

électronique

réalisez:

**un
récepteur HF et
un dipmètre
avec circuits imprimés**

**un
stroboscope**

explorez l'électronique

montez vous-même un
**mini jeu de lumières
à commande électronique**

M2510 - 36 - 22,00 F





Depuis quelques temps déjà, nous pouvons découvrir, au fil des réalisations ELEXéENNES, de plus en plus de circuits imprimés "tout faits"*. Je suis le premier à m'en réjouir car, n'ayant rien contre les platines ELEX, je trouve plus souple l'emploi d'un véritable CI. Les nombreux ponts de câblage des platines rompent quand même, il faut bien le dire, l'homogénéité esthétique de l'ensemble** (ouf ! bien dit, n'est-ce pas ?).

Je me suis mis moi-même au C.I. depuis peu de temps, quelque mois (6). Mais que de recherches pour arriver aux résultats que j'obtiens aujourd'hui. Il m'aura fallu pas moins de deux mois pour rassembler toute une documentation me permettant enfin de savoir par quel bout prendre la fabrication de CI par méthode photographique Rien dans ELEX à ce sujet*** et rien ailleurs non plus. Les débutants que nous sommes sont donc forcés de faire des CI "à la main" avec du vernis à ongles (!) (cf : ELEX n°7) soit contraints d'acheter ces CIs tous finis si toutefois ils sont disponibles!

La méthode de réserve appliquée directement sur le cuivre n'a pas retenu mon attention: les résultats sont médiocres et il est fastidieux de reporter un tracé tout fait sur une plaquette vierge. Et quand je dis fastidieux il s'agit bien entendu d'un euphémisme car en réalité c'est pratiquement impossible. Reste donc la méthode photo qui, ne nous voilons pas la face, est beaucoup plus facile à mettre en œuvre que la méthode directe et dont les résultats dépassent et de très loin toutes les espérances du débutant en électronique.

De la simplicité ; il existe de très bons produits pour arriver facilement au but mais ils sont méconnus, même -je m'en suis aperçu- chez les électroniciens qui pratiquent depuis fort longtemps. Exemple : le transpage de chez Jelt qui permet d'excellents résultats avec une rapidité déconcertante.

J'ai donc réalisé quelque chose qui me tenait à cœur : réaliser un article récapitulatif sur la méthode photo pour faire ses CIs. Consultante le serveur Minitel ELEX j'ai remarqué une annonce demandant du secours pour faire des CIs soi-même simplement. Je n'étais donc pas seul dans mon cas il y a quelque temps et d'autres éprouvent également des difficultés à faire le "grand plongeon" (dans le perchlore évidement).

Eh bien tant pis, l'article que j'ai fait je vous l'envoie. Il n'est certainement pas parfait ni exhaustif mais il est une bonne base de départ. Je ne l'ai écrit que dans un seul but : aider d'autres qui, comme moi, se sont un jour demandé : "comment ça marche ?" sans obtenir de réponse ou en ayant mille difficultés pour le faire.

Si vous trouvez que cela en vaut la peine, servez-vous en, en le publiant, des lecteurs assidus seront bien contents de pouvoir faire leurs débuts dans les CIs. Après tout, pour faire de l'électronique il faut bien un jour passer par la gravure des CIs. Quand les lecteurs d'ELEX aident les autres lecteurs d'ELEX, l'idée est peut-être bonne* après tout ! Cela comblera une lacune dans les publications de l'électronique ELEXéENNE je pense...

En tout état de cause je reste à votre disposition si vous désirez des renseignements complémentaires.

Amicalement

Stéphane Vangrevinge
59400 CAMBRAI

notes de la rédaction:
*ça c'est vrai, ça
**c'est vrai ça ?
***ça c'est pas vrai



Et voici in extenso l'envoi de Monsieur Vangrevinge, avec ses croquis originaux. Nous nous sommes contentés de corriger les coquilles du texte dactylographié (MERCI !).

Un prototype paru dans ELEX vous met l'eau à la bouche et vous n'y tenez plus : il faut absolument le réaliser. Bravo : le "virus electronica" vous a atteint; Inutile d'aller consulter votre médecin traitant, il ne pourra rien pour vous pas plus que "Le" divan bien connu d'H.C. (si vous ne comprenez pas, c'est que vous ne regardez pas assez la télé...).

