

électronique

n°49

novembre 1992

23 F/168 FB/7,80 FS

mensuel

# elekt

explorez l'électronique

encore plus  
de dessins  
de circuits  
imprimés !



## tempo pour le dégivrage décade de résistances

M 2510 - 49 - 23.00 F



## SOMMAIRE ELEX N°49

59 ♦ petites annonces gratuites

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

4 ♦ Rési & Transi : bande dessinée

28 ♦ EUROCONTROL

les contrôleurs aériens

## R.É.A.L.I.S.A.T.I.O.N.S

6 ♦ un piège à souris

10 ♦ une girouette

15 ♦ une boîte à décades de résistances

20 ♦ une temporisation pour le dégivrage

24 ♦ un éclairage automatique pour le garage

32 ♦ un tableau de présence

35 ♦ une interface universelle  
pour commander le secteur

38 ♦ un commutateur pour 8 relais

42 ♦ un compte-tours pour l'auto ou la moto

45 ♦ un temporisateur de plafonnier  
pour l'auto ou la camionnette

48 ♦ un indicateur de gel

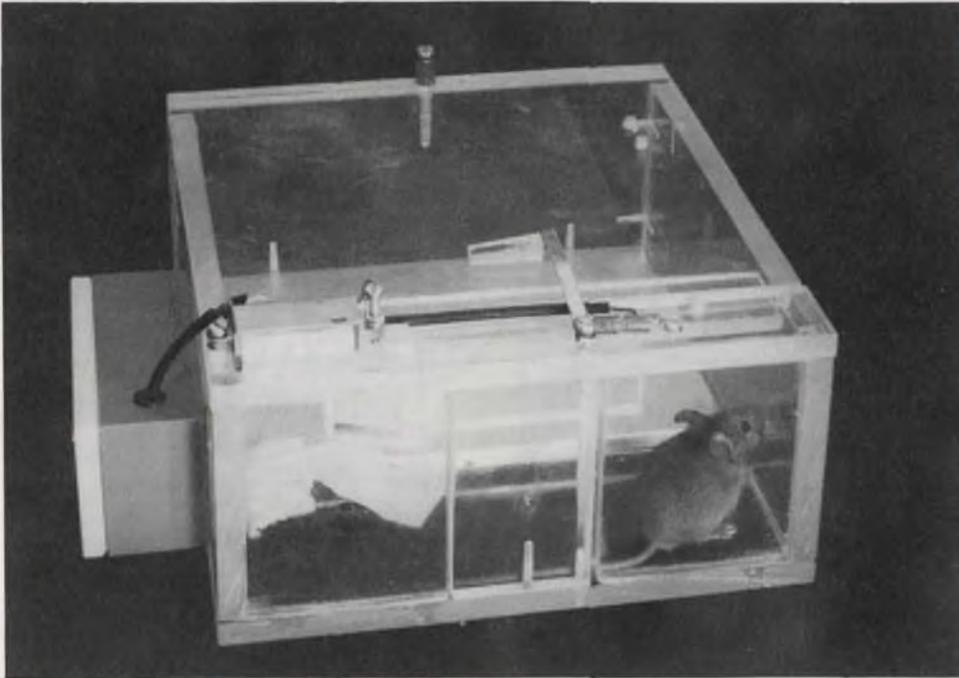
52 ♦ un préampli phono pour api

avec une dizaine  
de dessins de  
circuits imprimés

# piège à souris

## la Madrague

ou piège "convivial\*" comme on dit maintenant à propos de tout et même à propos de rien.



\*En ces temps où même le formulaire de déclaration du chiffre d'affaires soumis à la taxe sur la valeur ajoutée se veut convivial, le mot est tout à fait incontournable.

le jardin du voisin par exemple. L'inconvénient de ce piège est que moins il attrape de souris, plus la mécanique a tendance à se gripper, plus la mécanique a tendance à se gripper, moins il attrape de souris. Un soupçon d'électronique et un chouia de bricolage mécanique peuvent apporter un changement appréciable au système.

### le schéma

Le schéma de toute l'électronique nécessaire est représenté en figure 1. Il se compose de trois parties. Le détecteur de souris est un résonateur piézo PB2720 de Toko. Halte-là ! un résonateur comme détecteur ? Rassurez-vous, ce n'est pas une erreur. Comme chacun le sait, ces résonateurs contiennent un cristal piézo-électrique qui se déforme lorsqu'il est soumis à une tension électrique. Cette propriété lui permet de transformer en son des tensions alternatives d'une fréquence de 3 kHz environ. Ce qui est moins connu, maintenant que les Teppaz ont été remplacés par les lecteurs à laser, c'est la propriété inverse : un cristal piézo-électrique sur lequel s'exerce une force mécanique produit une tension électrique, un peu comme un moteur électrique peut se comporter en dynamo. Les premiers électrophones exploitaient

Les souris sont des animaux exemplaires : elles sont strictement végétariennes, elles ne font pas la guerre, fût-ce au nom de la purification ethnique, elles ne propagent ni maladies affreuses ni idéologies fascistes (ou alors, ça se saurait). Il n'y a donc aucune raison d'en avoir peur ou d'éprouver de l'aversion pour elles. Et pourtant ! Il faut que les souris sachent où est leur place : dehors, dans la nature. Elles n'ont rien à faire dans une cave ou une maison. Il convient de capturer les contrevenantes, de les sermonner gentiment, et de les ramener à l'extérieur. L'exception raciste couramment admise pour les souris blanches ne leur fait pas la vie belle, car elles sont trop nourries et restent enfermées jusqu'à leur mort.

Un peu de sérieux. Les souris peuvent causer des dégâts dans une maison, surtout les grises, beaucoup moins les mulots et les campagnols. Nous disposons depuis longtemps de diffé-

rents moyens pour lutter contre ces nuisances. Le poison est déconseillé pour plusieurs raisons ; d'abord il est inutile de donner une mort affreuse à ces bestioles, ensuite les poisons sont extrêmement nocifs pour l'environnement, pour les oiseaux en particulier ; enfin, il y a toujours un risque qu'un enfant en absorbe. Les chats sont réputés comme des chasseurs de souris, mais c'est surtout vrai dans les dessins animés. Un chat domestique n'a pas assez faim pour attraper des souris, il n'a pas assez envie de jouer non plus. Quand il arrive qu'il attrape une souris, il laisse en général des traces peu agréables sur les lieux de ses exploits.

Il ne reste guère que le bon vieux piège. Nous parlons de la petite cage où la souris est attirée par un morceau de fromage ; son poids referme la cage et elle peut faire un sort au fromage sans être dérangée. Il faudra ensuite la main de l'homme pour rouvrir la cage et relâcher la souris à l'extérieur, dans

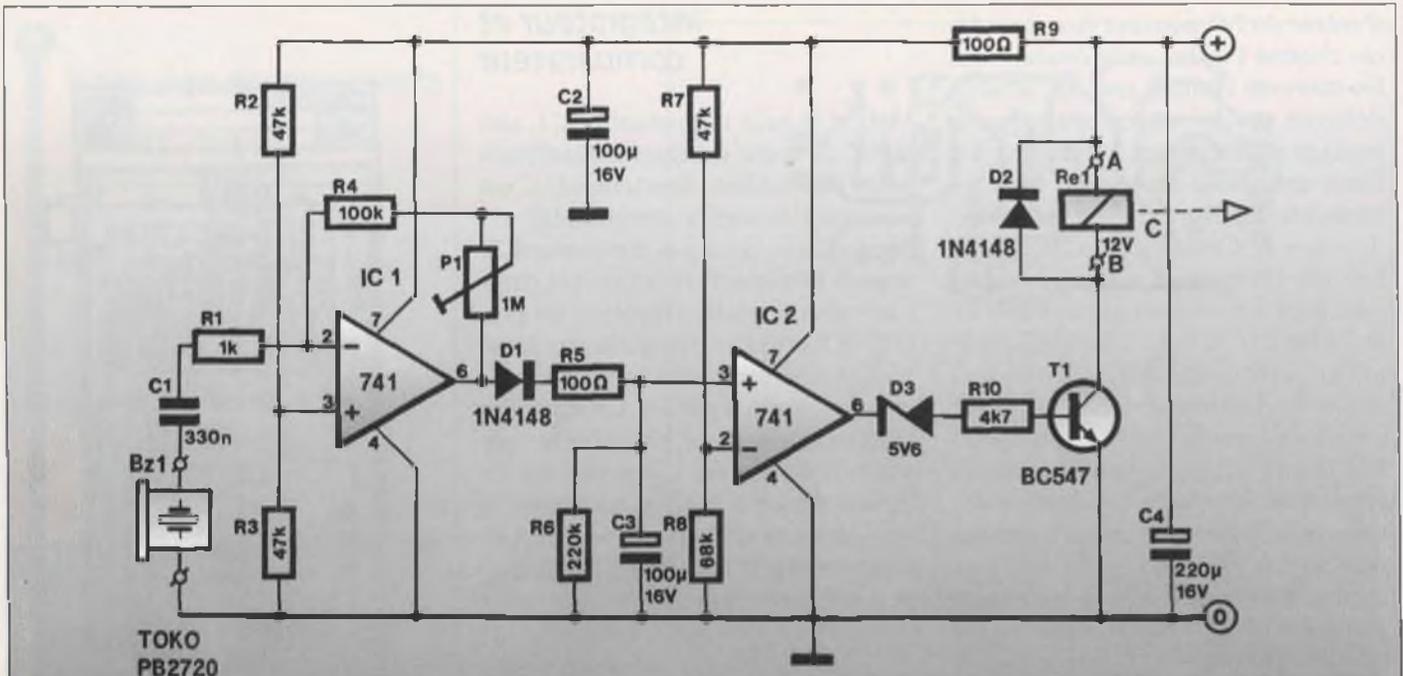


Figure 1 – La partie électronique du piège comporte un amplificateur inverseur (IC1) suivi par un Intégrateur (D1/R5/R6/C3) et un comparateur (IC2). Le relais est détourné de sa fonction initiale: c'est seulement le mouvement de la palette mobile qui est utilisé.

ce principe : l'aiguille (puis le saphir) déformait un cristal qui produisait une tension proportionnelle à l'amplitude du déplacement. Il est vrai que tout cela ne pouvait pas se passer sans frottement et usure, tant du disque que du saphir.

Le capteur du piège à souris fonctionne suivant le même principe, bien que les forces mises en jeu soient plus importantes. Ici le résonateur ne se comporte pas comme un microphone, mais comme une *jauge de contrainte*. La moindre force exercée par la souris en bouloissant son fromage provoque l'apparition d'une tension aux

bornes du résonateur. Cette tension très faible est amplifiée par l'amplificateur opérationnel IC1, dont le gain est réglable entre 100 et 1000.

