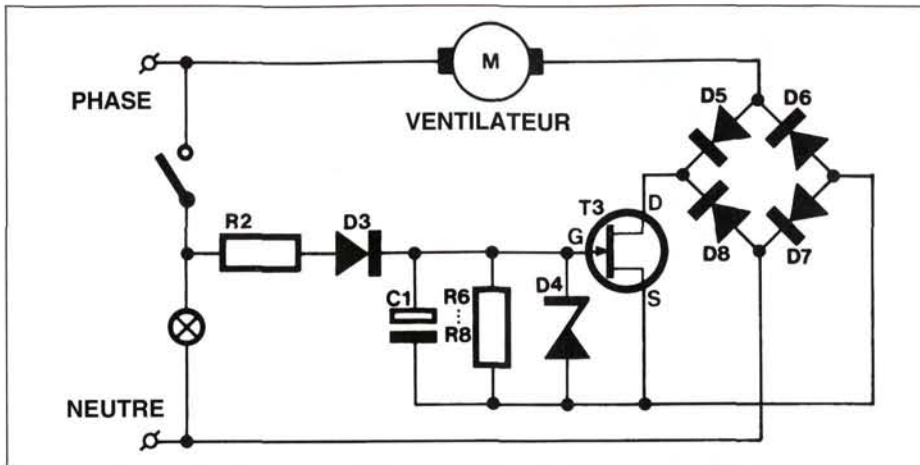


Figure 2 - Pour pouvoir être raccordé au secteur alternatif, le circuit doit comporter quelques composants supplémentaires. Le redresseur ne suffit toujours pas pour faire un montage utilisable.

Qu'est ce qui fait que ce schéma ne peut pas être définitif ? D'abord la source de tension est alternative, ensuite le transistor n'est pas un interrupteur parfait. Continuons donc avec le schéma de la figure 3 ci-dessous. Nous y voyons deux transistors supplémentaires, T1 et T2.

Le premier transistor sert de détecteur de phase. Si vous vous reportez au schéma de la figure 2, vous constatez que le condensateur peut se charger à travers le filament de la lampe même quand l'interrupteur est ouvert : cela se produit pendant les alternances où la phase est négative par rapport au neutre. Le courant provenant du neutre trouve un chemin par le filament de la lampe, R2 et D3, pour charger C1 et retourner à la phase par D6 et le bobinage du moteur. Si nous utilisons le schéma tel qu'il est, le ventilateur tournerait en permanence, que la lumière soit allumée ou éteinte. Ce n'était pas le but de l'opération. La solution tient dans la détection de phase par T1. Sa base est reliée par R1 au neutre du secteur. Pendant les alter-

sion alternative de 220 V et que le transistor ne peut commander que des tensions continues. N'essayez donc pas ce montage si vous ne voulez pas vous retrouver avec un petit tas de cendres à la place de vos composants.

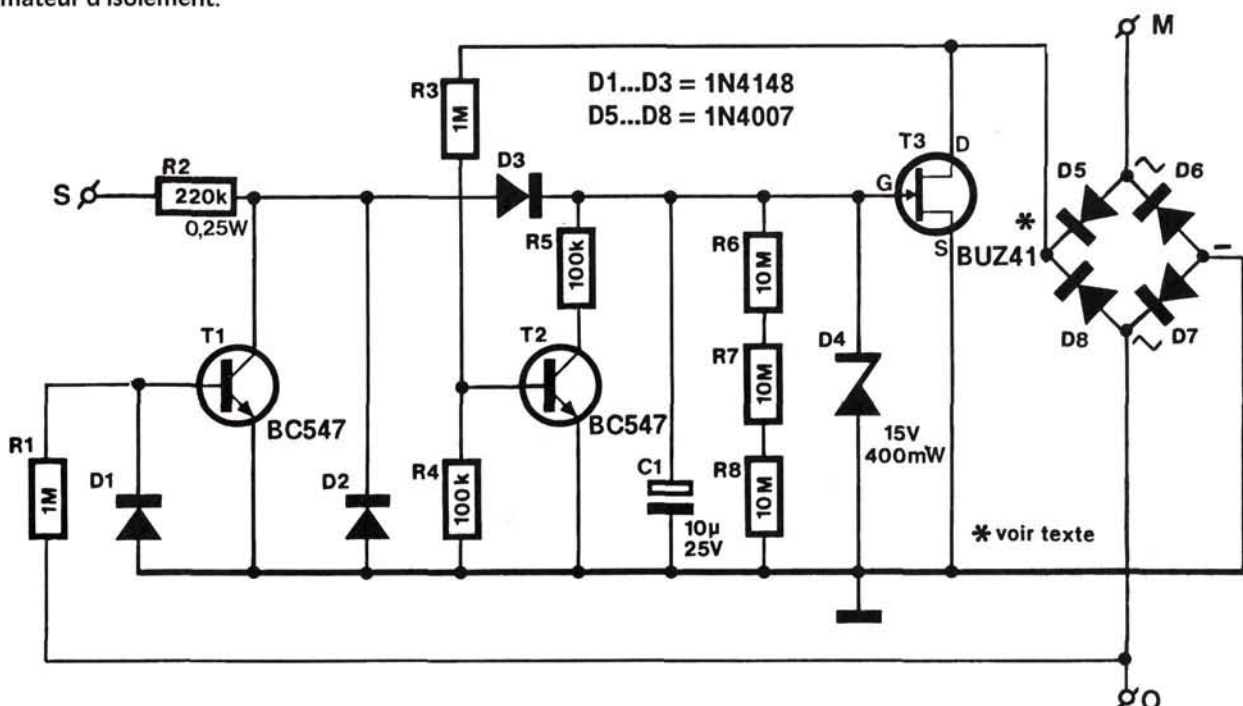
redresseur

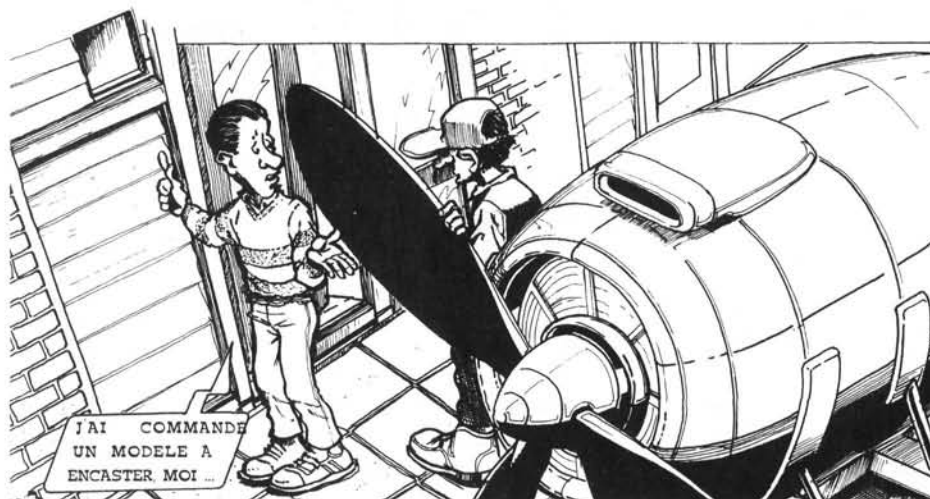
La figure 2 ci-dessus montre un circuit capable d'utiliser la tension alternative. Pour éviter des méprises aux conséquences désastreuses, signalons tout de suite qu'il ne s'agit toujours pas d'un montage pratique, mais d'une aide pour les explications.

La partie gauche du schéma est identique à celle de la figure 1. La diode zener D4 est ajoutée pour protéger le transistor T3 contre des surtensions

malsaines. Le pont redresseur D5 à D8 permet au transistor de commander le moteur alternatif : la diagonale verticale voit la tension alternative, alors que la diagonale horizontale délivre une tension continue. C'est cette diagonale de polarité constante qui est court-circuitée par le transistor. Lorsque le conducteur de phase est positif, le courant passe par le moteur, la diode D5, le transistor, et retourne au conducteur neutre par la diode D7. Une demi-période plus tard, le conducteur de phase est négatif par rapport au neutre : le courant passe par le fil neutre, la diode D8, le transistor, la diode D6, et retourne à la phase par le moteur. Dans tous les cas, le courant entre dans le transistor par le drain et en ressort par la source.

Figure 3 - Le schéma complet montre deux transistors supplémentaires, mais il reste assez simple. Si vous procédez à des mesures sur le circuit en fonctionnement, prenez garde à la tension : c'est celle du secteur car il n'y a pas de transformateur d'isolement.





nances négatives, c'est-à-dire quand le potentiel du neutre est positif par rapport à celui de la phase, la base de T1 est alimentée, ce qui lui permet de dériver le courant de charge indésirable. Les diodes D1 et D2 protègent le transistor contre les inversions de polarité en limitant à 0,7 V la tension inverse que peuvent voir la base et le collecteur.

dissipation

Le deuxième transistor, T2, est destiné à protéger T3 contre lui-même. Ce transistor à effet de champ est utilisé comme un interrupteur, en tout ou rien, alors qu'il fonctionne aussi en régime linéaire. La résistance drain-source dépend de la tension appliquée à la grille. Elle est considérée comme nulle et l'interrupteur fermé quand la tension de grille est égale à 15 V. Pour cette résistance minimale (environ 0,1 Ω), la dissipation de puissance est également minimale.

Lorsque le condensateur est complètement déchargé, la tension de la grille est nulle et le transistor bloqué. La résistance drain-source est infinie et la dissipation est nulle, comme le courant. L'état du transistor est celui d'un interrupteur ouvert.