1. UN REMÈDE EFFICACE POUR DÉVELOPPER VOS ENVIES

À cette époque de conseils en tout genre distillés à qui veut bien les entendre, permettez-moi de vous donner une ordonnance à en faire pâlir de jalousie votre toubib :

- 1 ou 2 litres de perchlore de fer
- 2 cuvettes genre "travaux photo"
- 1 plaque chauffante de récup. ou un système de votre cru pour bain-marie et pour la cuvette ci-dessus
- 1 plaquette époxy cuivrée présensibilisée
- 1 litre de révélateur pour la plaquette sus-nommée
- 1 bombe de transpage (Jelt)
- 1 lampe ou tube U.V. (et son ballast)

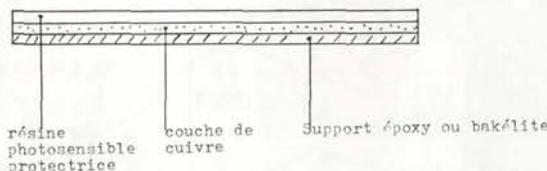
Tous ces ingrédients sont bien entendu disponibles dans toutes les bonnes pharmacies, celles qui distribuent également toutes ces gélules colorées et ornées de signes cabalistiques qui savent très bien attiser notre passion.

2. J'AI ATTRAPÉ UN COUP D'SOLEIL...

Ces bons "médicaments" à notre disposition, qu'en faire ? La technique c'est bien beau mais encore faut-il savoir l'utiliser. Ne faites pas comme Pépé qui met son "compact-disc" à l'envers dans son lecteur et qui s'étonne de la pureté du silence ! Il suffit de bien comprendre "comment ça marche" et le tout est joué, c'est beaucoup moins compliqué qu'on voudrait bien croire. Si, si...

Le but à atteindre est très simple : graver sur cette plaquette fraîchement acquise le tracé du circuit convoité. On pourrait s'arrêter là tellement c'est simple mais la sagesse réclame une explication plus poussée.

La plaquette présensibilisée du marchand est en fait constituée de plusieurs couches (Fig. 1).



Dans la première partie du travail, c'est la résine photosensible qui nous préoccupe. "Photosensible" veut dire "sensible à la lumière" comme d'ailleurs toute pellicule photo qui se respecte. Ici, la résine n'est sensible qu'à une longueur d'onde bien spécifique du spectre lumineux : les ultraviolets (U.V.). Ceux-là même qui nous font la peau carotte au bord de la mer ou à la montagne. Il y a donc gros à parier qu'il va falloir exposer cette fameuse plaquette aux U.V.

Gagné ! Lors de vos prochaines vacances à Miami, vous pourrez exercer à foison votre vice préféré (Miami Vice : qui parlait de regarder trop la télé ?) : la réalisation de vos plaquettes imprimées pour l'année. Si vous ne pouvez attendre jusque là, rassurez-vous, les chimistes et techniciens ont pen-

sé à tout pour vous satisfaire. Il existe sur le marché des tubes spéciaux dits "actiniques" qui émettent uniquement des U.V. Ces U.V. détruisent la résine photosensible qui recouvre le cuivre de votre plaquette. Il faut donc, en récapitulant :

EXPOSER la résine aux U.V. À TRAVERS le tracé du CI, saisi ? L'ombre de celui-ci sur la résine protégera les pistes et détruira les "blancs", créant ainsi un report parfait du tracé sur la résine.

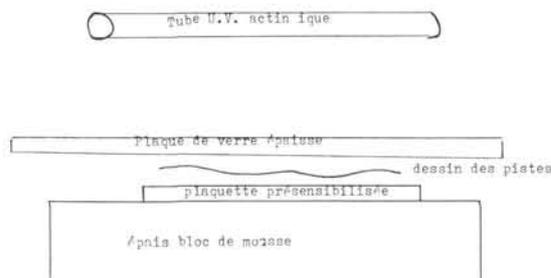
Il est toutefois à noter que les U.V. seuls ne peuvent détruire la résine. Ils opèrent une transformation chimique avant le grand plongeon de la plaquette dans un révélateur qui dissout la résine aux endroits non protégés. Le cuivre ainsi mis à nu pourra être facilement attaqué par le perchlorure de fer.

3. UN CIRCUIT IMPRIMÉ TRANSPARENT

Mais, allez-vous dire, et vous aurez entièrement raison, comment faire pour avoir le tracé des pistes sur un support transparent aux U.V. qui puisse servir de cache pour l'exposition ?

Ceci est rendu particulièrement facile et on ne peut plus rapide par l'emploi de la machine avale-tout du monde administratif actuel : le photocopieur. Vous photocopiez (à l'œil chez votre patron bien entendu) le dessin des pistes paru dans l'ELEX nouveau qui vient d'arriver chez vous. Vous obtenez ainsi le dessin sur une feuille dont le verso est blanc (si, si, aussi incroyable que cela puisse paraître, retournez la feuille et vous verrez...). Il ne suffit plus que de rendre cette feuille transparente comme l'eau claire, pour cela pas plus besoin de Soleil citron que de Cifammoniacal, il existe un produit formidable et "fait exprès" pour cela. Ce produit s'appelle "TRANSPARENT" et est distribué par JELT dont les aérosols de produits pour l'électronicien font des miracles. Une vaporisation au recto et une autre au verso, on laisse sécher et vous voilà en possession d'un dessin de C.I... transparent.