### amplificateur inverseur

Un petit rappel du fonctionnement du montage inverseur de l'amplificateur opérationnel nous rafraîchira la mémoire. Le schéma de la figure 2 reproduit celui du premier étage de la figure 1, à quelques simplifications près. Le cercle de gauche symbolise la source de la tension alternative ( $U_E$ ) appliquée à l'entrée inverseuse de

l'amplificateur, cependant que l'entrée non-inverseuse est raccordée à la masse. La caractéristique la plus importante dans ce montage est la résistance d'entrée de l'amplificateur,  $R_i$ , qu'on peut s'imaginer comme connectée entre les deux entrées. Un amplificateur idéal présente une résistance infinie ; un brave amplificateur bipolaire comme le 741 a une résistance d'entrée de quelques mégohms, un amplificateur à étages d'entrée à FET (transistors à effet de champ) comme le 3140, de quelques TΩ (téraohms ou millions de mégohms). Les quelques mégohms de résistance

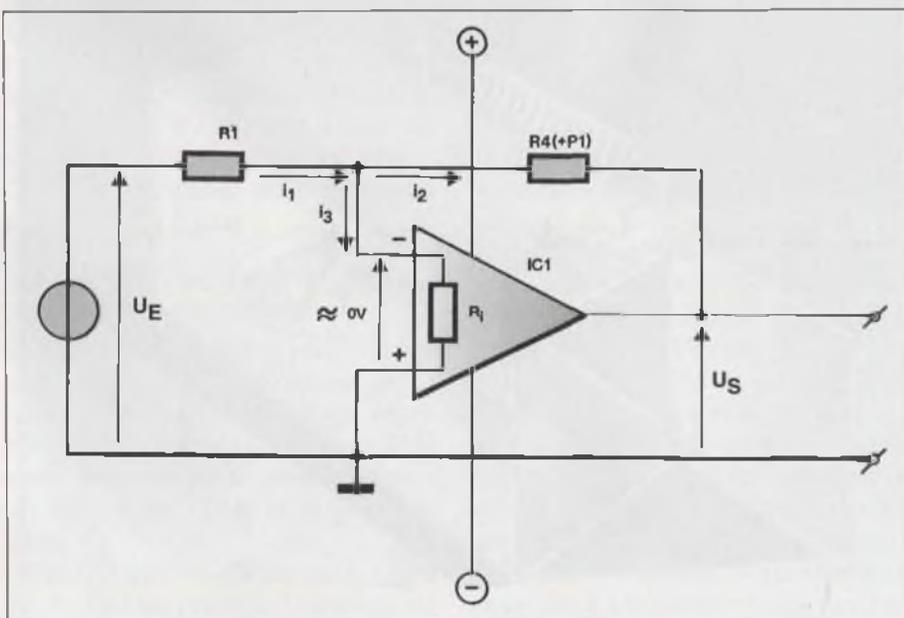


Figure 2 – Les courants et les tensions dans un amplificateur opérationnel monté en inverseur.

d'entrée du 741 peuvent être considérés comme l'infini, et le courant qui les traverse comme nul. La tension délivrée par la source provoque le passage d'un courant  $I_1$  à travers R1. Dans un noeud de circuit, tous les courants qui entrent doivent sortir :  $I_1 = I_2 + I_3$ . Comme le courant dans l'entrée inverseuse est négligeable, c'est le même courant qui traverse R1 et R4 (et P1) :  $I_1 = I_2$ . L'amplificateur fait en sorte que la différence de tension entre les deux entrées soit nulle, c'est-à-dire que le potentiel du noeud R1/R4 soit celui de la masse. Dans ces conditions, la tension de la sortie sera telle que le courant dans les résistances R1 et R4 provoque dans R1 une chute de tension égale à la tension d'entrée. Si la tension d'entrée est positive (ce qui se produit la moitié du temps pour un signal alternatif) la tension de sortie sera négative pour que le courant puisse circuler. L'entrée inverseuse est une **masse virtuelle** : bien qu'elle ne soit pas connectée à la masse, son potentiel est toujours nul.

Le gain de l'amplificateur est le rapport entre la tension d'entrée et la tension de sortie :  $A = -U_s/U_e$ . Ces deux tensions sont connues par la loi d'Ohm, donc :  $A = -I_1 R_4 / I_2 R_1$ . Comme les deux courants sont égaux par définition, le gain est déterminé par le rapport des résistances :  $A = -R_4/R_1$ . Supposons que la tension d'entrée soit de 0,01 V, que  $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$  et  $R_4 100 \text{ k}\Omega$ . Le gain est alors de -100 et la tension de sortie  $U_s$  de 1 V.

Pour réaliser cela en pratique, il faut utiliser une alimentation symétrique, positive et négative. Si nous revenons à la figure 1, nous constatons que l'alimentation est simple. Pour que l'amplificateur fonctionne, il suffit de décaler la tension de sortie de 6 V, ce que nous réalisons en portant le potentiel de l'entrée non-inverseuse à la moitié de la tension d'alimentation, par le pont diviseur R2/R3. Lorsque la tension d'entrée est nulle, la tension de sortie est maintenant de 6 V ; aux alternances positives correspondent des tensions inférieures à 6 V, aux alternances négatives des tensions supérieures à 6 V. Le schéma de la figure 1 montre que le décalage de tension en entrée est « encaissé » par le condensateur C1 intercalé entre le résonateur piézo et la résistance d'entrée R1.

## Intégrateur et comparateur

Malgré le gain important d'IC1, son signal de sortie est encore insuffisant pour être utilisé directement. C'est pourquoi il sert à commander un comparateur, mais pas directement. Si nous le faisons, le montage réagirait à n'importe quelle vibration un peu forte et il serait trop sensible aux parasites. La solution réside dans l'intégrateur constitué par D1, C3, R5 et R6. Le fonctionnement est simple : au repos, la tension sur C3 est de 5,4 V (la tension de sortie d'IC1 diminuée de la tension de seuil de la diode D1). Les alternances positives du signal de sortie d'IC1 (celles qui dépassent les 6 V) chargent C3 à travers D1 et R5. Comme la diode bloque les alternances négatives du signal, le condensateur ne peut pas se décharger à travers R5 ; il le fait à travers R6, mais très lentement.

Aussitôt que la tension aux bornes de C3 atteint la tension de référence fixée par R7 et R8, la sortie du comparateur IC2 bascule, c'est-à-dire passe à l'état haut. Un comparateur n'est autre qu'un amplificateur opérationnel en boucle ouverte, sans boucle de contre-réaction. Quand la tension sur l'entrée non-inverseuse dépasse celle de l'entrée inverseuse, le gain énorme de l'amplificateur en boucle ouverte fait que la sortie prend immédiatement la valeur de la tension d'alimentation. C'est le contraire qui se passe quand la tension de l'entrée non-inverseuse

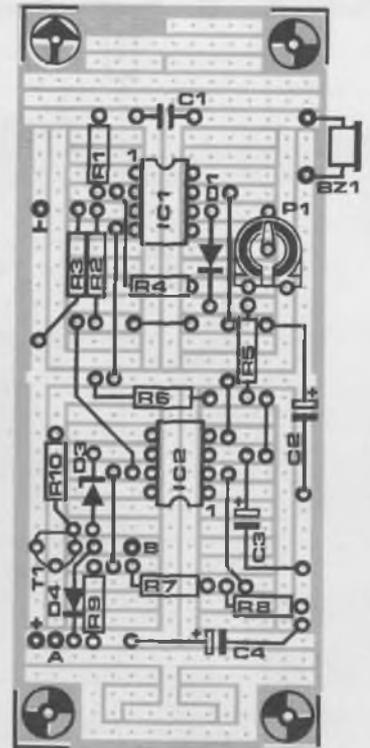
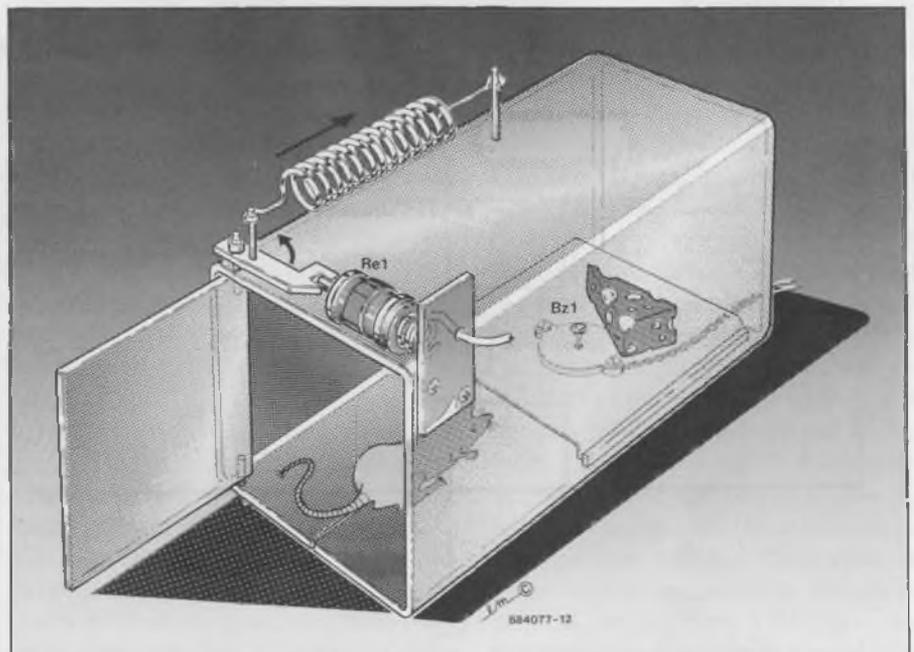


Figure 3 - Le circuit fonctionnera sans problème s'il est monté suivant le dessin ci-dessus. Il y a un piège pour le câbleur aussi : il faut utiliser du fil isolé pour réaliser certains des ponts, sous peine de court-circuit.

Figure 4 - Quand le chef du bureau de dessin veut montrer à sa piétaille pourquoi il est chef, il laisse tomber son téléphone et ses plannings, se remet à la planche, et voilà.



## liste des composants

R1 = 1 k $\Omega$   
 R2, R3, R7 = 47 k $\Omega$   
 R4 = 100 k $\Omega$   
 R5, R9 = 100  $\Omega$   
 R6 = 220 k $\Omega$   
 R8 = 68 k $\Omega$   
 R10 = 4,7 k $\Omega$   
 P1 = 1 M $\Omega$  variable

C1 = 330 nF  
 C2, C3 = 100  $\mu$ F/16 V  
 C4 = 220  $\mu$ F/16 V

D1, D2 = 1N4148  
 D3 = zener 5,6 V/400 mW  
 T1 = BC547  
 IC1, IC2 = 741

Bz1 = résonateur piézo PB2720 Toko  
 Re1 = relais à bobine 12 V (voir texte)

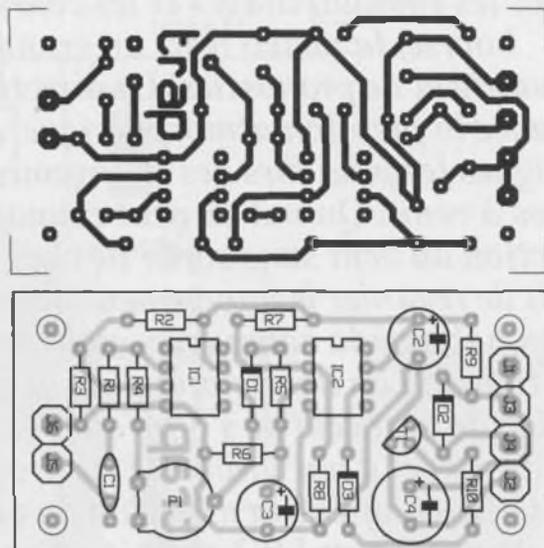


Figure 5 - Le circuit imprimé que vous pourrez graver si le perchlore ne vous rebute pas trop. Il ne comporte ni pont ni piège pour le câbleur.

passer au-dessus de celle de l'entrée inverseuse.

La tension de sortie élevée met le transistor T1 en conduction à travers la diode D3 et la résistance R10. Un courant peut alors circuler à travers la bobine du relais Re1. Le relais peut être aussi un électro-aimant récupéré dans une gâche électrique. Il n'est pas utilisé pour opérer une commutation électrique, mais sert d'interface entre l'électronique et la mécanique.

### la construction

La figure 3 montre comment installer les composants sur une platine d'expérimentation de format 1. Si vous veillez à monter un pont en fil isolé entre R2 et R4, tout se passera bien. Comme d'habitude, évitez les pâtés de soudure entre les pistes. C'est valable aussi pour le circuit imprimé de la figure 5.

### la mécanique

La figure 4 représente le piège vu par un artiste du bureau de dessin. Vous voyez comment le relais au repos maintient un ergot relié à l'axe de la porte. Aussitôt que le relais est actionné, l'ergot est libéré et la porte se ferme.

La photo montre l'exécution réelle qu'ont faite du projet les bricoleurs du laboratoire. Rassurez-vous, Madame

Bardot, la souris a été relâchée après la photo, sans que nous lui ayons fait subir le sort de l'âne de votre voisin (il est vrai que c'est tout petit et difficile à trouver). Le montage du résonateur-capteur demande un peu de soin. Il faudra coller, avec une colle à deux composants, une vis à métaux de 2 mm sur le cristal, visible par le trou central. Vous fixerez sur cette vis le couvercle d'un pot en verre, qui servira de « plateau » pour l'appât. Dès que la souris voudra atteindre le morceau de fromage, il faudra qu'elle pose ses papattes sur le plateau. La force exercée suffira à produire une tension aux bornes du cristal et à provoquer la fermeture de la porte.