Jusque là tout va bien. Les choses changent quand la tension de grille prend une valeur intermédiaire, comprise entre 0 et 15 V. Dans ce domaine, la résistance drain-source varie proportionnellement à la tension, on parle de zone linéaire de fonctionnement. Prenons l'exemple d'un ventilateur qui consomme 200 W, soit un courant d'un ampère (1pp). La puissance dissipée dans le TEC est égale à : $W = R \times I^2$ ou $W = 0,1 \times 1 \times 1$

La puissance de 100 milliwatts est assez faible pour être négligée. Si la résistance drain-source passe à 500 Ω , la dissipation passe à : $W = 500 \times 1 \times 1$. Même en hiver et avec un bon radiateur, le transistor à effet de champ ne survivrait pas longtemps. Il a donc fallu faire quelque chose pour limiter à une valeur négligeable la durée du fonctionnement dans la zone linéaire. C'est pendant le passage de l'état bloqué à l'état conducteur, autrement dit pendant le temps de charge du condensateur, que le transistor travaille dans la zone linéaire. Le temps de charge du condensateur C1 est réduit du fait que la résistance R2 a une valeur relativement faible (220 k Ω) par rapport à la tension (300 V crête).

Le transistor travaille aussi dans la zone linéaire pendant le passage inverse, de l'état conducteur à l'état bloqué, vers la fin de la décharge du condensateur. Le transistor est en danger quand la tension drain-source atteint environ 4 V. Il faut donc accélérer la décharge du condensateur pour raccourcir la durée de la transition. À par-

tir de la tension critique de 4 V, le diviseur de tension R3/R4 alimente la base de T2, lequel vient décharger complètement le condensateur C1 par la résistance R5, et bloquer énergiquement le transistor T3.

À propos du transistor à effet de champ : le modèle BUZ41 supporte un courant de 4,5 A dont vous n'avez peut-être pas besoin. Si la charge que vous voulez commander ne dépasse pas 350 à 400 W, vous pouvez économiser quelques thunes en montant un BUZ74, qui supporte un courant maximal de 2 A.

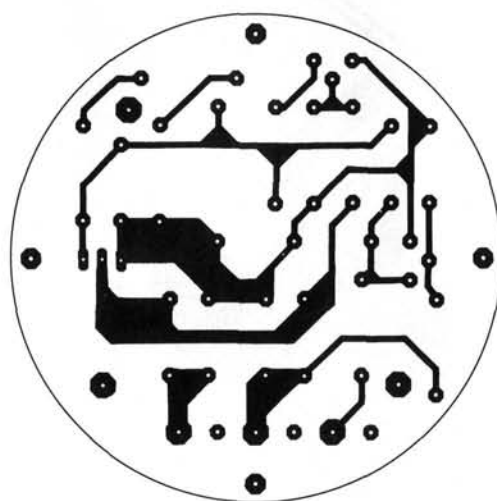
la construction

Le circuit imprimé de la figure 4 a été dessiné pour être monté dans une boîte de dérivation. C'est nécessaire parce que le montage est soumis à la tension du secteur sans transformateur d'isolement. Ne montez pas le temporisateur sur une platine d'expérimentation, car l'espace isolant entre les pistes n'est pas suffisant pour les 220 V du secteur. La fixation éventuelle se fera par des vis en nylon pour limiter les risques de contact accidentel.

L'implantation des composants se fera dans l'ordre habituel. Lorsqu'un composant doit être vissé et soudé, comme le transistor T3, il doit être vissé d'abord et soudé ensuite. Cette façon de procéder évite d'imposer des contraintes mécaniques au boîtier et aux broches. Attention à la polarité des diodes et du condensateur électrochimique.

Le raccordement des trois points de sortie se fera par des borniers à vis séparés par une borne inutilisée, pour garantir un isolement suffisant entre les conducteurs soumis à la tension du





liste des composants

$R1, R3 = 1 \text{ M}\Omega$
 $R2 = 220 \text{ k}\Omega$
 $R4, R5 = 100 \text{ k}\Omega$
 $R6 \text{ à } R8 = 10 \text{ M}\Omega$
 $C1 = 10 \mu\text{F}/25 \text{ V}$
 $D1 \text{ à } D3 = 1\text{N}4148$
 $D4 = \text{zener } 15 \text{ V}/400 \text{ mW}$
 $D5 \text{ à } D8 = 1\text{N}4007$
 $T1, T2 = \text{BC}547\text{A}$
 $T3 = \text{BUZ}41, \text{BUZ}74$
 (cf texte)

1 bornier à vis à 5 ou 6 points

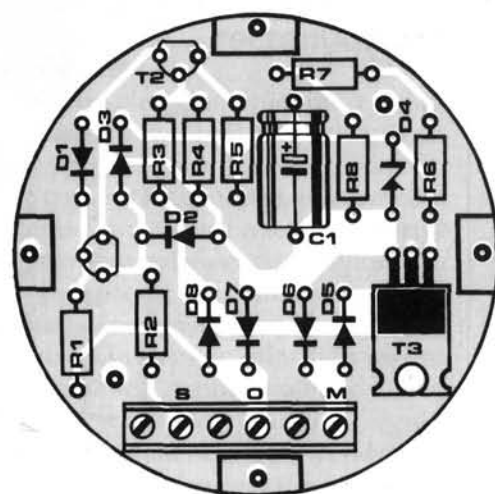


Figure 4 - Le circuit imprimé doit être monté dans une boîte de dérivation. Si vous ne voulez pas le découper en cercle, trouvez une boîte carrée.

secteur. Les normes interdisent également de souder ces connexions, il faut impérativement les assurer par des vis. Après une vérification méticuleuse du montage, vous pouvez le raccorder à l'installation conformément à la figure 5.

Comme les mesures et les tests sont malaisés et dangereux sur le secteur, il faut être parfaitement sûrs de votre travail avant de procéder aux essais. Vérifiez plutôt deux fois qu'une la valeur des composants et leur implantation.

L'installation

L'installation ne pose de problème insoluble si vous travaillez méthodiquement. La première des choses à faire est d'abaisser le disjoncteur du tableau général de la maison. La deuxième est de prévenir vos commensaux que vous les privez momentanément de courant, pour éviter que quelqu'un vous électrocute en rétablissant le circuit.

L'intervention se passe dans la boîte de dérivation qui alimente l'éclairage du petit coin. Vous y trouverez des fils dont la couleur, en principe, correspond à la fonction :

- un fil bleu clair : le neutre du secteur
- un fil brun ou rouge : la phase
- un fil jaune/vert : la terre

Figure 5 - Le temporisateur se raccorde comme un deuxième interrupteur commandé par celui de l'éclairage.

- un fil noir qui ne fait que transiter par la boîte : il vient de l'interrupteur pour continuer vers la lampe.

Vous devez interrompre ce dernier fil pour y raccorder la borne S de votre temporisateur. La borne 0 sera raccordée au neutre. Les deux fils du moteur seront raccordés l'un à la phase, l'autre à la borne M du moteur. Si la phase ou le neutre ne passent pas par la boîte, il faudra tirer un fil supplémentaire en respectant la couleur normalisée. La section du fil sera de $1,5 \text{ mm}^2$ puisqu'il s'agit d'un circuit d'éclairage.

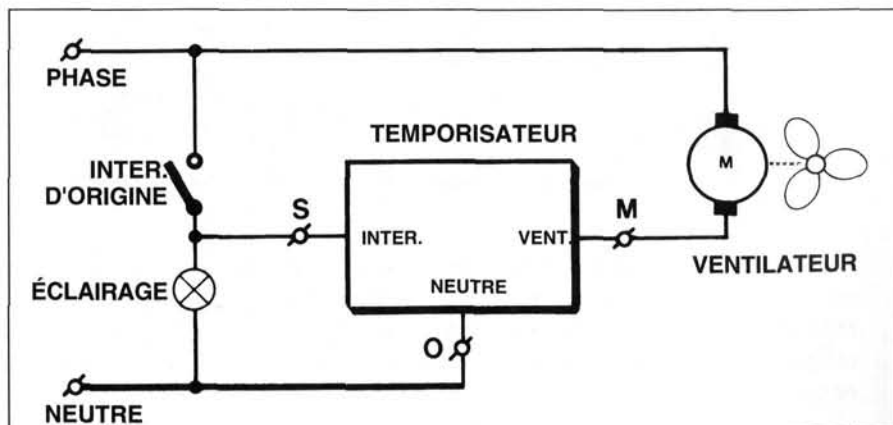
Le circuit imprimé se monte sans difficulté dans une boîte de dérivation si elle n'est pas trop pleine. Si elle est déjà surpeuplée, vous devrez en installer une supplémentaire, car il ne faut pas laisser à l'air libre un circuit raccordé au secteur. Les fils supplémentaires seront passés dans une gaine d'installation ou prendront la forme d'un câble à isolant PVC.