Il ne reste plus qu'à poser ce C.I. de papier sur la plaquette, côté résine bien entendu, en ayant auparavant pris soin d'enlever la feuille de plastique noir qui la protège de la lumière. On fait attention au sens du circuit (côté composants côté pistes) et on expose à la lumière du tube U.V. selon le temps préconisé par le fabricant (environ 2 minutes 30). (Fig. 2).



Ceci étant fait, on récupère la plaquette que l'on plonge sans attendre dans le révélateur. Au terme des deux minutes dites on peut apercevoir la première partie du travail qui est désormais terminée : la résine détruite là où les U.V. sont passés et colorée là où le noir des pistes l'a protégée.

Un rinçage et un séchage rapides et la plaquette est prête à être jetée en pâture au Père Chlorure...

4. LE COUP DU PÈRE CHLORURE

Il faut maintenant faire la gravure du cuivre. Celui-ci est dissout par le perchlorure de fer de la même manière que l'a été la résine par le révélateur plaquette. Avant d'aller plus loin, il importe de savoir que le révélateur plaquette et le perchlorure sont des produits dangereux. Il faut toujours mettre des gants avant d'y plonger ses précieux doigts (nous n'en avons que dix, sachons les garder le plus longtemps possible). De plus, le Père Chlorure marque son territoire de manière indélébile sur tout vêtement, morceau de peau ou autre qui croiserait de manière fortuite ou non son chemin. Attention donc de ne pas faire vous aussi partie de l'espace territorial du Père Chlorure, il saura vous marquer et vous reconnaître à tout jamais !

Pour une action beaucoup plus rapide, le perchlorure doit être chauffé à 40°C environ - d'où l'intérêt du bain-marie ou de la plaque chauffante - plus froid et il faudra attendre plus que de raison la gravure complète de la plaque.

Nous ne pouvons pas parler gravure sans dire un mot de l'existence de machines spéciales qui font pousser le perchlorure sur la plaquette pour une action éclair, mais elles sont d'un prix de revient aussi élevé qu'elles peuvent être pratiques. Néanmoins la gravure dans une cuvette RÉGULIÈREMENT AGITÉE donne d'aussi bons résultats.

On plonge donc la plaquette dans la cuvette en surveillant constamment l'avancement de la dissolution du cuivre. Quand toutes les parties inutiles ont été détruites, on sort la plaquette du perchlorure pour la rincer abondamment. Il faut ensuite éliminer la résine avec un essuie-tout imbibé d'alcool à brûler.

La plaquette est prête à être percée soit avec une perceuse spéciale miniature ou avec une perceuse de bricolage ordinaire qui donne toutefois moins de précision. Le diamètre des trous est de 0,8 mm pour les composants et de 1 mm ou 1,5 mm pour les picots des potentiomètres, relais, transistors de puissance, régulateurs, etc.

5. LA FINITION

Après soudure des composants sur l'œuvre amoureusement réalisée, il reste quelques opérations à mener à bien qui, bien qu'étant d'apparence secondaires, ont pourtant une grande importance pour la pérennité du montage ainsi que pour sa présentation.

Il est ainsi nécessaire d'ôter les résidus de décapant de soudure avec une vieille brosse à dents (de préférence) et du trichloréthylène vendu dans toutes les grandes surfaces. Ceci étant fait, il ne vous reste plus qu'à passer une couche de vernis "spécial C.I." vert, rouge, incolore, bleu comme vous voudrez sur la superbe réalisation ainsi menée à bien.

Avouez quand même qu'il est terriblement excitant de réaliser soi-même ses circuits imprimés ! Quel sentiment de liberté ! Vous ne tarderez plus, dès lors, à concevoir vous-mêmes vos C.I. avec des pastilles et des bandes transfert que vous collerez sur une feuille blanche destinée à subir le même sort que précédemment. Mais ceci est une autre histoire...



Deux précisions s'imposent :

Primo, il y a eu deux articles sur la gravure des circuits imprimés dans ELEX (cf n° 18 page 49 (1-90) et n° 19 page 36 (2-90)).

Secundo, il est recommandé de faire usage d'une plaque de verre plutôt mince qu'épaisse. Per qué lé verre, il filtré les zoultra violettes, té !