### améliorations

La construction du piège dépend des matériaux disponibles et de votre adresse. Vous remarquerez rapidement un détail : la souris, une fois prise au piège, n'attend pas tranquillement que vous veniez la relâcher. Elle s'agite dans tous les sens (que feriez-vous à sa place ?), ce qui fait que l'électronique est activée en permanence. Cela ne permet pas pour autant à la souris de s'échapper, mais cela excite le relais sans cesse, et cela consomme de l'énergie inutilement. Dans ces conditions, il ne faut pas imaginer d'alimenter le piège par des piles, mais faire appel à un bloc sec-

teur de 12 V. À moins d'adopter une solution plus rationnelle et plus simple : monter en série dans l'alimentation un interrupteur qui sera commandé par la fermeture de la porte. Le circuit électronique sera alimenté par le contact repos, et sera hors tension une fois la porte fermée. Nul besoin en effet de maintenir le piège sous tension s'il est déjà occupé. Il suffira alors de trois piles plates de 4,5 V en série pour l'alimenter, car la consommation au repos est négligeable. N'ayez aucune crainte pour la bobine du relais, une bobine dont la tension nominale est de 12 V supporte sans broncher une tension de service de 16, voire 18 V. Si la bobine est prévue pour 6 V, elle supportera sans problème les 9 V de deux piles en série ; quant à l'électronique, il suffira de remplacer la diode zener de 5,6 V par une autre de 4,7 V.

886109

*Avec les embouteillages et les cours de la bourse, la météo reste un grand sujet d'actualité et de pronostics. La direction du vent, avec la pression atmosphérique, est un des signes les plus sûrs des changements de temps à venir. Quand on veut connaître la direction du vent sans sortir de chez soi, il suffit de regarder le mouvement des arbres quand on habite à la campagne, ou la manche à air quand on habite près d'un aéroport. Quand rien de tout cela ne s'offre au regard, on peut faire appel à une girouette électronique. Celle-ci affiche la direction du vent en allumant une LED parmi 8, disposées, naturellement, sur une rose des vents.*



# girouette

Une girouette, c'est très bien, mais que vient faire ici ce Monsieur Gray ? Il n'a rien à voir avec la direction du vent, mais il a mis au point un code qui porte son nom, celui que nous utilisons dans ce montage pour transmettre à distance les indications du capteur.

## système de numération

Dans la vie courante, on utilise presque exclusivement le système décimal, composé des chiffres de 0 à 9. Il existe d'autres systèmes que le système décimal, que nous utilisons à notre insu, dans les ordinateurs par exemple. Parmi les plus utilisés, il faut citer le système octal (à base 8), le système hexadécimal (à base 16) et le système binaire (à base 2). Dans les appareils électroniques, dont les ordinateurs font partie, tout se ramène en fait au système binaire : les nombres sont représentés par des 0 ou des 1, car les circuits ne connaissent que deux états, présence ou absence de tension, présence ou absence de courant. Le système octal et le système hexadécimal ne sont que des représentations plus lisibles de nombres binaires. Les ordinateurs calculent en binaire, mais affichent leurs résultats en décimal ou en hexadécimal, ou dans tout autre système ; cela exige des conversions mais la lecture est grandement facilitée. Par exemple, voyons les représentations du nombre décimal 13 :

hexadécimal : D ;  
octal : 15 ; binaire : 1101.

La girouette utilise le système binaire, constitué de 0 et de 1 qui permettent de constituer n'importe quel nombre. Reprenons l'exemple précédent pour voir comment le nombre binaire peut être converti en nombre décimal. Le nombre décimal 13 s'écrit 1101 en binaire. Dans le système décimal, la valeur d'un chiffre est déterminée par sa position dans le nombre. Si le nombre binaire de notre exemple était un nombre décimal, le 1 de gauche représenterait un millier, le deuxième une centaine, et ainsi de suite, dizaines, unités. Dans le système binaire aussi, la valeur du chiffre dépend de sa position dans le nombre ; la différence tient dans le multiplicateur : c'est une puissance de 10 (la base) dans le système décimal, c'est une puissance de 2 dans le système binaire. Notre exemple s'évalue comme suit :

$$1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 13$$

Dans le système binaire, on ne parle pas de chiffres, mais de bits (contraction de Binary digIT, en anglais chiffre binaire). Le nombre de notre exemple est un nombre binaire à 4 bits. Avec ses 16 combinaisons possibles ( $2^4$ ), il permet de représenter un nombre compris entre 0 et 15. Dans la pratique, et surtout dans les ordinateurs, ce nombre de combinaisons est

souvent insuffisant, si bien qu'on travaille avec des codes de 8, 16, voire 32 bits (un nombre à 8 bits s'appelle un octet, un nombre à 4 bits un quartet).

Voilà pour quelques systèmes de numération, mais qu'en est-il, enfin de ce M. Gray ? Le code Gray est une sorte de code binaire, mais avec une grande différence. Le tableau qui suit, avec les nombres binaires de 0 à 8 et leur équivalent en code Gray, montre nettement les différences :

décimal	binaire	Gray
0	000	000
1	001	001
2	010	011
3	011	010
4	100	110
5	101	111
6	110	101
7	111	100

Comptez le nombre de bits qui changent de valeur d'une ligne à l'autre dans le code binaire : quelquefois 1, d'autres 2, parfois les trois. Il en va tout autrement dans le code Gray : pour passer d'une valeur à la suivante, un seul bit passe de 0 à 1 ou de 1 à 0. L'avantage du code Gray sur le code binaire « ordinaire » est qu'il n'y a pas de transition critique. Supposons que le vent qui soufflait du nord-ouest passe à l'ouest, il n'y a pas de risque de voir pendant la transition une indication fautive comme nord ou sud-est par exemple, alors que ce

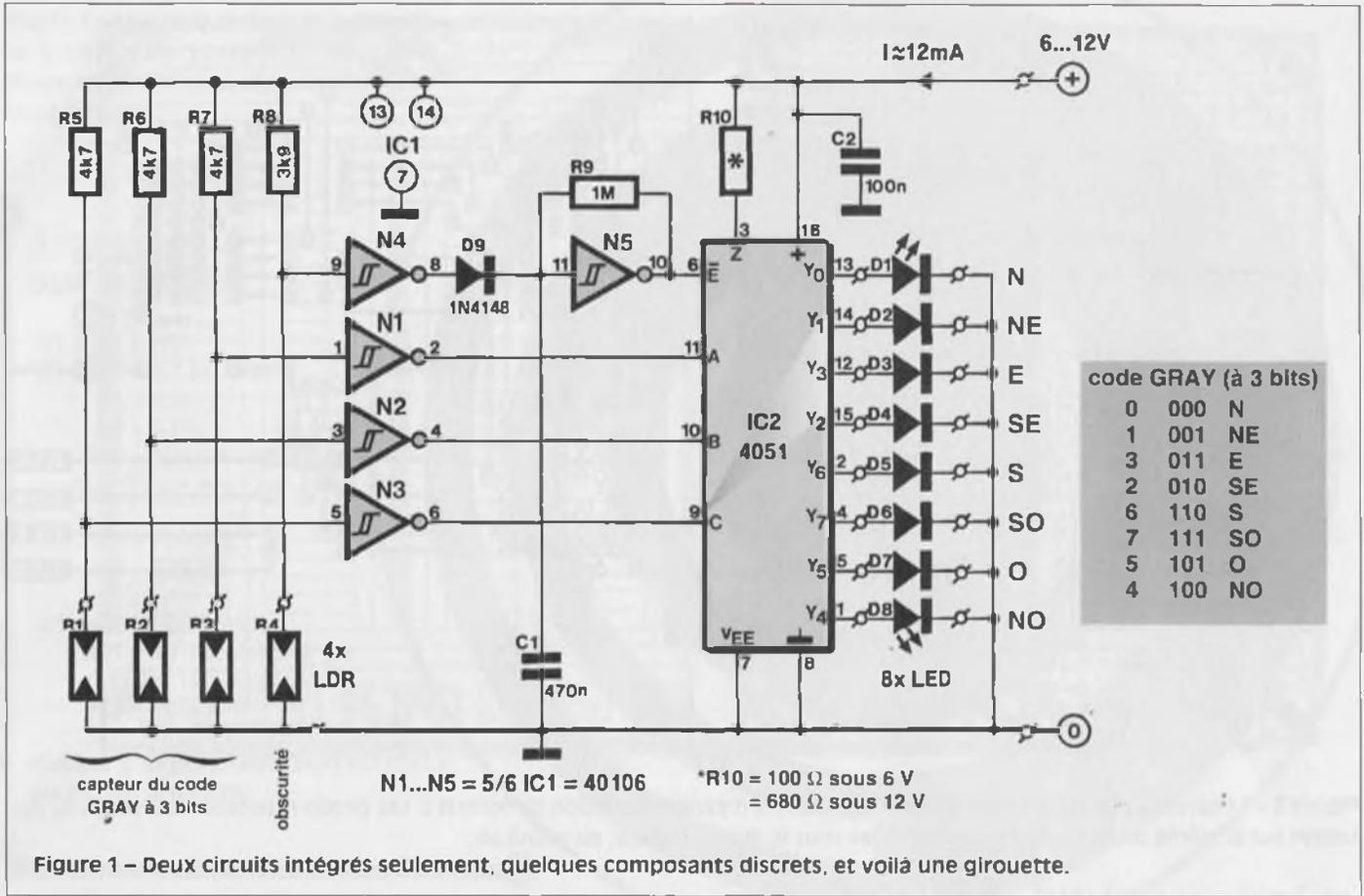


Figure 1 - Deux circuits intégrés seulement, quelques composants discrets, et voilà une girouette.

risque existe avec le code binaire, comme vous pouvez le voir en examinant les codes des nombres 1 et 3.

### le principe

Tout appareil de mesure se compose d'un capteur et d'un affichage. Le capteur de la girouette est un disque opaque avec des secteurs transparents. Les secteurs sont disposés sur trois couronnes puisque trois bits suffisent. Le disque est monté sur un roulement qui lui permet une rotation sans entrave et le prélèvement des

informations se fait par un procédé optique, sans frottement, et donc sans frein à la rotation.

L'affichage se fait par des LED, après transmission du code et décodage. La transmission se fait par quatre fils en théorie : trois bits et un commun ; par cinq en pratique : un capteur supplémentaire confirme la validité du code transmis par les trois autres. Le tout est organisé comme le montre le schéma de la figure 1.