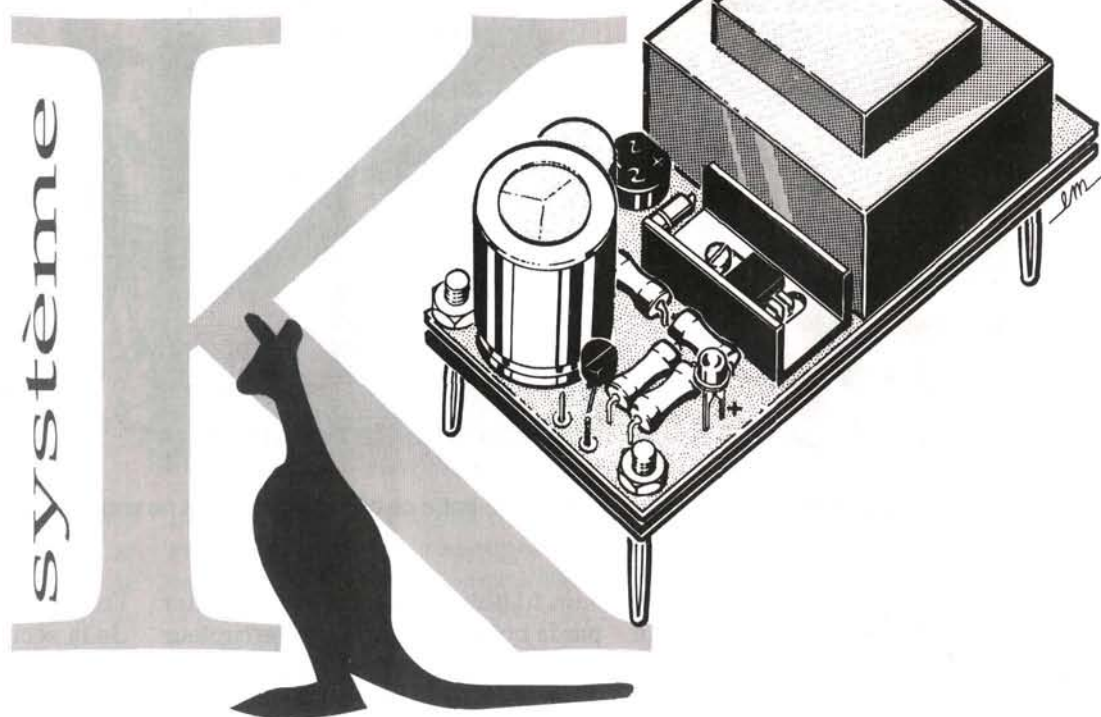
Le ventilateur sera monté à l'endroit qui vous semblera le plus propice. C'est généralement dans une vitre qu'on peut découper le plus facilement

l'ouverture nécessaire. Pour ce qui est de la sécurité de l'installation électrique, il est possible que vous ne trouviez pas les fils aux couleurs normalisées. C'est que l'installation est vieille ou qu'elle est l'oeuvre d'un bricoleur mal documenté. Ne prenez aucun risque et tirez éventuellement de nouvelles lignes. Si vous n'êtes pas sûr de vous, faites-vous aider ou faites vérifier votre travail par quelqu'un de plus expérimenté.

Vous avez rétabli la tension et vous êtes revenu sur les lieux, vous pouvez allumer la lumière et constater que le ventilateur se met à tourner immédiatement. Éteignez et asseyez-vous. Vous devez constater que le ventilateur s'arrête au bout de 5 à 7 minutes. Il vous reste à refermer la boîte de dérivation et éventuellement à réparer les petits dégâts que votre travail a pu faire sur le plâtre ou le papier peint.

Wenn s'arschel brummt isch's herzel g'sund, comme le dit si délicatement la sagesse populaire alsacienne. 886115





alimentation 5V

Le système K, dont la description a commencé dans le numéro 36 d'elex, est avant tout un système d'expérimentation, destiné à faciliter par la pratique l'apprentissage de l'électronique. Toutes les expérimentations électroniques, celles du système K aussi, demandent une ou plusieurs ali-

mentations. Nous avons déjà décrit dans cette série une alimentation double ± 15 V, destinée en principe à des montages analogiques. Cette alimentation-ci, avec sa tension de sortie fixe de 5 V, est destinée plutôt à des montages logiques, ou à des montages qui devront fonctionner, une fois mis

au point, sur des piles de 4,5 V. Les montages logiques, en plus de la tension d'alimentation de 5 V, ont une caractéristique qui se retrouve fréquemment : ils ont besoin d'une horloge, c'est-à-dire d'une source de signaux périodiques. C'est pourquoi nous avons incorporé à ce montage

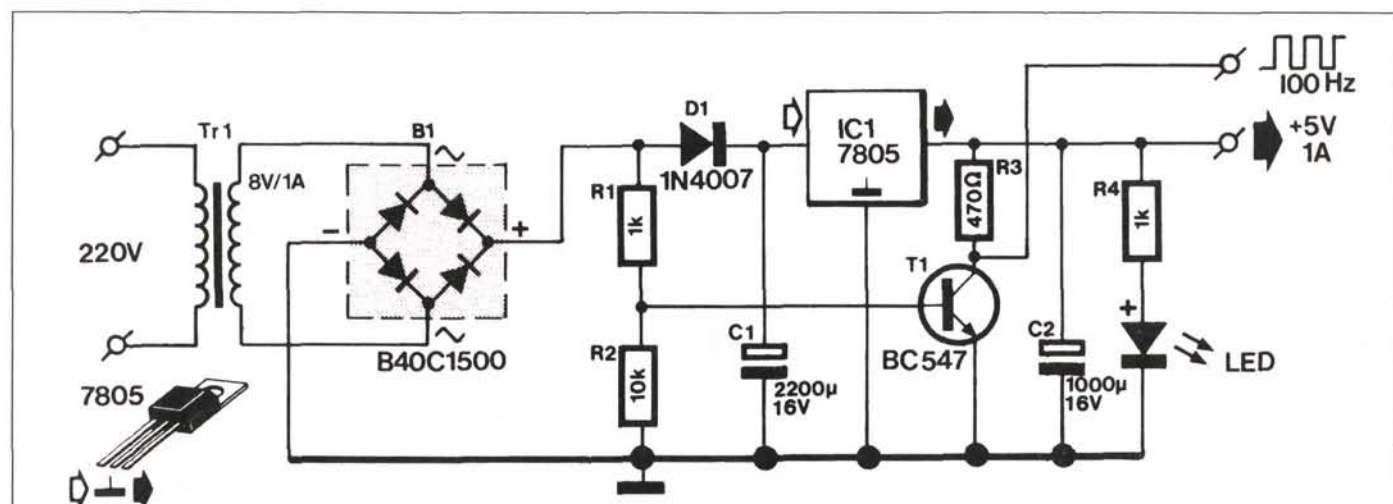


Figure 1 - Le schéma de l'alimentation ne se distingue guère de ceux que nous connaissons : le régulateur intégré 7805 et ses deux condensateurs habituels sont simplement accompagnés de quelques composants supplémentaires, destinés à produire le signal rectangulaire à 100 Hz. Il s'agit du transistor T1 et des résistances R1 à R3, qui transforment en rectangles les demi-sinusoïdes que fournit le pont redresseur. La diode D1 joue le rôle d'un sas entre la partie "alternatif" et la partie "continu" du circuit.

une source de signaux rectangulaires à 100 Hz, avec une amplitude de 5 V, utilisable aussi bien avec des circuits CMOS que des circuits TTL.

L'ensemble se présente sous la forme d'une platine à circuit imprimé, enfichable comme les autres sur la plaque de base du système K. Comme la première platine du genre que nous avons décrite, elle est soumise à la tension du secteur, ce qui impose quelques précautions lors de la réalisation.

l'alimentation

Rien de nouveau dans le schéma pour les habitués de nos colonnes: la régulation est confiée à un circuit intégré tripolaire de type 7805, en boîtier TO220 (figure 1). Il est de la même famille que les 7815 et 7915 que nous

sion appliquée à l'entrée lui soit supérieure de 2 V environ. Le produit de l'intensité par la différence de tension entre l'entrée et la sortie est égal à la puissance que le régulateur doit dissiper en chaleur, d'où la présence du radiateur sur lequel est vissée la languette du circuit intégré. Si vous omettez le radiateur ou la graisse thermo-conductrice entre lui et la languette, le régulateur se protège automatiquement contre les températures excessives: il réduit sa tension de sortie, donc l'intensité débitée dès que la température de la puce atteint 125°C. Autant dire que ces régulateurs sont pratiquement indestructibles en usage normal. Pour en venir à bout, il faut leur appliquer une tension d'entrée supérieure à 35 V, ou inverser la polarité, ou appliquer la tension d'entrée à la sortie, ce qui revient à inverser la polarité.

le générateur de signaux rectangulaires

C'est un bien grand mot que celui de générateur: le signal alternatif est fourni par le secteur, et notre générateur se contente de mettre en forme les demi-sinusoïdes. La tension fournie par le pont redresseur est continue, car sa polarité est constante, mais elle est pulsée, car son amplitude varie entre zéro et la valeur de crête de la tension alternative. Le condensateur de filtrage C1 est destiné à fournir au régulateur le courant nécessaire pendant les passages par zéro de la tension. La tension aux bornes du condensateur n'est plus pulsée, mais légèrement ondulée, c'est-à-dire que la composante alternative a pratiquement disparu. Comme c'est justement la composante alternative que nous voulons utiliser, nous avons intercalé une diode entre le pont redresseur et le condensateur. Le régulateur est alimenté en courant continu par le condensateur, lui-même chargé à travers D1, alors que nous disposons de la tension pulsée aux bornes du pont diviseur R1/R2. Pendant les passages à zéro de la tension

avec sortie auxiliaire à 100 Hz

avons installés dans l'alimentation double. Il limite de lui-même à 1 ampère l'intensité de son courant de sortie, c'est-à-dire que même en cas de court-circuit franc en sortie, il ne peut pas débiter plus de courant. Sa tension de sortie est fixe, pourvu que la ten-

Figure 2 - Le circuit imprimé et le plan d'implantation. La disposition des broches, dont deux seulement ont une fonction électrique, interdit de l'enficher à l'envers. Si la fonction de générateur d'impulsions ne vous intéresse pas pour le moment, il est inutile d'installer T1, R1, R2 et R3, et il faut remplacer D1 par un pont en fil.