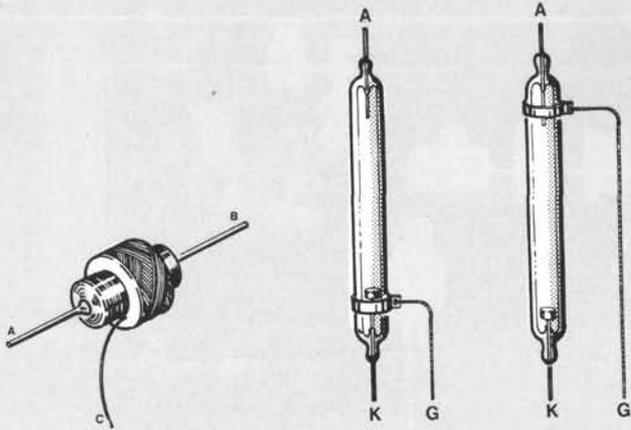


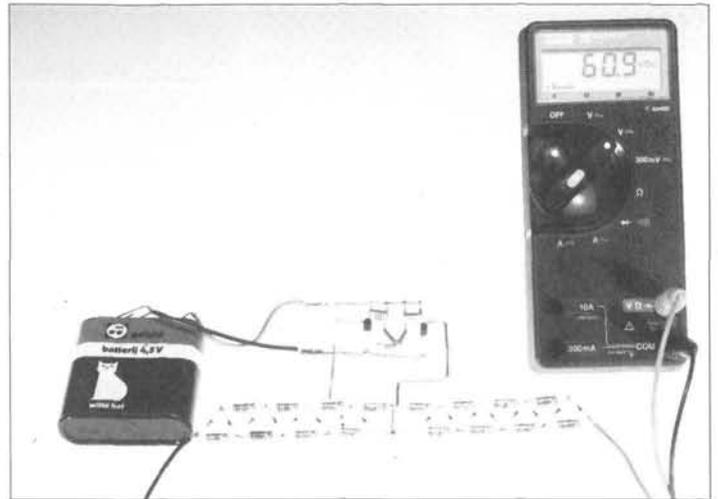
Figure 2 - Rien de tel qu'un dessin pour repérer les connexions du tube et du transformateur d'impulsions

la construction

Le courant qui les traverse alimente par R6 la gâchette du thyristor Th1. C'est au tour de Th1 de conduire, il décharge brutalement le condensateur C3 à travers le primaire du transformateur. La variation brutale d'intensité provoque au secondaire l'impulsion de plusieurs kilovolts nécessaire à l'amorçage du tube.

Sitôt le condensateur déchargé, les deux diacs et le thyristor se bloquent et le cycle recommence. Le temps de charge de C3, donc la fréquence des éclairs, est fonction de la capacité et de la valeur de R5 et P1. Les valeurs du schéma permettent de régler la fréquence entre 1,2 Hz et 7 Hz. Vous pouvez modifier la plage de fréquence en modifiant la valeur de C3 : une capacité plus petite sera plus vite chargée, et la fréquence plus élevée, ou inversement. Reportez-vous en tous cas à la formule de calcul de la capacité des condensateurs réservoirs, qui dépend de la fréquence des éclairs.

Comme il s'agit d'un circuit soumis à la tension du secteur, vous vous comporterez en électroniciens avertis et vous le câblerez sur une barrette à cosses à deux rangées. Les ponts de fil nécessaires seront réalisés en fil isolé. Les connexions du potentiomètre, comme le reste, sont soumises à la tension du secteur ; il faut donc impérativement utiliser un potentiomètre à axe en matière plastique. Si les sorties de votre transformateur d'impulsion ne correspondent pas à l'illustration de la figure 2, vous les reconnaîtrez à l'ohmmètre en sachant que le grand nombre de spires du secondaire lui donne une résistance importante. Une erreur de branchement n'a aucune conséquence sinon que le montage ne fonctionne pas. Il en va autrement pour le tube, qu'il faut impérativement raccorder suivant le schéma : l'électrode la plus large est toujours la cathode. Veillez à garder assez courtes les connexions du tube, sans quoi l'amorçage n'est plus garanti. 86614



cascades de redresseurs

Le redresseur en cascade de nos deux compères de la bande dessinée est un montage simple à construire qui permet d'obtenir une haute tension sans composant spécial (transformateur entre autres). Le montage est incapable de délivrer une intensité notable, ce qui n'est pas gênant pour notre expérimentation.

Le circuit fait appel à deux astuces pour hausser jusqu'à 70 V (à vide) la tension d'une simple pile de 4,5 V. La première astuce* est l'utilisation de deux cascades. Le schéma synoptique ci-dessous montre comment s'additionnent les deux tensions, dont l'une est positive, l'autre négative, par rapport à la masse commune. La source de tension alternative est un multivibrateur astable ordinaire, sauf quant à la

Figure 1 - Le schéma synoptique de notre générateur de haute tension. Ce sont deux multiplicateurs par 8 qui élèvent la tension du multivibrateur.