Les capteurs sont des photo-résistances R1 à R4 (LDR pour *Light Dependent Resistor*) montées chacune

dans un pont diviseur, avec les résistances R5 à R8. Les LDR R1 à R4 sont soumises à la lumière du jour à travers le disque codeur lié à la girouette. C'est la direction du vent qui détermine quelles LDR sont éclairées et lesquelles sont couvertes. Les LDR éclairées font passer à une valeur proche de zéro la tension des ponts diviseurs correspondants. Supposons que le vent souffle du nord-est : R2 et R3 sont masquées par le disque, alors que R1 est exposée à la lumière. La sortie de l'inverseur à trigger de Schmitt N3 passe à l'état haut, alors

# MAGNETIC-FRANCE

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

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

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

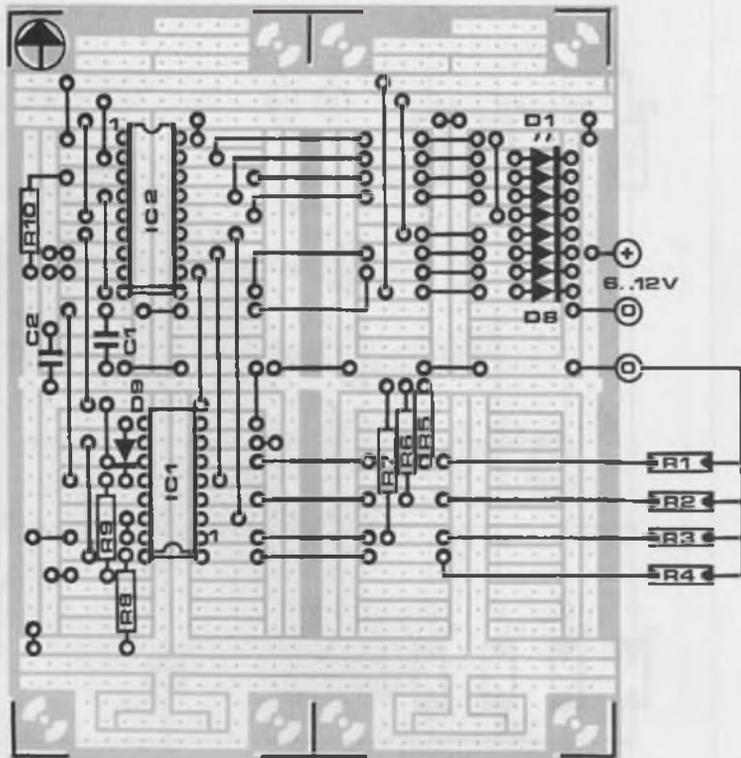
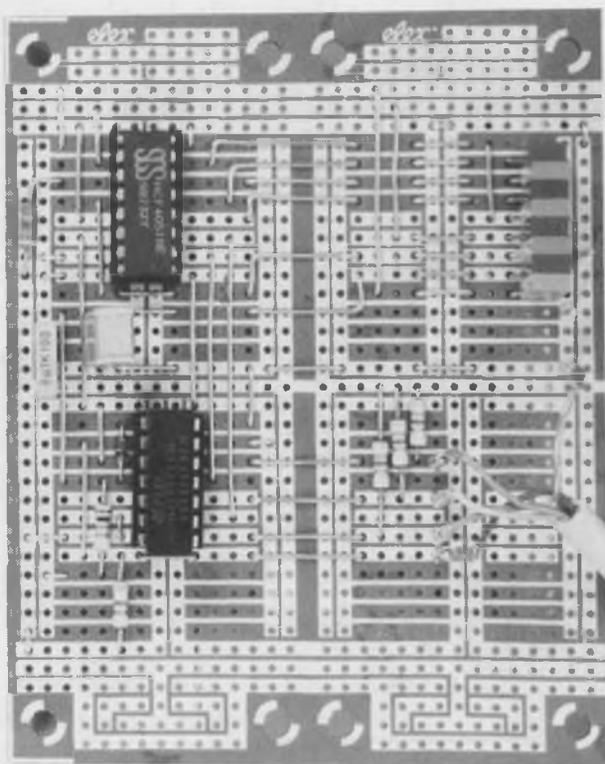


Figure 2 – L'implantation des composants sur une platine d'expérimentation de format 2. Les photo-résistances ne sont pas installées sur la même platine ; elles sont disposées sous le disque codeur, au grand air.

que les inverseurs N1 et N2 restent à l'état bas. Les entrées A, B et C (broches 11, 10 et 9) du décodeur IC2 voient maintenant le code 001. Le circuit intégré IC2 est un multiplexeur-démultiplexeur qui ferme le circuit entre sa broche Z (3) et celle des sorties Y qui est désignée par l'adresse (le code) présente en ABC. Le circuit est donc fermé entre la résistance R10 et la LED D2 (Y1, broche 14). Cette LED s'allume pour indiquer que le vent souffle du nord-ouest. Pour tout autre code présenté aux entrées A, B et C, le circuit intégré commute la résistance vers la LED correspondante, conformément au tableau à droite du schéma.

Comme le circuit utilise des capteurs photo-électriques pour éviter les frottements, il ne peut fonctionner que si la lumière ambiante est suffisante. Pour indiquer si la mesure est fiable, nous avons ajouté une quatrième LDR (R4 de la figure 1). Elle mesure en permanence l'intensité lumineuse et donne un signal si elle est insuffisante. Dans ce cas, la tension du diviseur R4/R8 passe au-dessus du seuil de basculement de l'inverseur N4. L'oscillateur construit autour de N5 commence à osciller à une fréquence de 2 Hz environ ; comme sa sortie commande l'entrée de validation

d'IC2, la LED en service à ce moment-là clignote au même rythme. Si la LED est clignotante, l'utilisateur sait que l'éclairage est insuffisant pour assurer un fonctionnement fiable des capteurs, donc de la girouette. Vous aurez noté que la valeur de R8 est inférieure à celle de R5, R6 et R7. Cela signifie que la LDR R4 demande plus de lumière que les trois autres pour faire passer la tension du diviseur en-dessous du seuil de commutation de l'inverseur. Autrement dit, si l'éclairage

est suffisant pour R4, il le sera *a fortiori* pour les autres capteurs.

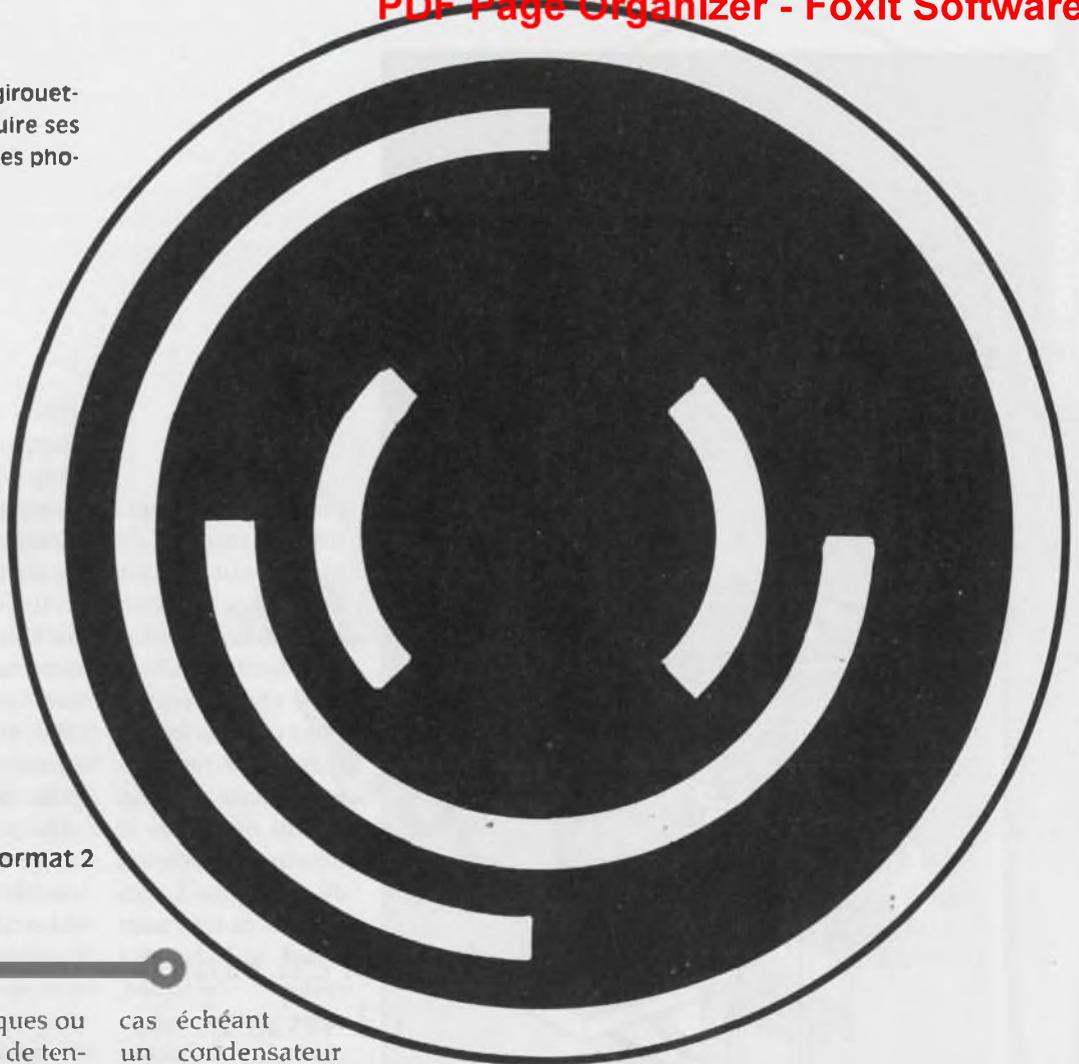
### L'alimentation

La consommation est minime : elle ne dépasse pas 10 à 20 mA, la consommation de la LED, grâce aux circuits intégrés CMOS. Une simple pile de 9 V convient, de même qu'un accumulateur de 6 V ou de 12 V. Le montage est indifférent à la valeur précise de l'alimentation puisque tout se



BRAYO FISTON ! AVEC CA AU MOINS TA GRAND-MERE SAURA DANS QUELLE DIRECTION ALLER CHERCHER SON LINGE !

Figure 3 - Le disque codeur de la girouette. Il n'est guère possible de réduire ses dimensions, du fait du diamètre des photo-résistances.



**liste des composants**

- R1 à R4 = LDR
- R5 à R7 = 4,7 kΩ
- R8 = 3,9kΩ
- R9 = 1 MΩ
- R10 = 100 Ω sous 6 V  
ou 680 Ω sous 12 V

- C1 = 470 nF
- C2 = 100 nF

- D1 à D8 = LED 5 mm
- IC1 = 40106 ou 4584  
ou 74C14
- IC2 = 4051

platine d'expérimentation format 2  
ou circuit imprimé

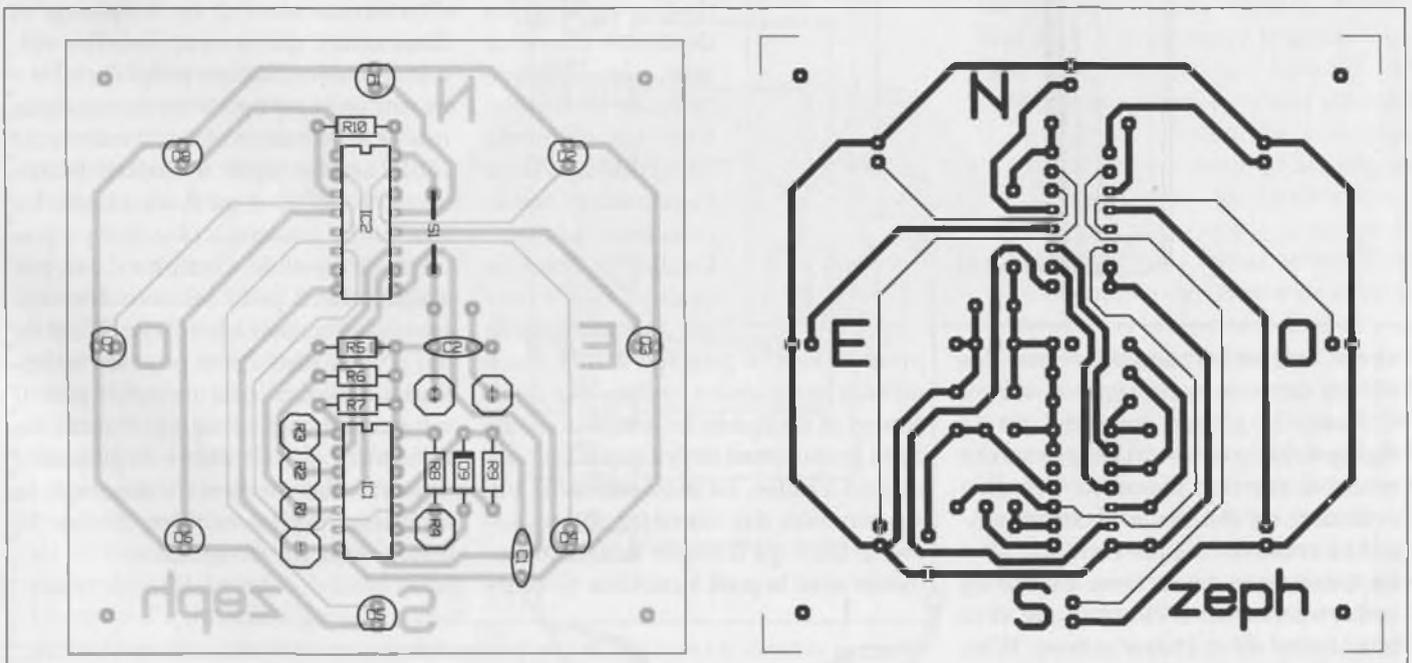
résume à des indications logiques ou binaires : présence ou absence de tension, peu importe la tension. La seule adaptation à prévoir est celle de la valeur de la résistance R10 qui détermine l'intensité du courant dans la LED : 100Ω pour 6V ou 680 Ω pour 12 V . Si la girouette est sous tension en permanence, il faudra prévoir un petit bloc secteur. Dans ce cas vérifier que la tension délivrée est filtrée, au moins sommairement, et ajoutez le