liste des composants

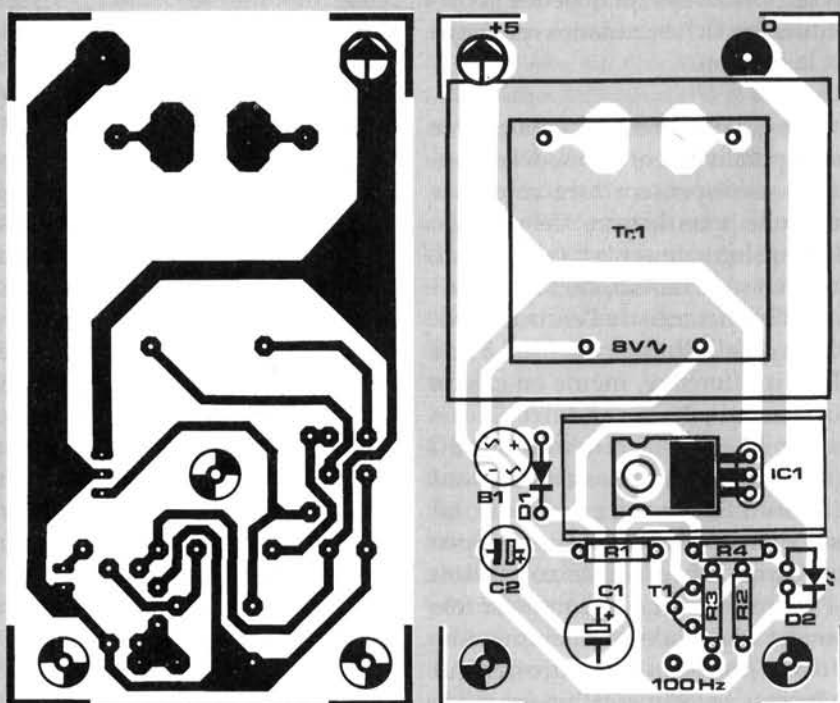
R1, R4 = 1 k Ω
R2 = 10 k Ω
R3 = 470 Ω

C1 = 2200 μ F/16 V radial
C2 = 1000 μ F/16 V radial

D1 = 1N4007
D2 = LED
B1 = pont B40C11500
ou équivalent
T1 = BC547

IC1 = 7805
Tr1 = transformateur
9 V/10 VA (EI48)

1 radiateur pour IC1 (12,5°C/W)
1 circuit imprimé
1 fausse platine 50 mm x 90 mm
1 cordon secteur à deux fils
2 picots à souder
4 fiches bananes



redressée, le transistor T1 est bloqué et la tension de son collecteur est de + 5 V. Dès que la valeur de la tension pulsée est suffisante pour que la tension de base dépasse le seuil de 0,6 V, T1 se met à conduire, ce qui ramène à zéro, ou presque, sa tension de collecteur. L'entrée en conduction se produit dès que la valeur de la tension pulsée atteint 11/10 de 0,6 V, et la conduction dure jusqu'à ce que ce seuil soit passé dans l'autre sens. Autrement dit, le potentiel du collecteur est « bas » la plupart du temps, et la sortie délivre de brèves impulsions positives à la fréquence de 100 Hz.

la construction mécanique

Pour que cette alimentation expérimentale soit sans danger, il faut prendre quelques précautions. Comme pour la première alimentation, le transformateur se trouve sur la platine, ce qui présente des avantages : il est possible de l'enfiler n'importe où, à condition qu'il y ait de la place ; il est inutile de prévoir un emplacement où arrive la tension du secteur, avec les risques que cela comporte. Il y a aussi des inconvénients : le secteur est présent sur la platine. Les pistes soumises à la tension du secteur seront isolées par une deuxième platine, une vraie fausse platine dont le côté sans cuivre pressera les fils du secteur. Les coins, au moins, seront débarrassés de leur cuivre, pour éviter qu'il vienne court-circuiter les fiches bananes qui assurent la fixation.

Pour ce qui est du transformateur, ce sera impérativement un modèle moulé qui vous dispensera de raccorder les tôles à une prise de terre. Ce genre de petit transformateur n'a pas besoin de fusible en série dans le circuit primaire, car l'inductance de l'enroulement est telle qu'elle limite l'intensité à une valeur inoffensive, même en cas de court-circuit du secondaire. Nous avons parlé du refroidissement du régulateur, mais pas de celui du pont redresseur. Pourtant il en a besoin, lui aussi, même si la puissance dissipée est minime. Elle est égale au produit de l'intensité par 1,4 V, soit deux fois le seuil d'une diode au silicium, puisqu'il y a toujours deux diodes qui conduisent. Si l'alimentation fournit le maximum de courant, le pont doit dis-

siper 1,4 W en théorie, un peu plus en pratique. En effet, le courant qui traverse les diodes n'est pas continu : il présente des pointes d'intensité importantes chaque fois que la tension redressée dépasse celle du condensateur et que celui-ci se recharge brusquement. Comme le boîtier en matière plastique du pont est mauvais conducteur de la chaleur, il est judicieux de garder à ses broches une longueur de 2 centimètres environ, ce qui en fait des radiateurs et permet le passage de l'air sous le composant.

l'utilisation

Cette alimentation, bien que destinée au système K, est utilisable aussi pour n'importe quelle application. Elle s'enfiche dans un des logements de la platine de base et fournit son courant par deux des fiches bananes. Le signal à 100 Hz est disponible sur deux picots à souder qui recevront les cosses adéquates. Notez que la masse, le commun de ce signal, n'est pas répétée sur les picots puisqu'elle est disponible sur la ligne de masse de la platine. La LED D2 est alimentée par la sortie régulée, ce qui lui permet de signaler à la fois que le montage est sous tension et que la tension de sortie est normale. En cas de court-circuit ou de consommation excessive, le défaut est rendu évident par la diminution de son éclat ou son extinction.

86660

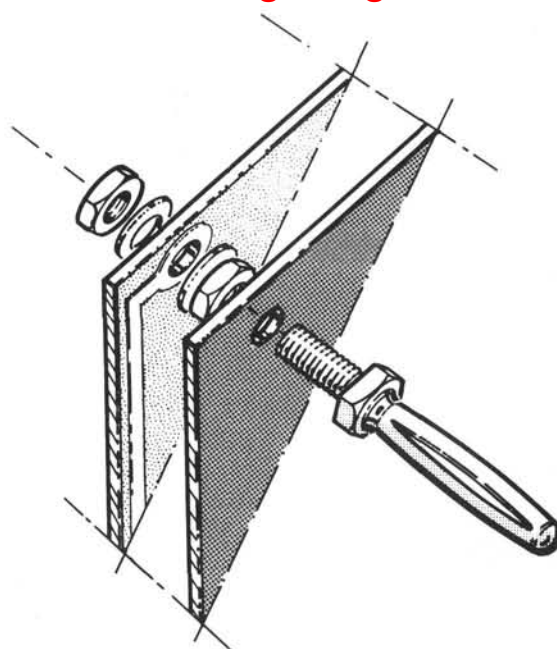


Figure 3 - Ce montage particulier est le même que celui de l'alimentation de deux fois 15 V. L'écrou supplémentaire de chaque fiche banane maintient l'écartement entre les deux platines.

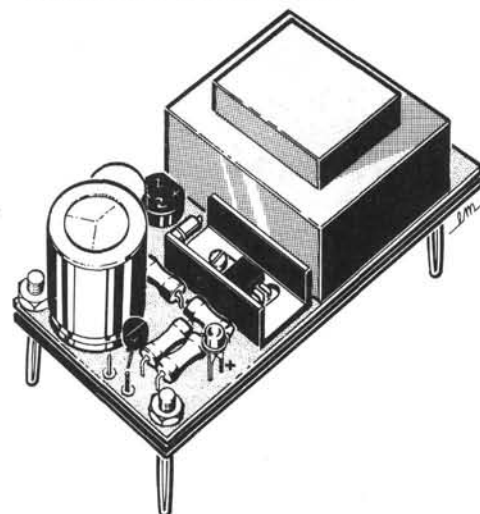


Figure 4 - Le montage des deux platines en sandwich est visible sur cette perspective cavalière. Le cordon secteur, soudé sur les plages de cuivre, est pincé entre les deux plaques d'époxy. Il ne sera dénudé que sur la longueur strictement nécessaire à la soudure.

Pour sa 2^e année,  sera au

SALON EXPOTRONIC

du 6 au 8 décembre 1991

à Paris espace CHAMPERRET

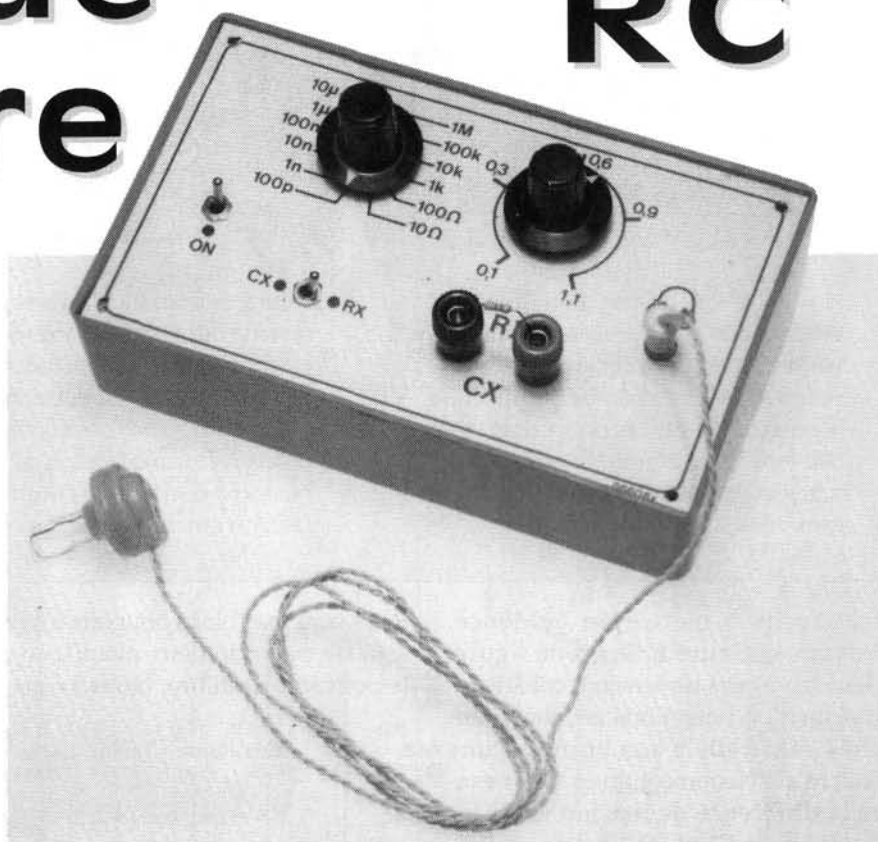
▲ Bienvenue sur notre stand ▲

Tombola gratuite pour
tous les visiteurs

pont de mesure

RC

Pour la mesure des résistances et des capacités, le bon vieux pont de Wheatstone reste un des meilleurs dispositifs et si, pour le réglage du 0, un témoin sonore vous suffit, vous pouvez agrémenter votre appareil en récupérant le circuit intégré, générateur de mélodie, contenu dans une carte de vœux musicale. Il est d'autre part inutile de chercher le pont de Wheatstone sur un guide touristique : Elex vous dit tout sur cet ouvrage.