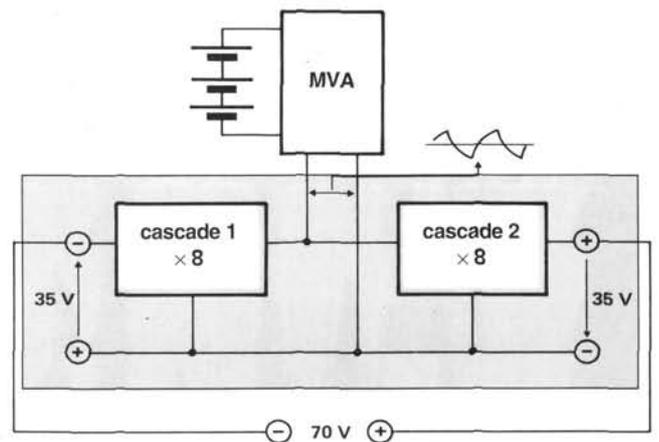
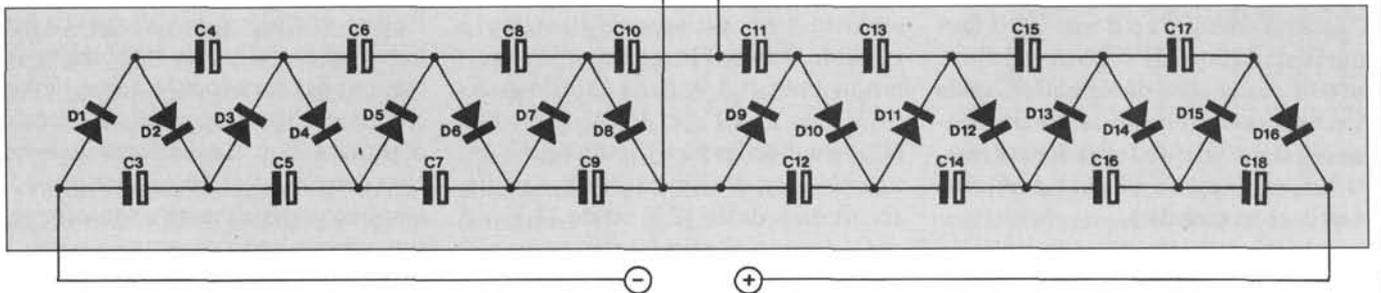
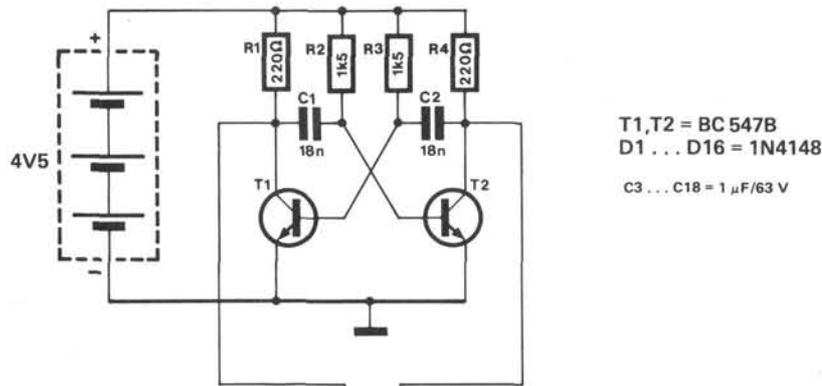


Figure 2 - Le redresseur en cascade est une cascade de condensateurs et de diodes. Il ne s'agit que de composants ordinaires et bon marché. La fréquence du multivibrateur se situe aux environs de 30 kHz avec les valeurs du schéma.



façon d'utiliser la tension de sortie : nous prélevons la tension entre les deux collecteurs au lieu de le faire comme d'habitude entre un collecteur et la masse. De ce fait, la tension disponible est deux fois plus importante, comme le montre la photo d'écran d'oscilloscope ci-contre. Dans la moitié supérieure, ce sont les tensions par rapport à la masse (les émetteurs) qui sont représentées. Les transistors fournissent une tension à tour de rôle. La tension entre les collecteurs correspond à la courbe du bas : c'est une vraie tension alternative. Il peut sembler bizarre qu'une pile délivre une tension alternative. Considérons le transistor « oscillographié » par la première courbe. Disons qu'il s'agit de T2. Les crêtes de tension de son collecteur sont positives, tant par rapport à la masse que par rapport au collecteur de T1, qui est au potentiel de la masse (deuxième courbe). Chaque fois que c'est au tour du collecteur de T1 de devenir positif, T2 conduit et le potentiel de son collecteur est nul. C'est donc le collecteur de T1 qui est positif par rapport à celui de T2. Ou, si vous