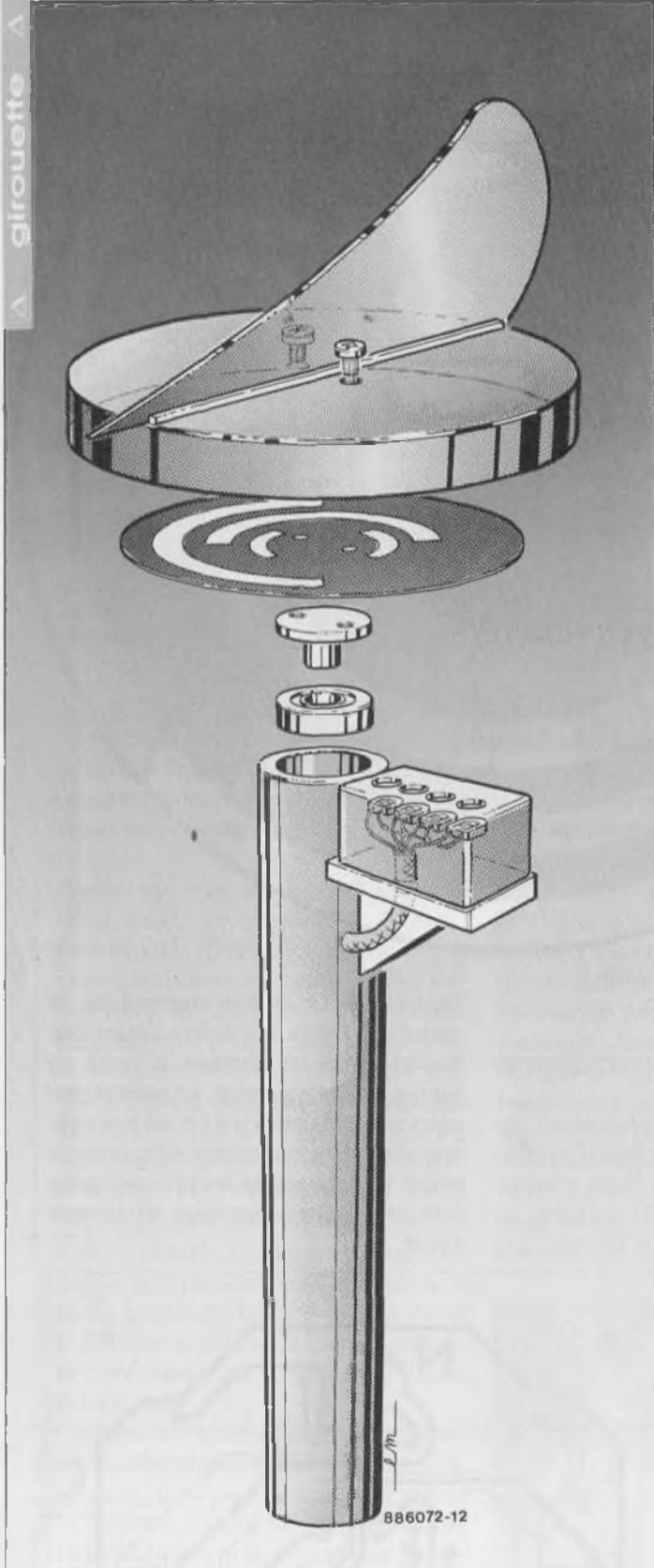
cas échéant un condensateur de 100 μ F entre les deux lignes de l'alimentation.

**construction et installation**

La figure 2 montre l'implantation des composants sur une platine d'expérimentation de format 2. Vous pouvez aussi disposer les LED suivant un cercle pour reproduire la rose des

Figure 4 - Le circuit imprimé de la girouette. Hélas, il a fallu « passer des ficelles entre les pattes ». Il reste en simple face malgré tout. La pastille placée sous la résistance R5 n'est pas égarée, elle marque le centre du cercle sur lequel sont disposées les LED. Cela peut être utile pour le perçage de la face avant.





vents, soit en les raccordant par des fils sur une face avant séparée, soit en utilisant le circuit imprimé de la figure 4. Les photo-résistances seront montées sur une plaquette pastillée ordinaire de dimensions correspondant à celles du disque codeur.

La mécanique est la tasse de thé de certains amateurs d'électronique, et la bête noire de certains autres. Il va

pour laisser le passage à une vis à métaux qui viendra se fixer par deux écrous et les rondelles-freins d'usage dans la couronne intérieure d'un roulement à billes. Le diamètre de la vis est fonction du diamètre du roulement, bien qu'il existe des arrangements avec le pied à coulisse. Si vous

avez sous la main un roulement de 10 mm de diamètre intérieur, inutile de chercher une énorme vis de 10mm. Vous pouvez très bien utiliser une vis de 6 mm, à condition qu'elle soit à tête fraisée: le fraisage centrera la vis sur l'axe du roulement. De l'autre côté, vous monterez une rondelle LL (pour extra-large) ou « carrosserie » pour asseoir l'écrou. Le roulement sera ensuite fixé par un moyen ou un autre dans un tube de PVC: colle, vis, ou simplement emmanché à force si les diamètres s'y prêtent.

La plaquette qui porte les LDR viendra se fixer à côté du tube sous le disque. Le collage est pratique et rapide, mais les vis sont utilisables aussi. Pour relier les LDR au circuit électronique, il faut un câble à 5 conducteurs, 4 pour les capteurs et un pour la masse. Du fil téléphonique convient parfaitement, d'autant plus qu'il est extrêmement bon marché. Les agences commerciales des Télécommunications\* sont à votre disposition pour vous fournir un **kit deuxième prise**. Allez-y, c'est gratuit. Il suffit d'avoir un numéro de téléphone et d'annoncer qu'on veut installer soi-même une deuxième prise. Le « kit » fourni se compose d'un joncteur mural à 8 contacts et de 10 mètres de câble semi-souple à quatre paires (donc 8 fils, plus qu'il n'en faut). Le tout est de couleur ivoire, il n'y a pas de choix possible. Comptez 2,5 m par étage, autant pour les combles, soit pour une maison à un étage, 7,5 m de fil; il vous reste 2,5 m pour les trajets horizontaux. Si cela ne suffit pas, il faudra acheter le complément. La résistance du fil étant négligeable devant celles du reste du montage, la longueur peut atteindre 20 ou 30 mètres sans inconvénient.

Le disque une fois évidé, il faut le percer en son centre

pour

\*C'est vrai en France, il n'en va peut-être pas de même en Belgique ou en Suisse.

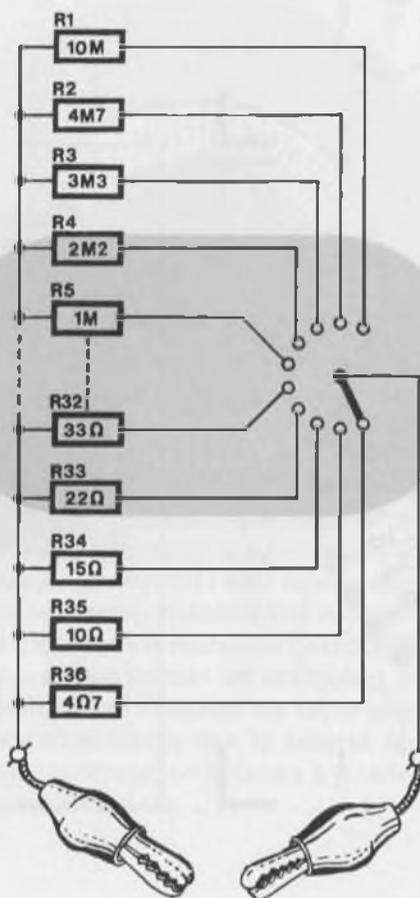


Le schéma, et la théorie qui le justifie, occupent, pour la plupart des circuits décrits dans ELEX, plus de place que la notice de montage. Il n'en ira pas de même ici puisqu'il ne s'agit que de fabriquer une sorte de résistance variable de façon discontinue. Savez-vous ce qu'est une boîte à décades ? - Une boîte assurément, pourvue d'une série de commutateurs à dix positions (voyez la photo) qui permettent de sélectionner, ohm par ohm, toutes les valeurs de résistances comprises par exemple entre 1 Ω et 1 MΩ. Une telle boîte est très pratique lorsque l'on recherche par tâtonnement la "bonne valeur" à insérer dans un circuit. On y soude alors deux fils courts que l'on connecte aux bornes de la boîte. En manœuvrant les commutateurs, il est possible ainsi d'essayer "en vraie grandeur" et ohm par ohm, toutes les résistances désirées, avec une précision qui dépend beaucoup de la qualité de la liaison. Plus besoin de souder, de dessouder, de ressouder avec tous les risques que cela comporte.

Est-il utile d'ajouter qu'une boîte à décades de précision (égale ou supérieure à 1%) coûte relativement cher ? À part ça, il est difficile à un amateur de rentabiliser pareil investissement : les possibilités offertes dépassent de loin ses besoins. En pratique, tout le monde se contente des valeurs de la série E6, ou de la série E12, dans les cas les plus critiques. Une boîte à décades offrant toutes les valeurs de la série E6 (c'est-à-dire : 1 - 1,5 - 2,2 - 3,3 - 4,7 - 6,8 Ω, et ainsi de suite en multipliant chaque fois par un facteur 10) permet de résoudre la plupart des problèmes. Notre banc de résistances n'est donc qu'une boîte à décades très simplifiée, pourvue d'un commutateur à trente-six positions qui permet de choisir les valeurs de la série E6. Inutile de parler du coût dérisoire d'un tel projet. Un coup d'œil sur la figure 1 permet de comprendre comment ça marche. -

*toutes les résistances de la série E6 à portée de main*

Figure 1 - Un commutateur à trente-six positions et trente-six résistances.



Vous êtes surpris ? - Il n'y manque pourtant rien : 36 résistances choisies au moyen d'un commutateur. Il n'y a pas là de quoi écrire une chanson de geste.