Il serait curieux que, dans votre entourage, personne n'ait jamais reçu de ces cartes (de vœux ou d'invitation) dont l'ouverture déclenche une mélodie. Elles finissent généralement dans les boîtes de chaussures où sont rangés les souvenirs, et c'est bien triste pour le circuit intégré qu'elles contiennent, sans parler de la pile bouton qui l'alimente. Notre laboratoire inquiet du sort réservé à ces petites merveilles d'astuce technique, vous propose, entre autres choses, ce pont de mesure à témoin sonore, où l'ennuyeux bûûp continu de l'ordinaire résonateur piézo-électrique actionné par un oscillateur, est heureusement remplacé par une berceuse ou un air de fête. Sir Charles Wheatstone, du pont, méritait bien cet hommage pour son invention dont nous allons vous dire un mot.

L'idée géniale de monsieur Wheatstone

Qu'est-ce qui est le plus facile à contrôler ? Le passage d'une tension d'une certaine valeur à une autre, ou le passage d'une tension d'une

certaine valeur à zéro ? Il est tout à fait clair que la deuxième réponse est la bonne. Il est plus facile de percevoir la différence entre deux grandeurs si l'une est nulle, qu'entre deux grandeurs quelconques et non nulles. Le zéro est un nombre qui se distingue fondamentalement de tous les autres. Autrefois, zéro se disait "chiffre", d'un mot arabe signifiant "vide". Lorsque "chiffre" a désigné ce que nous connaissons, zéro est arrivé d'Italie, issu du même mot arabe désignant le vide. Bon, l'histoire des mathématiques, et de ce serpent qui se mord la queue, n'est pas notre objet. Revenons à des choses plus évidentes, à nos sens plutôt qu'au sens, car le sens de l'Histoire n'est pas forcément le sens de la visite. Entre par exemple l'absence d'un son, et la présence de ce son ou d'une autre son, vous percevez la différence, quelque ténue qu'elle soit. Entre deux sons d'intensité proche, bernique !

Que vient faire sir Charles (Wheatstone) là-dedans ? Serait-il l'inventeur méconnu des cartes (salut René) de vœux musicales ? Son nom est associé à un dispositif dit de zéro : un pont qui permet de déplacer une tension jusqu'à ce qu'elle s'annule. Si un élément du pont varie, aussi petit que soit le changement, l'équilibre du pont est rompu et cette rupture d'équilibre est

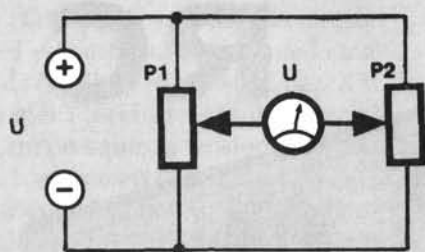


Figure 1 - Schéma d'un pont de Wheatstone : l'appareil de mesure (ici voltmètre), vous indiquera 0 V si le curseur de P2 est au même potentiel que le curseur de P1. Les potentiomètres peuvent être différents, l'essentiel est que leurs curseurs respectifs les divisent dans le même rapport.

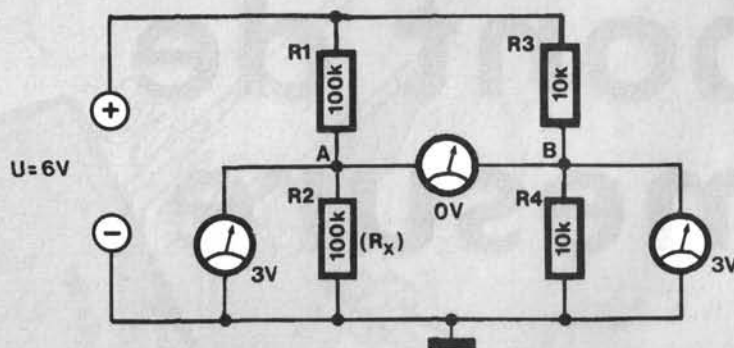


Figure 2 - Nous avons développé le schéma de la figure précédente. Les rapports entre les résistances sont mis en évidence. Les deux diviseurs ($R1/R2$ et $R3/R4$) produisent aux points A et B une tension de 3 V par rapport à la masse. La différence de tension entre les points A et B est

donc nulle et le voltmètre (ou l'ampèremètre de zéro) placé entre ces deux points, indique 0. La tension du générateur peut bien varier, être alternative par exemple, les résistances la diviseront toujours dans le même rapport et l'appareil de mesure indiquera toujours 0.

très facile à mettre en évidence. Voyons la **figure 1**. Sur cette figure, deux diviseurs de tension, constitués chacun d'un potentiomètre, sont branchés en parallèle aux bornes d'une source de tension continue. On mesure la différence de tension entre les curseurs de P1 et P2. Si ceux-ci divisent leurs pistes résistives respectives dans le même rapport, il n'y aura pas de différence de potentiel ; la *différence de tension entre les deux curseurs est nulle*. Notez bien que si les potentiomètres sont différents, le résultat ne change pas.

Sur la **figure 2**, nous avons remplacé les potentiomètres par des résistances fixes. Les résistances R1 et R2, R3 et R4 sont égales deux à deux et la tension U est de 6 V. Pour un diviseur de tension, les tensions sont dans le même rapport que les résistances. Dans notre exemple, la chute de tension aux bornes de chaque résistance est de 3 V. Le potentiel des points A et B, mesuré par rapport à la masse, est donc de 3 V. Si l'instrument de mesure est placé entre les points A et B, il indiquera 0, à quoi est égal 3 - 3.

L'équilibre du pont sera rompu seulement si une des résistances vient à changer. Pour le remettre d'aplomb, l'autre diviseur de tension sera modifié dans les mêmes proportions. Prenons maintenant les **figures 1 et 2**. Au lieu de R2, plaçons une résistance inconnue Rx, et remplaçons R3 et R4 par un potentiomètre. La résistance

R1 restera fixe. Nous bougerons le curseur du potentiomètre jusqu'à ce que le pont soit équilibré. Nous avons :

$$R1/Rx = R3/R4$$

ou

$$Rx = (R1 \cdot R4) / R3$$

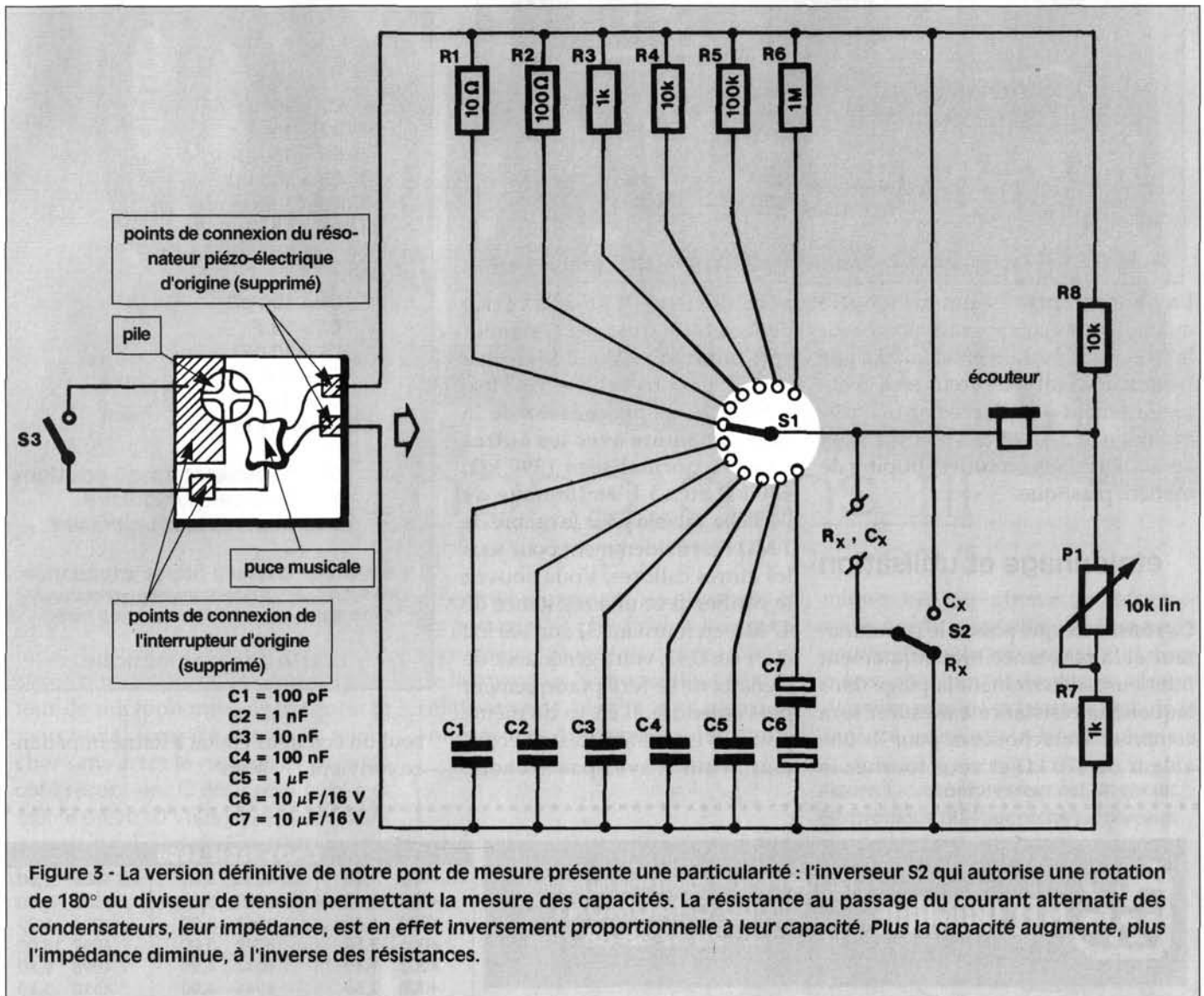
La résistance R1 est une constante. La résistance inconnue n'est donc plus qu'une fonction du rapport $R4/R3$. Autrement dit, en mesurant les déplacements du curseur du potentiomètre que nous aurons étalonné, nous pourrions lire directement la valeur de la résistance Rx.