préférez, le collecteur de T2 est négatif par rapport à celui de T1. Les mesures de **tension**, ou différences de potentiel, sont toujours relatives ; l'amplitude et le signe dépendent du point de référence. La tension relevée entre les deux collecteurs, sans réfé-

rence à la masse, change de signe à chaque phase de conduction de l'un des transistors. Cette tension, tantôt positive tantôt négative, est une tension alternative. L'amplitude de la tension alternative disponible est de $2 \times 4 \text{ V}$ car il faut tenir compte des tensions de déchet des transistors. La double multiplication par 8 de cette tension double devrait nous donner une tension de sortie de 128 V. Malheureusement le redresseur en cascade n'a pas non plus un fonctionnement idéal. La tension de sortie est limitée à 50 ou 60% du maximum théorique, soit 70 V. Il est possible d'augmenter la tension d'entrée ; avec 12 V par exemple, on obtient une tension de sortie de 180 V. Il vaut mieux ne pas laisser traîner ses doigts sur le montage, car la peau est un mauvais isolant.

expériences **haute** sous tension

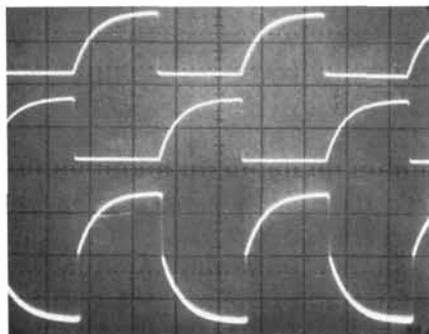


Figure 3 - Cette photographie d'écran d'oscilloscope montre d'une part la tension des collecteurs par rapport au pôle négatif (en haut), d'autre part la tension entre les deux collecteurs. Les hauteurs relatives des courbes rendent évident le doublement de la tension.

* Et la deuxième ?

Le multiplicateur de tension doit être réalisé en montage volant (n'utilisez pas de platine d'expérimentation, l'écart entre les pistes y est insuffisant !)

86632

Vous ne nous avez pas attendu pour rechercher les pannes de vos circuits et vous avez découvert qu'elles étaient souvent dues à des coupures ou à des ponts de soudure. Vous avez opéré avec un ohmmètre ordinaire et cela vous a très bien réussi. Vous avez pourtant constaté à cette occasion que lorsque vous louchiez vers le cadran de votre appareil de mesure, vos pointes de touche glissaient vers une broche voisine de celle que vous visiez. À part ça, votre multimètre à affichage numérique prenait son temps avant de formuler ses résultats, des secondes souvent longues qui laissaient échapper une liaison fautive à votre perspicacité. Sans parler de la tension d'examen, souvent si élevée que c'est finalement à travers les composants qu'elle est mesurée. Le circuit présenté ici est futé et déjoue tous ces pièges.

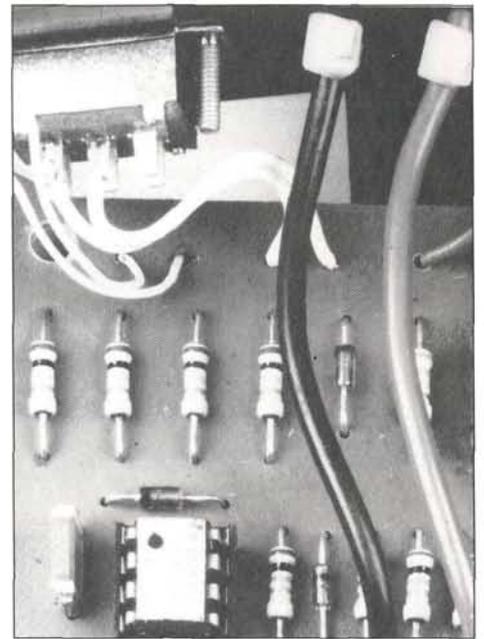
Tester les liaisons sur un circuit imprimé est une chose tellement banale qu'on finit par ne plus prêter attention aux problèmes que ça pose. Vous ne savez par exemple jamais précisément à quelle tension votre ohmmètre travaille et ne vous préoccupez pas plus que vos collègues du sens du courant de mesure. Et c'est ainsi que des circuits intégrés sont alimentés à l'envers et rendent l'âme simplement parce que des courants inverses trop élevés les ont traversés. Pour permettre un travail rapide et sûr, l'appareil de mesure doit réagir chaque fois immédiatement. Comme il est quelquefois difficile de savoir où la piste du circuit imprimé se perd, il ne reste souvent d'autre solution qu'une recherche au petit bonheur : vous touchez l'une ou l'autre broche d'un circuit intégré ou les pattes des composants avec la pointe de mesure, un œil sur celle-ci et l'autre suivant l'indication du multimètre, bon entraînement pour suivre les matchs de tennis, soit, mais ce n'est pas ici le but de la manoeuvre.