Des trente-sept composants du banc de résistances, il en est un qui nous en a fait voir de toutes les couleurs : le commutateur. Vous pouvez toujours fouiner, dépenser une fortune en téléphone à la recherche d'un commutateur à trente-six positions, vous n'aurez droit qu'à quelques plaisanteries égrillardes (renvoyant par exemple au soutra de Vatsyayana). Nous avons donc fait comme l'inventeur de la roue, nous nous la sommes fabriquée. Ce n'est pas très difficile, avec un peu d'huile de coude et les deux platines proposées sur les figures 2a et 2b. Nous avons donc gravé deux galettes de cette trempe destinées à tourner l'une en face de l'autre autour du même axe, comme le montre la figure 3. Les 36 résistances sont soudées sur la galette inférieure (2b), au choix, côté cuivre ou sur l'autre face. La gros-

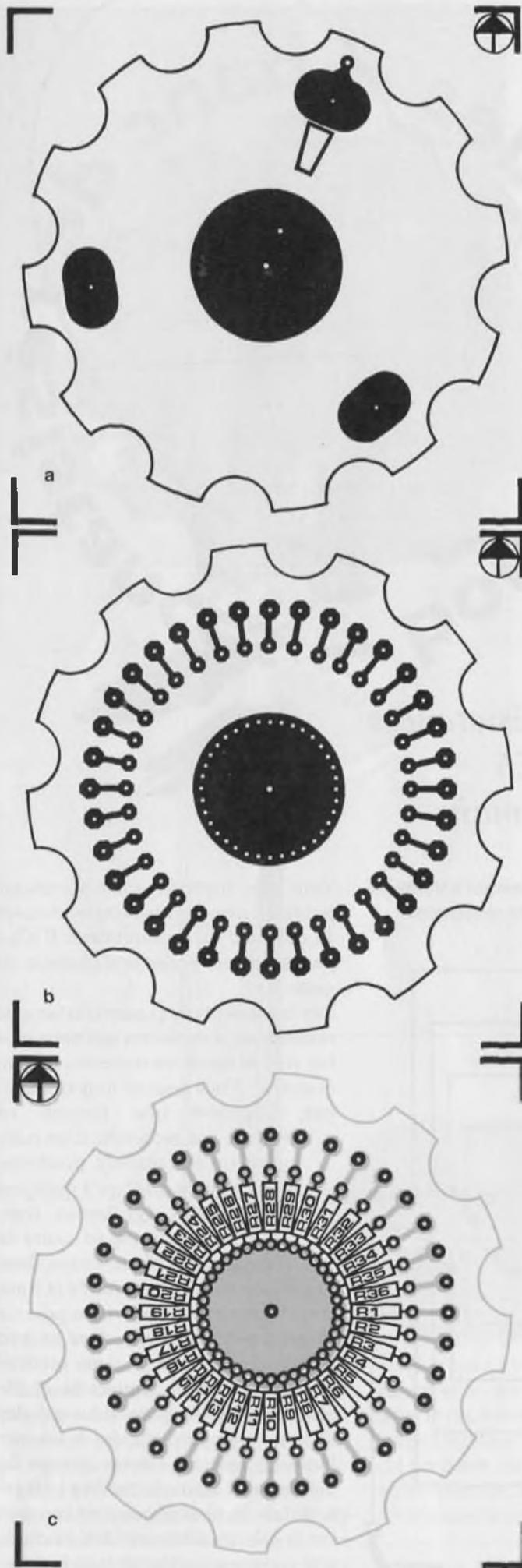
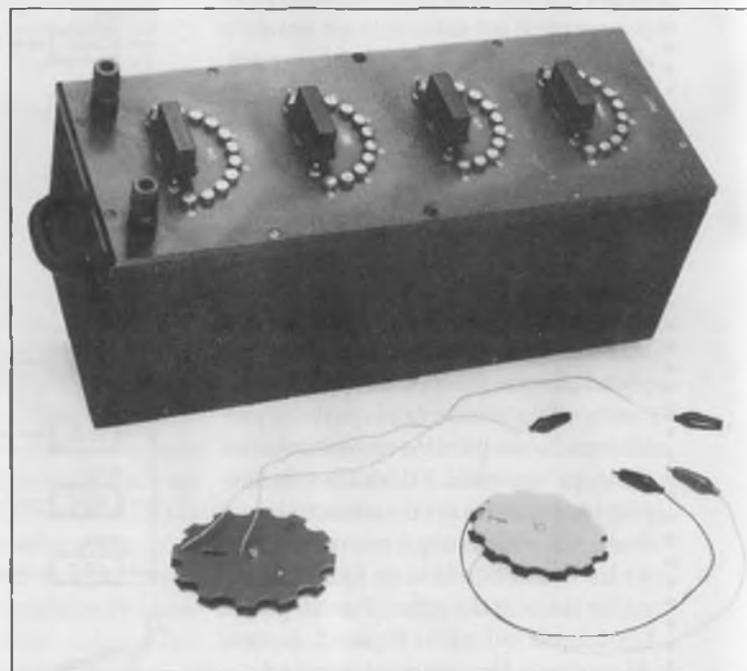


Figure 2 – Les deux circuits imprimés (a) et (b) forment les galettes du commutateur. Les résistances sont soudées sur la galette inférieure (b), dans l'ordre proposé en (c), qui permet d'utiliser le cadran de la figure 5. Il est aussi possible d'implanter ces composants du côté du culvres, auquel cas la valeur de la résistance sélectionnée sera déchiffrée (code des couleurs), par la fenêtre de (a) qu'il faut évidemment percer.

- |              |             |
|--------------|-------------|
| R1 = 10 MΩ   | R23 = 1 kΩ  |
| R2 = 4,7 MΩ  | R24 = 680 Ω |
| R3 = 3,3 MΩ  | R25 = 470 Ω |
| R4 = 2,2 MΩ  | R26 = 330 Ω |
| R5 = 1 MΩ    | R27 = 220 Ω |
| R6 = 680 kΩ  | R28 = 150 Ω |
| R7 = 470 kΩ  | R29 = 100 Ω |
| R8 = 330 kΩ  | R30 = 68 Ω  |
| R9 = 220 kΩ  | R31 = 47 Ω  |
| R10 = 150 kΩ | R32 = 33 Ω  |
| R11 = 100 kΩ | R33 = 22 Ω  |
| R12 = 68 kΩ  | R34 = 15 Ω  |
| R13 = 47 kΩ  | R35 = 10 Ω  |
| R14 = 33 kΩ  | R36 = 4,7 Ω |
| R15 = 22 kΩ  |             |
| R16 = 15 kΩ  |             |
| R17 = 10 kΩ  |             |
| R18 = 6,8 kΩ |             |
| R19 = 4,7 kΩ |             |
| R20 = 3,3 kΩ |             |
| R21 = 2,2 kΩ |             |
| R22 = 1,5 kΩ |             |

**liste des composants**

- 2 pinces crocodiles isolées
- circuits imprimés
- 3 billes de 4 mm
- rondelles grover
- rondelles plates
- 1 boulon M3×10
- 4 écrous M3



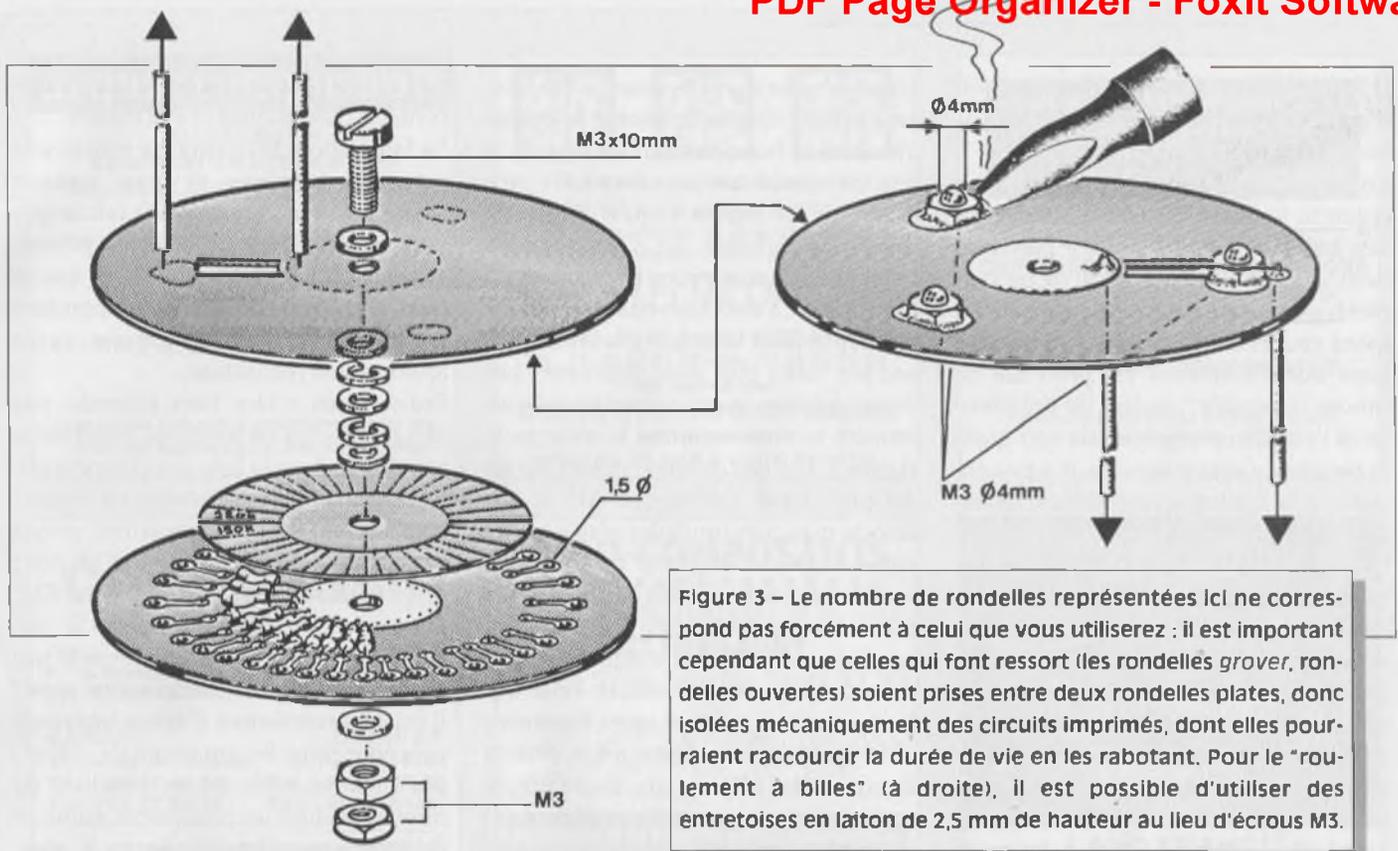


Figure 3 – Le nombre de rondelles représentées ici ne correspond pas forcément à celui que vous utiliserez : il est important cependant que celles qui font ressort (les rondelles grover, rondelles ouvertes) soient prises entre deux rondelles plates, donc isolées mécaniquement des circuits imprimés, dont elles pourraient raccourcir la durée de vie en les robant. Pour le "roulement à billes" (à droite), il est possible d'utiliser des entretoises en laiton de 2,5 mm de hauteur au lieu d'écrous M3.

se pastille centrale est le pôle commun du commutateur dont les divers contacts sont formés par les pastilles situées à la périphérie.

Le partie centrale de la galette supérieure (figure 2a) est cuivrée sur une grande surface. Un boulon (M3x10), servant d'axe au montage, la relie électriquement au pôle commun de la plaque inférieure. C'est aussi sur cette surface qu'est soudé le premier fil de sortie du circuit. L'autre est implanté sur la pastille la plus proche de la fenêtre (en haut et à droite de la figure 2a). Cette fenêtre permet un affichage de la résistance choisie.

– Comment l'ensemble tourne-t-il ? – Sur trois billes, tout simplement : la galette supérieure repose sur trois billes qui établissent le contact entre le second fil de sortie et les œillets périphériques de la galette inférieure dans lesquels elles viennent se loger, avec un petit dé clic.