Est-il nécessaire que le générateur fournisse une tension continue ? Bien sûr que non ! Une tension alternative conviendrait tout aussi bien, comme la tension variable (en fréquence ou/et en amplitude) d'un signal musical, par exemple. Si nous utilisons un générateur de mélodie pour alimenter le pont, l'équilibre sera réalisé lorsque l'écouteur, branché à la place du voltmètre, ne percevra plus rien. De plus, un tel générateur nous permettra d'utiliser le pont pour mesurer aussi des capacités, lesquelles se comportent, en alternatif, d'une façon semblable à des résistances ohmiques... Vous en doutez ? C'est parce que votre science, ici, vous encombre. Il ne faut considérer, ici, que le rapport des impédances, et dans ce rapport la pulsation, ou la fréquence qui lui est proportionnelle, disparaît. Il nous est ainsi permis, avec un générateur de signaux variables, de mesurer des capacités.

Voilà ce que réalise notre pont-de-mesure-à-puce-musicale-de-carte-de-vœux et nous allons maintenant le décrire.

le circuit

En avant, la musique ! À gauche, sur la **figure 3 à droite ci-contre**, le machin que vous reconnaissez si vous ne l'avez jamais vu, est ce que nos voisins septentrionaux et néanmoins amis appellent un *melodie (melody) chip*. Il se présente sous la forme d'un support mince d'environ 1,5 cm × 1,5 cm à même lequel est moulée la puce musicale dans une résine souvent noirâtre. Outre la pile, les connexions pour le résonateur et la languette de l'interrupteur, il n'y a rien à voir. Nous appellerons cela le *générateur de signaux*, ce qui vaut bien des descriptions. Si vous êtes, comme le bidouilleur moyen, récupérateur invétéré, il y a gros à parier sur la probabilité de la présence dans l'un de vos multiples tiroirs d'au moins une de ces puces musicales récupérée sur une carte de vœux... À défaut, rendez-vous sans tarder dans un magasin doté d'un rayon de cartes de vœux bien fourni : vous y trouverez un assortiment de cartes et un choix d'autant plus embarrassant qu'il est généralement impossible d'essayer les cartes emballées. Laissez-vous guider par le prix : on trouve depuis quelques mois des promotions intéressantes sur les cartes jouant l'Internationale...



Vous lui dessouderez, avec précautions, le sifflet (le résonateur piézo-électrique que les mêmes voisins nomment *buzzer*) et raccorderez les deux pôles ainsi libérés, au circuit de mesure. Les deux pôles sont interchangeable, il n'y a pas de sens à respecter. Vous aurez ensuite soin de remplacer l'interrupteur à rabat, par un authentique interrupteur à bascule.

Atttentiion... Cette petite chose est fragile, ses pistes ne résistent guère ni aux tractions ni aux torsions. Allez-y mollo.

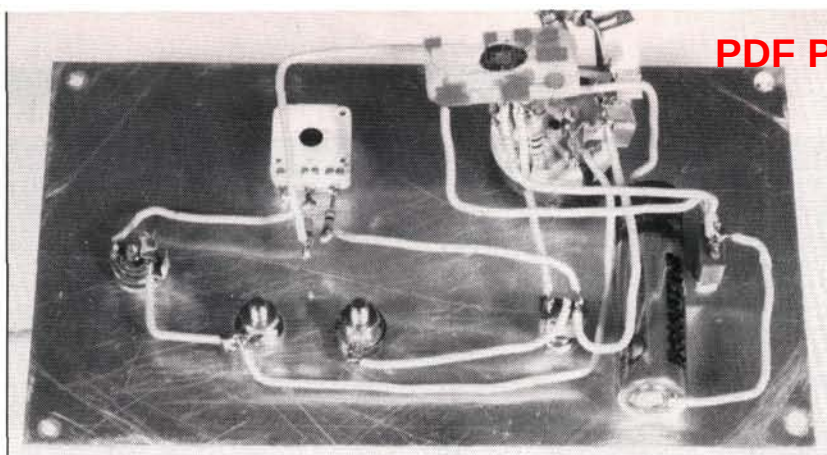
Le reste du circuit n'est qu'une version élaborée et démultipliée des figures 1 et 2, qui permet d'améliorer la précision de lecture de la mesure. Au lieu d'une seule résistance R1, vous en mettrez six, de valeurs différentes. La résistance qui correspond à R3 des figures 1 et 2, ici R8, reste fixe.

Nous aurons de même six condensateurs avec une petite variante dans la disposition : si vous vous reportez à la **figure 2**, le condensateur Cx, celui dont vous voudrez déterminer la capacité, se trouvera à la place occupée là par R1. Cette disposition différente est due à la propriété qu'ont les condensateurs de s'opposer d'autant plus au passage du courant (d'avoir une impédance d'autant plus grande) qu'ils ont une plus faible capacité. Ils se comportent donc, comme diviseurs de tension, à l'inverse des résistances. Pratiquement, l'inverseur S2 basculera vers le haut (sur la **figure 3**) pour la mesure des capacités. Pour l'instant, laissons-le en bas et plaçons le commutateur S1 sur 1 MΩ, car nous ne tarderons plus à procéder à l'étalonnage.

Auparavant, il aura fallu que vous réalisiez le montage du schéma ci-dessus. Nous n'avons pas câblé ce mon-

tage sur une platine d'essai, laquelle aurait compliqué la tâche au lieu de la simplifier comme d'habitude. Nous n'avons pas non plus prévu de dessin de circuit imprimé. Conclusion : il faudra faire un montage volant. Bon exercice de soudure ! Étamez soigneusement les œillets des interrupteurs, du commutateur et du potentiomètre. Ce n'est pas le moment de faire des soudures froides car, outre leur fonction électrique habituelle, les soudures auront ici une fonction mécanique essentielle.

En câblant les condensateurs C6 et C7, vous aurez sans doute un haussement de sourcils interrogateur : faut-il monter ces deux composants tête-bêche en série comme indiqué sur le schéma, ou est-ce une erreur ? Il n'y a pas de quoi fouetter un condensateur, mais pour bricoler un condensateur de 10 μF *non polarisé*, on en met deux de cette valeur en série et tête-bêche.



La photographie ci-dessus montre qu'une fois les composants montés sur la face avant, l'essentiel est fait. La pile bouton de la carte de vœux sera avantageusement remplacée par une pile ordinaire de 1,5 V. Vous pourrez loger l'ensemble dans un coffret-pupitre de matière plastique.