Toute votre attention doit rester attachée à la pointe de touche traquant les ponts et les coupures. Alors comment faire ? Travailler à l'oreille : c'est un résonateur piézo-électrique qui donnera les résultats, piaillant au moment précis où la résistance mesurée sera inférieure à 8 kΩ. C'est en tous cas le choix que nous avons fait pour ce circuit. La valeur de la résistance au dessous de laquelle le signal sonore doit

retentir est affaire de goût. Nous l'avons (judicieusement) choisie de 8 kΩ parce que cette valeur paraît la plus appropriée au contrôle des pistes des circuits logiques et qu'elle permet une mesure des plus fiables. Pour les circuits analogiques toutefois, la marge est plus grande et la résistance R4 peut être plus petite. Il va de soi que plus votre appareil sera sensible plus vous courrez le risque d'une fausse alerte.

le schéma

Vous aviez déjà porté vos regards vers la **figure 1** et noté les deux organes principaux du circuit, les amplificateurs opérationnels A1 et A2 contenus dans un seul boîtier, un TL272. Le premier amplificateur, A1 donc, est ici câblé en comparateur. L'amplificateur A2 fonctionne en oscillateur et commande le résonateur piézo-électrique (Bz1). Ces amplificateurs ne fonctionnent pas seuls, leur environnement est aussi important : vous remarquez d'abord une batterie de résistances en série (R1 à R6) qui forment un pont diviseur de tension. Vous commencez la traversée du pont, rencontrez R1,



un **t**esteur de
continuité
imaginatif

détecteur de coupures

R2, puis sortez vers A, point de rencontre avec le circuit à tester et sortie du signal de mesure. Si le signal ne rencontre, dans le circuit qu'il expertise, aucune coupure, il vous revient par le point B, à travers R3, directement à l'entrée inverseuse de A1 (broche 6). L'entrée inverseuse de A1, elle, est reliée au pont de résistances que nous avons quitté plus haut. Ceci fait que nous avons sur les entrées de A1 deux tensions dont le rapport est déterminé à chaque instant par les résultats de la mesure. Si par exemple vous rencontrez sur le circuit testé une coupure, la tension présente à l'entrée non-inverseuse de A1 sera supérieure à celle de l'entrée inverseuse, dans ce cas bien évidemment nulle. Et que trouve-t-on sur la broche 7 de l'amplificateur opérationnel, à sa sortie ? Le repos (9 V). Si toutefois le potentiel de la broche 6 passe au-dessus de celui de l'entrée non-inverseuse, la sortie change d'état. C'est le cas lorsque la résistance du trajet que suit le signal de mesure est inférieure à nos 8 kΩ. Le potentiel de la broche 6 s'élève au-dessus de celui de la broche 5 et la sortie passe à l'état bas. La diode D3 fait barrage et l'amplificateur A2, monté en

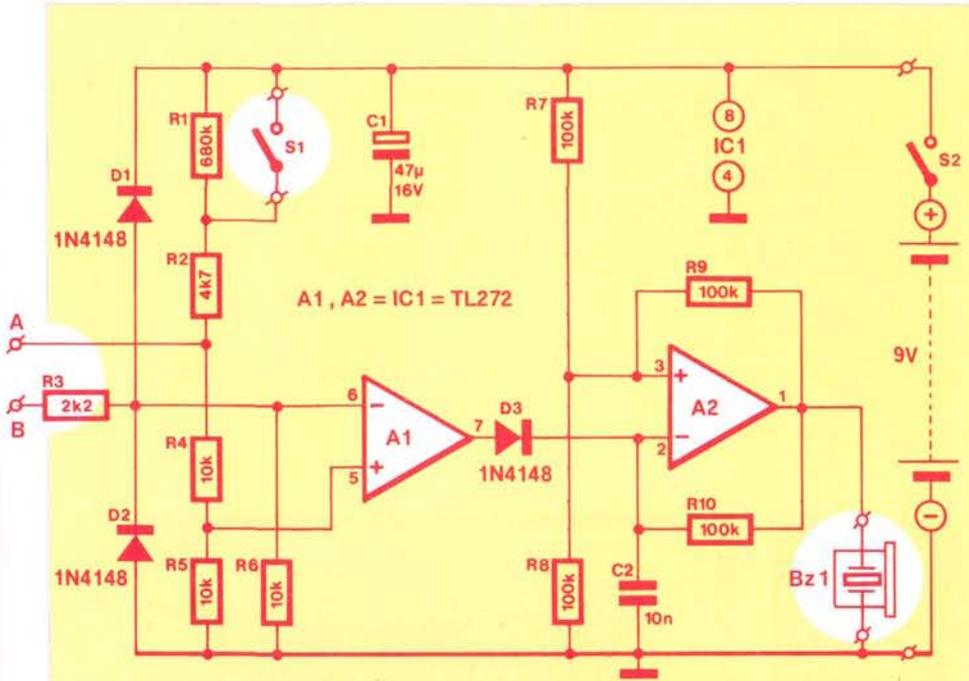


Figure 1 - Tout est là : vous remarquerez que par l'intermédiaire de S1 la tension de mesure peut prendre deux valeurs. Quand S1 est fermé même les diodes aux seuils les plus élevés ne feront pas obstacle à vos recherches.