Connaissant l'aspect général du banc de résistances et la façon dont il fonctionne, nous pouvons passer à sa réalisation. Commencez par (faire) graver les circuits imprimés puis percez-les. Le diamètre du trou central, de 3 mm, laisse passer un boulon M3 ; les 36 trous de la couronne de la galette inférieure (sur laquelle les résistances sont implantées) percés à 1,5 mm, sont assez grands donc pour que les billes

s'y arrêtent avec un petit dé clic. Il faut maintenant déterminer la position de ces dernières sous le disque supérieur, par rapport auquel elles sont évidemment fixes (elles tournent sur elles-mêmes). Le procédé le plus simple consiste à visser les deux galettes ensemble, faces cuivrées l'une contre l'autre. On peut ainsi dessiner, au

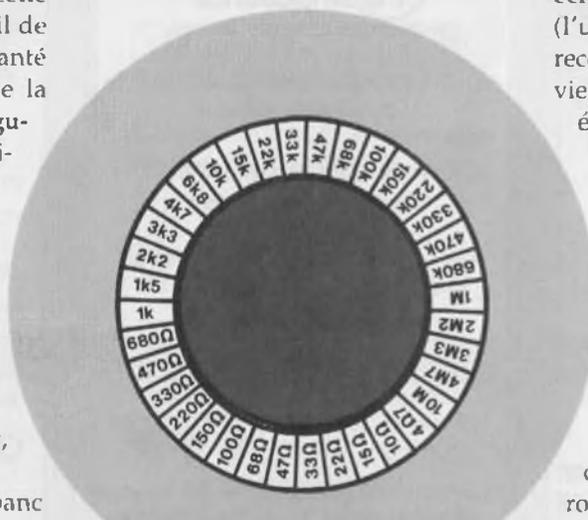


Figure 4 – Ce cadran facilitera la tâche de ceux qui sont fâchés avec le code des couleurs, d'autant qu'elles ne sont pas toujours lisibles. Photocopie et découpé (ne garder que la couronne) il sera collé sur le disque portant les résistances, à l'intérieur du montage, de façon que l'indication visible par la fenêtre du disque supérieur, corresponde à la résistance sélectionnée.

moyen d'un grattoir ou d'un poinçon par exemple, en passant par les trous de la périphérie de la galette inférieure, la position des trois billes sur les pastilles de la galette supérieure. Il faut le faire avec le plus grand soin, sans endommager le cuivre. De cette manière, on est assuré que les billes seront en face des trous. On prépare ensuite trois écrous M3 en les perçant à 4 mm (l'usage d'un étau est ici fortement recommandé) : c'est dans ces trous que viendront se loger les billes. Soudez les écrous, avec toute la précision requise, sur les pastilles de la galette supérieure, en vous servant des repères précédemment pris (figure 3). Ils reposent à plat, directement sur le cuivre : veillez donc, après le perçage, à bien les ébavurer, et lorsque vous les soudez, à ne pas faire couler l'étain en dessous ou à l'intérieur, ce qui aurait pour conséquence de nuire à la bonne rotation des billes (dans le cas présent, il faut comme d'habitude dégraisser les pièces avant de les souder mais éviter de les étamer). Les billes ont un diamètre de 4 mm : il est possible de les récupérer sur un vieux roulement à billes de bicyclette par exemple ou chez un mécanicien du même tonneau. Vérifiez ensuite que tout baigne (sans huile) en vous servant de la figure 3 et de ce qui est dit plus loin concernant

les rondelles. L'usage d'écrous ou d'entretoises en laiton améliorera sensiblement la lubrification.

Lorsque ça tourne rond, que vous avez entendu les trois fois trente-six déclics des billes s'arrêtant sur les pastilles, démontez en prenant garde de ne rien perdre et soudez deux fils de touche assez courts sur la galette supérieure. Leur autre extrémité est pourvue de pinces "crocodile", isolées de préférence. Si l'entaille, permettant de voir quelle résistance est en service, n'a pas été oubliée, la platine supérieure est terminée. À l'autre maintenant.

Le plus difficile ici est de couder les résistances proprement et de les souder dans le bon ordre (à moins de vouloir transformer l'outil en jeu de hasard). - De quel côté ? - Vous avez le choix si vous prenez des composants d'un quart de watt, mais nous vous conseillons alors de les souder sur la face cuivrée. De cette façon, leurs couleurs seront visibles lorsqu'elles passeront devant le viseur. Dans les autres cas, lorsque les

résistances sont soudées sur l'autre face, un cadran collé sur le disque inférieur affichera la bonne valeur en face de la fenêtre : c'est à quoi sert le modèle proposé sur la figure 4 qu'il suffit de découper, colorier (en vert pour les mégohms, en jaune pour les dizaines de kilohms etc.) et coller, chaque secteur correspondant bien sûr à la résistance soudée dans son prolongement. Les deux galettes ainsi complétées sont ensuite montées comme le montre la figure 3. Utilisez, comme nous l'avons dit plus haut, un boulon M3 et ses écrous, quelques rondelles plates et une paire de rondelles grover formant ressort. Les rondelles plates ont un double rôle : elles permettent de régler la bonne distance entre les disques (il faut donc faire quelques essais), celle qui leur permet de tourner assez librement (il ne faut pas en mettre trop), et évitent au cuivre des platines une usure précoce due aux frottements. Contrôlez avant le montage que vos rondelles ne sont pas oxydées, au besoin passez-les à la

toile émeri pour améliorer la qualité des contacts mécaniques et électriques.

La fabrication de ce banc de résistances est ainsi terminée et vous pouvez l'essayer. Ce n'est pas tout à fait ce que l'on peut appeler un outil de professionnel (quoique). N'oubliez pas que sa qualité et ses performances dépendent beaucoup du soin que vous aurez apporté à sa réalisation.

Enfin, vous n'êtes bien entendu pas obligé de vous en tenir aux résistances proposées dans la liste des composants. Rien n'empêche par exemple de réaliser ce projet en deux exemplaires, ce qui permet de doubler les possibilités pour disposer des résistances de la série E12. Les perfectionnistes pousseront le vice jusqu'à la série E96 qui ne nécessite pas moins de 16 montages du même type ! Il existe certainement d'autres façons de procéder pour les amateurs de calcul : par mise en série ou en parallèle de montages dont les résistances auraient été judicieusement choisies...

87699

# LES CARRÉS D'ADRESSES

COMPOSANTS ▲ OUTILLAGE ▲ CATALOGUES ▲ KITS ▲ MATERIEL

**BERIC 1992**

(1) 46.57.68.33

Télecopiez-nous  
24 h/24  
au (1) 46.57.27.40

Ecrivez-nous  
BERIC - BP 4  
92241 MALAKOFF  
CEDEX

43, Rue Victor Hugo  
92240 MALAKOFF

Ouvert toute l'année  
du mardi au vendredi  
de 9 h 00 à 12 h 30  
14 h 00 à 19 h 00

Samedi  
de 8 h 00 à 12 h 30  
14 h 00 à 17 h 30

**HB Composants**

*Votre spécialiste en composants,  
appareil de mesure, outillage, accessoires,  
kits, librairie technique*

**HB Composants**  
7 bis, Rue du Dr Morere  
91120 PALAISEAU

Tél. : 69 31 20 37 - Fax : 60 14 44 65

Horaires : du Lundi au Samedi de 10 h à 13 h  
et de 14 h 30 à 19 h

**JACKSON DIFFUSION  
ELECTRONIQUE**

74140 EXCENEVEX  
Tél. : 50.72.86.58 - Fax : 50.72.91.28

COMPOSANTS - MESURE - OUTILLAGE  
CONNECTIQUE - ACCESSOIRES AUDIO  
HI-FI ET COMMUNICATION - ACCESSOIRES  
SONO - DISCO ET EFFETS SPECIAUX

**PRIX ET QUALITÉ**

Liste de nos prix contre votre adresse et 2 timbres

18, rue de  
Pontarlier  
à **BESANÇON**  
Tél 81 83 25 52  
Fax 81 82 08 97

**P microprocessor**

Composants  
CI - kits  
Aérosols  
HP etc

Venez graver vos CI en 15 mm !  
Un LABOTEC est à votre disposition !  
**NOUVEAU : Point de traçage CIAO**

PRINTS ELEKTOR EPS - LIVRES  
SOFTWARE ESS - REVUES - CASSETTES DE  
RANGEMENT - JEUX DE COMPOSANTS

COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES - HP VISATON  
KITS VELLEMAN OUTILLAGE - MESURE -  
LITTÉRATURE - CB - RÉCEPTEURS

**URS MEYER ELECTRONIC SA**  
Avenue Robert 12  
CH - 2052 FONTAINEMELON  
Tél : 038 / 53 43 43

**URS MEYER  
ELECTRONIC**

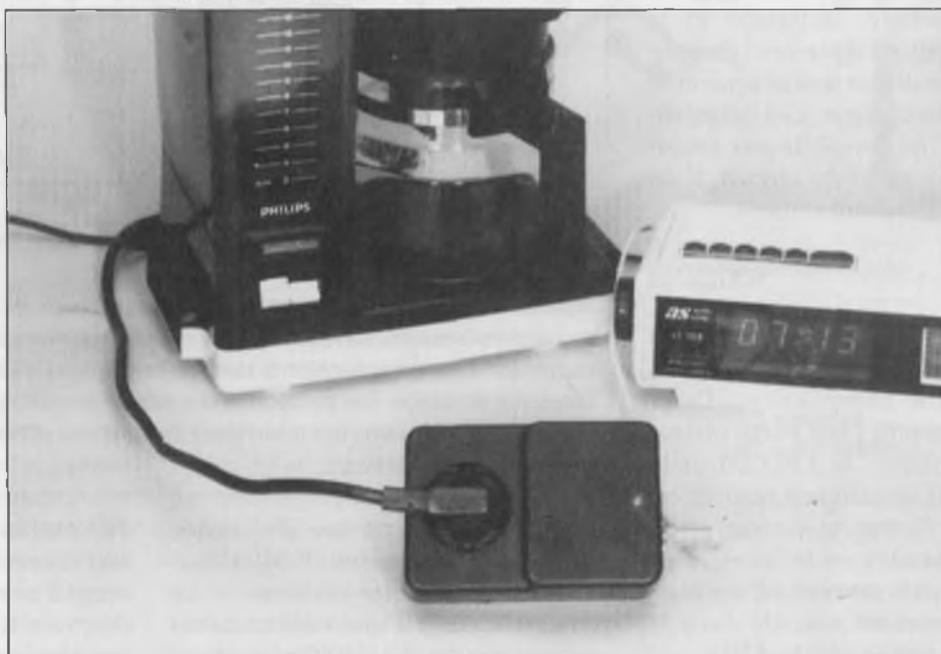
VOUS VENDEZ DU MATÉRIEL D'ÉLECTRONIQUE ?  
DES KITS ? DES ACCESSOIRES ?  
ACHETEZ CET ESPACE PUBLICITAIRE  
VOUS EN FEREZ UN...

*point de rencontre*

ENTRE VOUS ET LES NOUVEAUX  
LECTEURS D'

# interface (presqu') universelle

## entre un circuit de commande et le secteur



### commander au secteur en toute sécurité

Certain(e)s d'entre nous, mal servi(e)s (ou mâles mal desservis) sont obligé(e)s, soit de tout faire eux(elles)-mêmes, soit de s'en remettre à des automatismes. ELEX propose régulièrement aux anties-clavagistes courageux et intelligents qui le lisent toutes sortes de petits circuits de commande donnant leurs ordres sous la forme de signaux électriques ne dépassant pas quelques centaines de milliampères sous une dizaine de volts. L'exploitation de ces signaux par des appareils (lampes, cafetière, sirènes, tasses ou soucoupes volantes) alimentés sur le secteur nécessite une interface aussi inoffensive que fiable, un relais universel.

Quelques précisions pour commencer : ce relais n'est pas destiné à remplacer un interrupteur de sécurité existant ou quelque chose de semblable. La fabrication de ces dispositifs répond en général à des normes de sécurité draconiennes. En principe verrouillés, ils ne peuvent être modifiés sans autorisations spéciales. Non, le présent montage sert d'intermédiaire entre des appareils ali-

mentés par le secteur et des circuits de commande ou de régulation décrits dans ELEX (ou ailleurs) ou qui sont à votre disposition (tels que radio-réveils et autres minuteriers). Nous ne vous proposons que de fabriquer la boîte noire (et son contenu) représentée sur la figure 1, à droite.