étalonnage et utilisation

La résistance que pointe le commutateur et la résistance immédiatement inférieure, déterminent la plage dans laquelle la résistance à mesurer sera comprise. Vous choisissez pour Rx une valeur de 470 k Ω et vous tournez le

potentiomètre P1 jusqu'à ce que l'intensité du son dans l'écouteur soit minimale. Vous marquez "0,47" sur votre échelle (0,47 fois 1 M Ω). Vous procéderez de la même manière avec les autres valeurs normalisées (390 k Ω , 680 k Ω etc...) L'étalonnage de l'échelle valable pour le calibre de 1 M Ω l'est évidemment pour tous les autres calibres. Vous pouvez le vérifier avec une résistance de 47 k Ω , en tournant S1 sur 100 k Ω et P1 sur 0,47, votre générateur de signaux ne se fera pratiquement plus entendre. Il en va de même pour les capacités. Reste l'écouteur : vous n'avez pas le choix,

liste des composants

R1 = 10 Ω
R2 = 100 Ω
R3, R7 = 1 k Ω
R4, R8 = 10 k Ω
R5 = 100 k Ω
R6 = 1 M Ω
P1 = 10 k Ω lin.
(non bobiné)

C1 = 100 pF
C2 = 1 nF
C3 = 10 nF
C4 = 100 nF
C5 = 1 μ F
C6, C7 = 10 μ F/16 V

S1 = commutateur, 12 positions
S2 = inverseur unipolaire
S3 = interrupteur unipolaire

1 écouteur cristal à haute impédance
(en aucun cas vous ne prendrez un écouteur dynamique, son impédance est trop faible)

1 carte de vœux musicale

seul un écouteur cristal à haute impédance convient. 86608



ÉLECTRONIQUE

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

DIODES

1N4004 0,45
1N4007 0,45
1N4148 0,30

ZENERS

0,5W 0,50
1,3W 0,80

DIODES PONTS

1,5A 200V 4,50
2A 100V 8,80

RÉGULATEURS

78L.. T092
5V à 15V 4,30
78.. T0220
5V à 24V 2,80
79.. T0220
5V à 24V 3,50

VARIABLES

L200 11,00
LM317T 5,00
LM337T 9,50

DIACS TRIACS

THYRISTORS

DIAC 32V 1,20
8A 400V 4,50
BRY 55 4,50
TIC106D 6,00

TRANSISTORS

2N1711 2,80
2N2219 2,50
2N2222 1,50
2N2646 8,00
2N2905 2,30
2N2907 1,50
2N3055 6,50

CI INTÉGRÉS

BC107 1,60
BC108 1,60
BC109 1,60
BC237 0,80
BC238 0,80
BC327 0,80
BC328 0,80
BC337 0,80
BC338 0,80
BC516 1,80
BC517 1,90
BC547 0,70
BC548 0,70
BD135 1,80
BD136 2,00
BD139 2,20
BD140 2,20
BF245 3,50
BF255 3,00
BFR91 5,50

CI INTÉGRÉS

BFR96 11,00
BS170 2,60
BS250 4,50
BUZ11A 14,00
TIP29C 4,00
TIP30C 4,00
TIP31C 4,00
TIP32C 4,00
MJE2955 6,50
MJE3055 6,50
CA3130 13,00
CA3161 16,00
CA3162 53,00
LF356 6,80
LF357 6,80
LM324 2,20
LM335Z 9,50
LM339 3,50
LM386 12,50
LM723 4,50
LM741 2,50
LM3914 36,50
LM3915 32,50
NE555 2,00
NE556 4,50
S576B 36,00
SABO529 35,00

SABO600

SL486 32,00
S041P 20,00
S042P 22,00
SP0256 120,00
TBA820 8,00
TBA820M 8,00
TDA1011 15,00
TDA1023 18,00
TDA1905 14,00
TDA2002 7,00
TDA2003 7,00
TDA2004 19,00
TDA2005 20,00
TDA2030 13,00
TDA2040 22,00
TDA2822 12,00
TDA7000 15,00
TEA1039 17,00
TEA5500 55,00
TL071 4,00
TL074 5,00
TL081 3,50
UAA170 24,00

CMOS SÉRIE 4000

CD 4000 1,40	CD 4035 3,50	CD 4085 4,00
4001 1,40	4040 3,00	4093 1,80
4002 1,40	4041 3,20	4094 5,00
4006 2,50	4042 3,00	4097 18,00
4007 1,40	4043 4,20	4098 2,80
4008 2,50	4044 4,20	4510 3,20
4009 2,50	4046 3,50	4511 3,00
4010 2,80	4047 2,70	4512 5,00
4011 1,40	4048 3,70	4514 11,50
4012 1,40	4049 2,20	4515 11,50
4013 1,80	4050 2,00	4516 4,00
4014 4,50	4051 2,20	4518 3,50
4015 4,00	4052 3,20	4520 3,20
4016 1,50	4053 2,20	4521 7,00
4017 2,50	4056 5,50	4526 7,50
4018 2,50	4060 2,90	4527 4,20
4019 2,50	4066 1,80	4528 3,00
4020 2,20	4067 11,80	4532 7,00
4021 3,70	4068 1,50	4538 3,80
4022 4,00	4069 1,50	4541 3,50
4023 1,60	4070 1,70	4543 4,80
4024 3,20	4071 1,70	4553 13,00
4025 1,60	4072 2,20	4555 4,50
4026 6,00	4073 1,50	4556 4,20
4027 1,90	4075 1,60	4584 3,80
4028 3,00	4076 4,00	4585 3,50
4029 3,00	4077 1,60	40106 4,00
4030 1,90	4078 1,80	40174 4,00
4032 4,50	4081 1,50	40175 8,00
4033 4,00	4082 1,70	40193 4,50

CONDITIONS DE VENTE :

Envoi en recommandé urgent sous 24 h du matériel disponible.

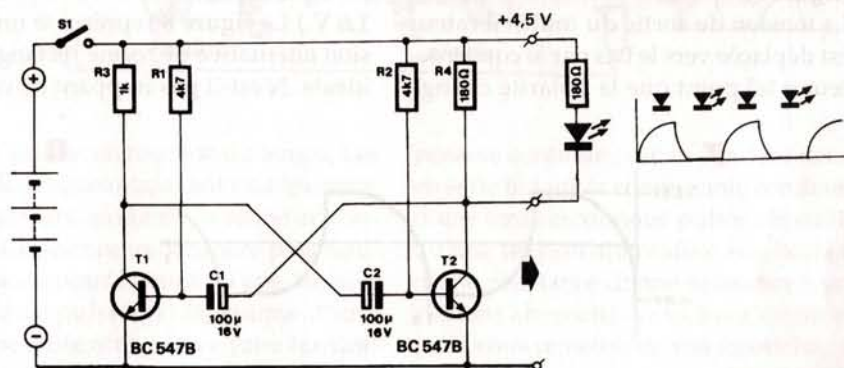
Paiement à la commande par chèque, mandat ou CCP

36 F de frais de port et d'emballage - port gratuit au dessus de 550 F
Contre remboursement, joindre 10 % à la commande (taxe PTT en plus)

catalogue gratuit contre 3 timbres

**PSC RÉALISE pour vous : TYPON, CIRCUIT
IMPRIMÉ DES MONTAGES D'ELEX
Nous consulter pour les conditions.**

2^e épisode :
tension pulsée
et
tension alternative



La situation change : avec un condensateur (sur la **figure 4**, un modèle chimique de $1000 \mu\text{F}/16 \text{ V}$) placé devant la paire de diodes, celles-ci se mettent à clignoter en alternance, comme les deux ampoules de la figure 3 du premier épisode.

Ha ha ! Que se passe-t-il ?

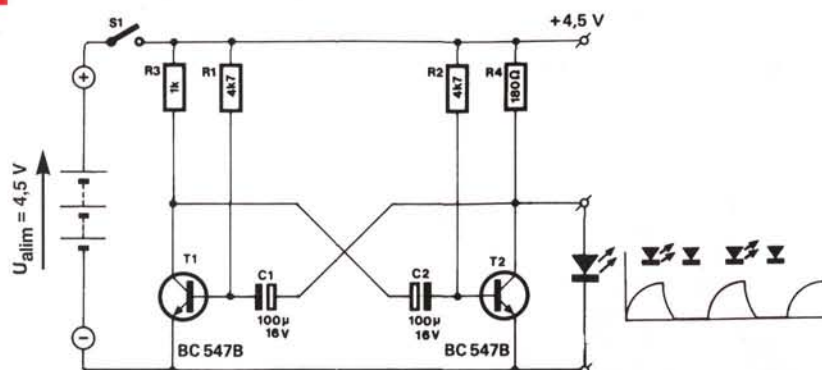
Le condensateur chimique, monté lui aussi en l'air, est placé en série avec les diodes tête-bêche de l'essai précédent. Souvenez-vous du chronogramme de la figure 15 du premier épisode (ELEX n°38 page 53) : la tension de sortie du multivibrateur croît de 0 V à $4,5 \text{ V}$ à partir du point $t = 0$ (point d'intersection des axes). Ces $4,5 \text{ V}$ chargent le condensateur chimique C_3 , le courant de charge I_C circule à travers la LED 1 (**figure 5** ci-contre). Environ une demi-seconde plus tard le transistor T_2 devient conducteur. La tension chute presque à 0 V , comme le diagramme le montre. La sortie du multivibrateur est semblable à un court-circuit à travers lequel le condensateur se décharge (**figure 6** ci-contre).

Le courant I_D dû au condensateur qui se décharge circule dans le sens opposé au courant de charge I_C . Il active la LED 2 pendant que la LED 1 est bloquée. Une demi-seconde plus tard la tension de sortie s'élève à nouveau jusqu'à $4,5 \text{ V}$, le condensateur se trouve rechargé, la LED 1 s'allume à la place de la LED 2. La tension rectangulaire de sortie permet donc à des LED parallèles mais avec des polarités opposées, montées en série avec un condensateur, de clignoter.

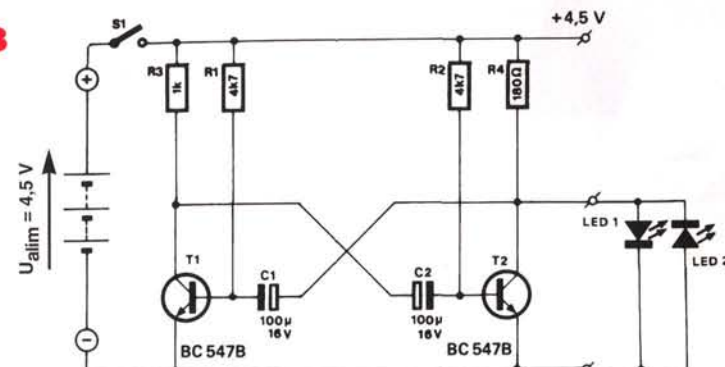
Le sens de circulation du courant change continuellement. Cela signifie que la tension aussi change de polarité « derrière » un condensateur. En effet une LED ne s'allume que lorsque la différence de potentiel à ses bornes correspond au sens de conduction. Le clignotement des diodes permet de tracer le diagramme représentant la tension de sortie du montage antiparallèle en fonction du temps (**figure 7**).