oscillateur, se met en branle. Le buzzer commence à buzzer* pour signaler que vous n'avez pas rencontré de coupure. Il y a pourtant un hic, en principe tous les circuits à contrôler contiennent des transistors et des diodes. Vous voyez où nous voulons en venir... attendu que la tension de mesure, si l'interrupteur S1 est ouvert, est trop basse pour qu'une diode du circuit mesuré entre en conduction, la dite diode, bien injustement, sera détectée comme une coupure. Pour qu'une pareille injustice ne soit pas commise, nous devons élever la tension. Vous nous proposez donc de fermer S1, en quoi vous avez tout à fait raison. La résistance R1 ainsi court-circuitée permet d'élever non seulement la tension de mesure (de 250 mV à 7,2 V) mais aussi la tension de référence de l'entrée non-inverseuse de l'amplificateur A1. Nous voilà ainsi parés pour traverser même les diodes dont les tensions de seuil seront les plus élevées, certaines LEDs à haut rendement (*high efficiency*) par exemple, qui ne dérangeront ainsi plus la mesure. Les diodes D1 et D2, normalement bloquées, servent uniquement de protection si par extraordinaire (ça n'arrive jamais, bien sûr !) vous aviez commencé vos

mesures sur un circuit sous tension ! Votre détecteur de continuité n'en souffrira pas : les tensions éventuelles seront court-circuitées directement vers le plus ou la masse.

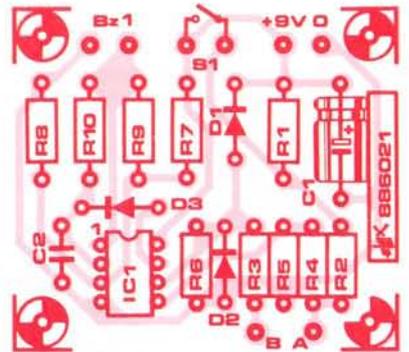
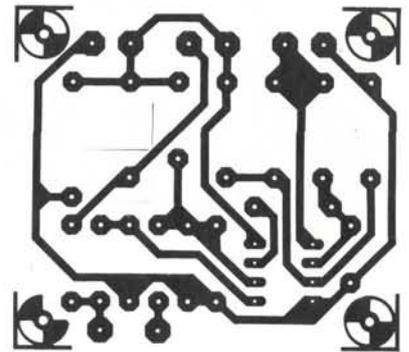
et un circuit imprimé ! Un !

Mis à part le buzzer et la pile, tous les composants tiennent sur le circuit imprimé dont nous vous proposons le dessin. Vous le graverez ou le ferez graver pour la bonne raison qu'il n'existe pas tout cuit dans le commerce. Une fois ce travail achevé, les composants soudés, vous n'oublierez pas de raccorder les deux points de touche aux points A et B, d'installer la pile et le vibreur, les deux interrupteurs : le tout tient dans une grosse boîte d'allumette* ou dans un coffret plus élégant (surtout si c'est pour offrir). Bon sang mais c'est bien sûr, vous l'avez déjà fabriqué et c'est pour tester le premier montage que vous avez réalisé celui-ci : la pile est-elle bonne et bien connectée ? (1 - vérifier l'alimentation) ; les composants polarisés sont-ils montés à l'endroit (2 - les polarités) ; examen visuel des soudures (voilà pour le 3) ; et 4 partir à la recherche des coupures et des ponts de soudures.

886021

(*) Les busards grincheux (ils ne lisent pas Elex, tant pis pour eux) trouveront ces bruits, en marge des dictionnaires, abusifs ou bizarres.

(**) Nous marquons par l'absence de (s) que la dernière a péri dans les flammes.



liste des composants

- R1 = 680 kΩ
- R2 = 4,7 kΩ
- R3 = 2,2 kΩ
- R4 à R6 = 10 kΩ
- R7 à R10 = 100 kΩ

- C1 = 47 µF/16 V
- C2 = 10 nF

- D1 à D3 = 1N4148
- IC1 = TL272

- S1, S2 = inter. unipolaires
- Bz1 = résonateur piézo-électrique

circuit imprimé