La tension de sortie du multivibrateur est déplacée vers le bas par le condensateur à tel point que la polarité change

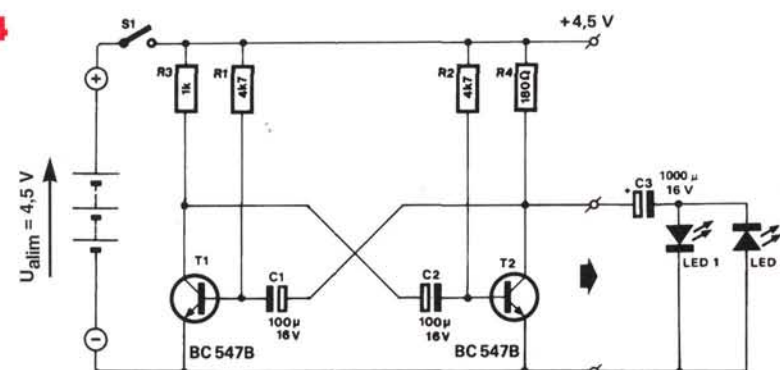
2



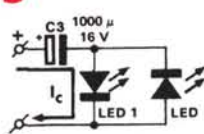
3



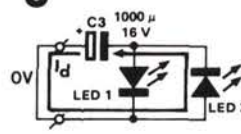
4



5



6

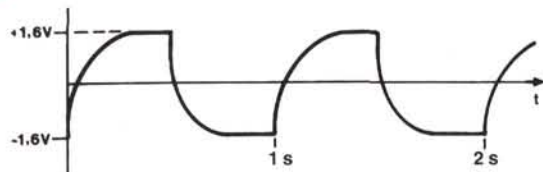


ter que la surface des parties positives de la courbe de tension est égale à celle des parties négatives ? C'est une caractéristique commune à toutes les tensions alternatives.

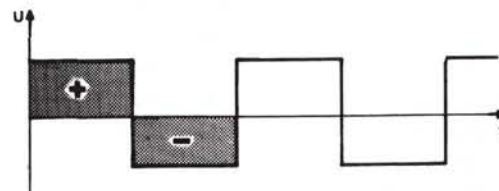
complètement. Il s'agit d'une véritable tension alternative. (Les valeurs de la tension sont plus faibles qu'initialement, puisque les LED limitent la tension à $1,6 \text{ V}$.) La **figure 8** représente une tension alternative de forme rectangulaire idéale. N'est-il pas frappant de consta-

L'électrotechnique distingue deux sortes de tensions : tension continue et tension alternative. À laquelle appartient la tension rectangulaire de la **figure 16** de l'épisode du mois dernier, tension alternative ou tension continue ? Pour le technicien cette tension est la somme

7



8



(superposition) d'une tension continue et d'une tension alternative, appelée aussi quelquefois tension continue pulsée. C'est ce que schématise la figure 9 ci-contre.

L'amplitude de la tension continue est égale à la moitié de l'amplitude de la tension alternative (mesurée de la valeur la plus haute à la valeur la plus basse). Elle décale la tension alternative si haut dans la zone positive qu'aucune tension négative ne peut plus exister. Or le condensateur rajouté sur la figure 4 bloque précisément la composante continue de ce mélange. Si vous voulez savoir ce qu'elle devient, mesurez-la à l'aide d'un multimètre (analogique de préférence, pour pouvoir suivre les mouvements de l'aiguille) en parallèle sur le condensateur 1000 μ F (figure 10). La tension que vous mesurerez n'est pas parfaitement constante mais vous constaterez que l'amplitude de la tension continue qui nous intéresse est égale à la moitié de l'amplitude de la tension alternative (environ 0,8 V).

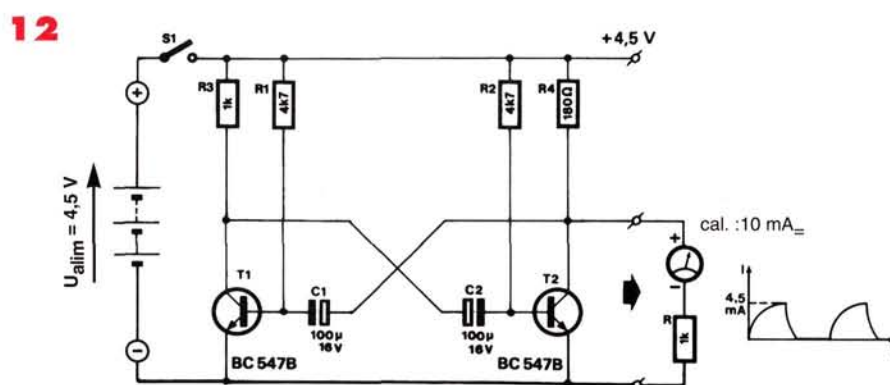
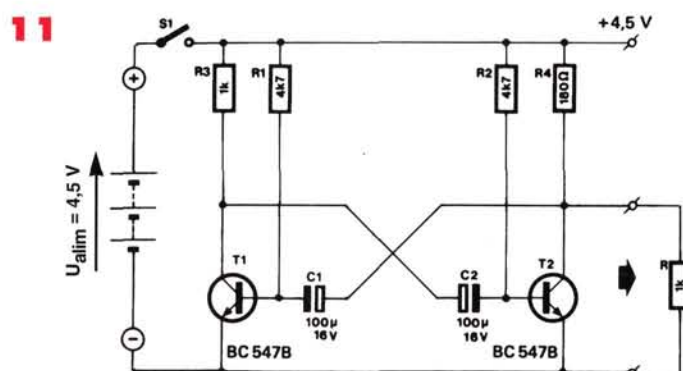
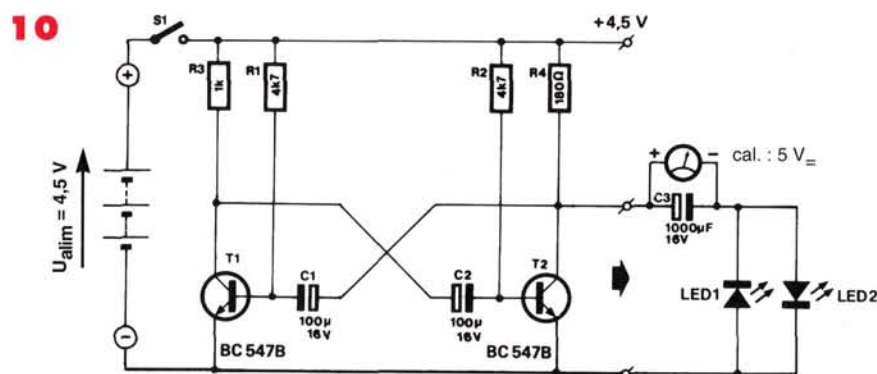
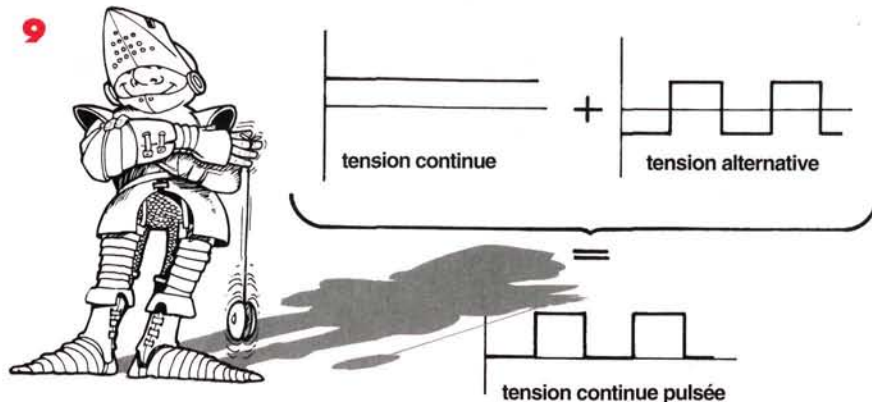
Courant alternatif

Le courant qui circule à travers le condensateur de la figure 4 est un courant alternatif puisque sa direction change continuellement (figures 5 et 6). Vous ne pouvez mesurer l'intensité de ce courant alternatif que si votre multimètre est doté d'un calibre "courant alternatif". On comprend facilement que les règles qui s'appliquent aux tensions alternatives s'appliquent aussi aux courants alternatifs. Un courant alternatif pur a des alternances positives et négatives identiques (c'est-à-dire des surfaces égales sur le diagramme).

Les courants alternatifs pour lesquels ce n'est pas le cas, par exemple les courants continus pulsés, sont interprétés comme la somme de courants continu et alternatif purs. Supposons qu'une résistance remplace les LED de la figure 8 en sortie du générateur expérimental.

La tension de sortie du MVA, tension continue pulsée, est présente aux bornes de la résistance R. Selon la loi d'Ohm le courant à travers une résistance est toujours proportionnel à la tension appliquée à ses bornes. Par conséquent le courant qui circule à travers la résistance a la même forme que la tension : il existe donc un courant continu pulsé.

Un multimètre permet de voir ce courant continu pulsé. Il n'y a qu'à travers une résistance que le courant varie com-



me la tension en fonction du temps. Les autres composants, avant tout les semi-conducteurs, modifient la forme du courant. Ce sujet nous occupera plus tard. Retenons pour l'heure qu'une tension continue pulsée est la somme d'une composante alternative (une tension dont la polarité change) et d'une com-

posante continue ; qu'un condensateur en série bloque la composante continue d'une tension continue pulsée ; et enfin qu'une tension alternative aux bornes d'une résistance donne naissance à un courant alternatif. Vous avez un mois pour vous remettre de vos émotions.

86674