### séparation galvanique

Pour isoler le "matériel" de la tension du secteur plusieurs solutions sont possibles : optocoupleurs, relais, transformateurs, ou même condensateurs. Tous les moyens énumérés ont un point commun : ils rentrent dans la catégorie des dispositifs dits de séparation galvanique. Il y a séparation galvanique lorsqu'il n'y a pas de liaison électrique continue entre

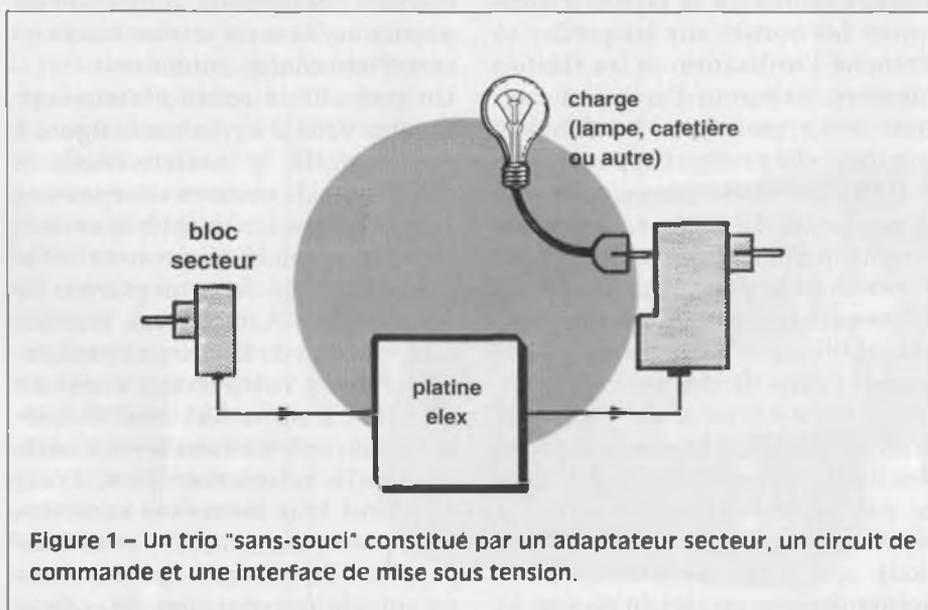
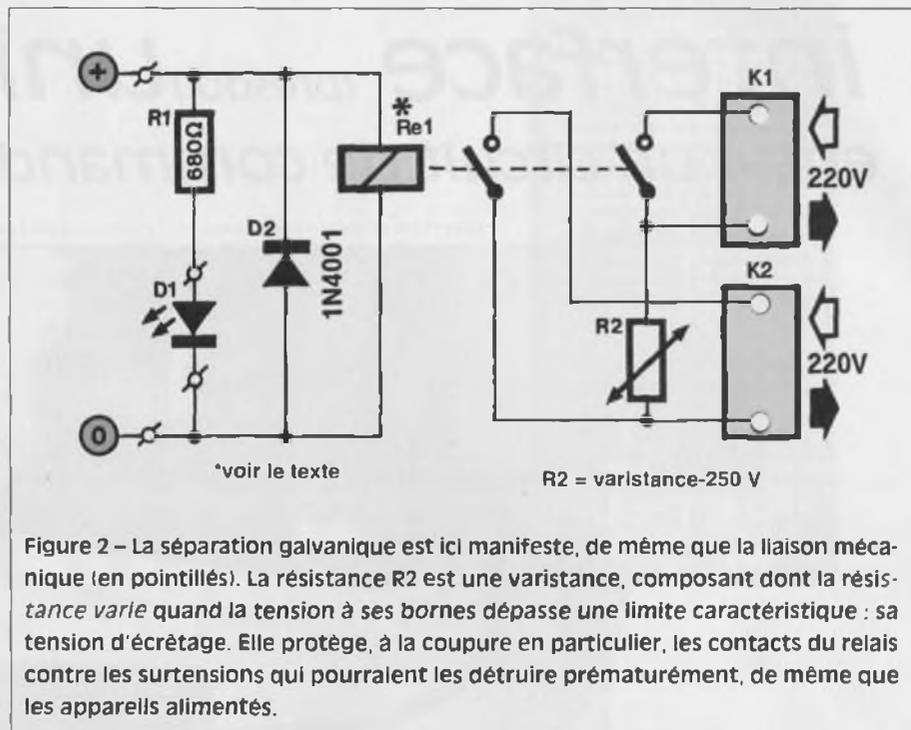


Figure 1 - Un trio "sans-souci" constitué par un adaptateur secteur, un circuit de commande et une interface de mise sous tension.

deux circuits fonctionnant conjointement : le courant ne passe pas d'un circuit à l'autre, l'ohmmètre mesure une résistance infinie, le testeur de continuité détecte une coupure, en un mot comme en cent, on ne se mélange pas les électrons. Dans le présent montage, la liaison et la séparation sont assurées par un relais : la liaison est mécanique et la séparation électrique. Cet "électromécanisme" ne simplifie pas seulement la réalisation du circuit, il en réduit aussi l'encombrement.

### schéma

Rendez-vous à la figure 2 : c'est la simplicité même, un relais accompagné de six composants. Deux détails retiennent plus particulièrement l'attention : la LED D1 et la varistance R2 (en anglais *varistor* ou VDR *Voltage Dependent Resistor*, résistance commandée en tension). Dès que le relais est commandé, un courant, limité par R1, circule dans la dérivation contenant la LED, qui s'allume. La diode D2 est l'inévitable diode de roue libre du relais. Le fonctionnement de notre intermédiaire n'est pas compliqué : lorsque le circuit de commande, qui n'est pas dessiné ici, délivre un courant de quelques dizaines à quelques centaines de milliampères, le relais colle et la LED s'allume. Puisque "l'interrupteur" est fermé, le courant circule dans le circuit de puissance. L'appareil ou la lampe relié au bornier K1, K2 est mis sous tension. Pour que les choses soient claires, les flèches noires de la figure 2 indiquent les bornes sur lesquelles se branche l'utilisation et les flèches blanches, les bornes d'arrivée du secteur. – La varistance ? – Nous y sommes : elle protège l'appareil commandé, des surtensions dues aux irrégularités du secteur. Très grossièrement dit, une varistance est une zener double dans laquelle l'effet zener se manifeste alternativement, suivant le signe de la tension à ses bornes : deux diodes zener connectées en tête-bêche série. En temps normal, lorsque la tension reste dans des limites acceptables, la varistance par sa résistance élevée ne se manifeste pas. Si, pour une raison ou pour une autre, la tension à ses bornes dépasse un certain niveau, sa



tension d'écrêtage, sa résistance s'écroule littéralement : l'utilisation ne « voit » pas cette surtension. Le principal défaut d'une varistance est sa capacité (de 100 à 4000 pF) qui en rend l'usage difficile en haute fréquence. En basse fréquence par contre, ce condensateur "gomme" les impulsions parasites. Pour finir, R2 ne protège pas seulement la charge, sa présence accroît la durée de vie du relais. En effet, lorsque les contacts d'un interrupteur se séparent au moment de l'ouverture du circuit, l'air s'ionise à leur voisinage avec la formation d'étincelles, voire d'un petit arc très chaud qui "brûle" le métal. En limitant la tension, la varistance évite au moins partiellement ce phénomène, important en particulier lors de la mise hors circuit d'une charge inductive.

Un mot sur le relais maintenant. Comme vous le voyez sur la figure 3 par exemple, le modèle choisi, à deux contacts ouverts au repos (ou à deux inverseurs jumelés éventuellement), se soude directement sur le circuit imprimé. Avec un pouvoir de coupure de 8 A maximum, le relais sera fonction de la charge commandée. Prenez votre temps avant de procéder à son achat : nos annonceurs sont certes à votre service, mais pour qu'ils vous servent bien, il faut que vous leur formuliez correctement votre demande. Si vous leur proposez des devinettes, ou bien ils ne vous fourniront rien, de crainte

de vous induire en erreur, ou bien leur réponse risque de ne pas être en accord avec vos besoins réels. Un électronicien ne travaille pas sans son catalogue (qu'il a d'ailleurs tôt fait d'amortir). Vous pouvez demander par exemple : « R'lais carte de puissance, deux contacts, 8 A/220 V, tension de commande 12 V, s'ion-plaît ». Si « Y en n'a pas, on en attend » et que vous êtes pressé, vous pouvez descendre à 5 ou 4 A à condition que votre utilisation le tolère.

Le moins que nous pouvions faire était de proposer un dessin de circuit imprimé. Une fois le circuit gravé puis percé (dégraissé et éventuellement étamé), une vingtaine de soudures propres avec un fer bien chaud (vous avez bien sûr pris le temps d'aller mouiller l'éponge qui sert à nettoyer régulièrement la panne) et le tour est joué. – Non, pas encore. – Il faut le mettre en boîte et le câbler en fonction de cet habillage. Les coffrets "secteurs" que nous utilisons ne semblent pas, pour l'instant, disponibles sur le marché français : faute de demande peut-être. Vous en trouverez munis d'une prise mâle mais sans socle femelle. Nous proposons ce que nous avons trouvé de mieux (en Europe), s'il semble qu'ici le mieux soit l'ennemi du bien, à vous de faire "bien" : donc prise secteur mâle, fils, circuit, fils, prise secteur femelle, utilisation. Il est aussi possible d'implanter, sur un coffret

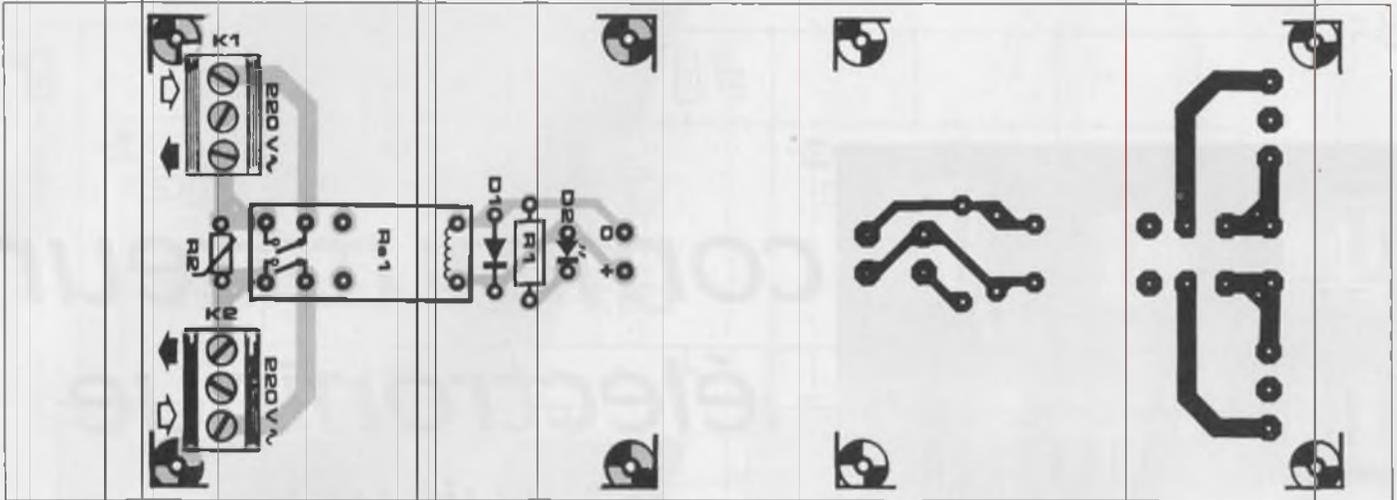


Figure 3 – Si vous ne gravez pas ce circuit imprimé, respectez les distances d'isolement entre les conducteurs, entre commande et puissance surtout (6 mm est un minimum). Ne laissez accessible aucune partie active et trouvez-lui un coffret convenable : en matériau isolant, jamais en métal.

ordinaire, des douilles ou des bornes de châssis du côté de l'utilisation (en sortie) et des fiches de panneau (de 4 mm de diamètre en entrée). Vous éviterez les confusions, lors du branchement, entre les circuits de puissance et ceux de commande en utilisant pour ces derniers des fiches et des douilles de 2 mm par exemple ou des connecteurs spécifiques aux alimentations, du type connecteur à pression, ou *jacks* dont sont pourvus les baladeurs lorsqu'ils restent à la maison et jouissent du secteur. Créez vos propres normes, si ce n'est déjà fait : si vous adoptez la banane par exemple, associée à la borne chaude, toujours dans le vent, gardez-en un régime à portée de la main. Réservez certaines couleurs au secteur, utilisez toujours les mêmes en continu, claires pour le "plus" et sombres pour le "moins" : quand vous raccordez divers montages les uns aux autres, plus besoin de réfléchir, le rouge est connecté au rouge et le noir au noir. Le "détrompage" est facile si vous ne vous fiez pas à vos yeux : utilisez des diamètres de bornes différents, par exemple 2 mm pour le "plus" (si les courants n'excèdent pas quelques centaines de milliampères) et 4 mm pour la masse. Il fallait que ces choses soient dites puisqu'elles ne sont évidentes qu'à qui (kaki au Japon, mais khâki en hindoustani) les connaît. Encore quelques mots sur ces généralités : lors des manipulations sous tension, aucune partie active ne doit être accessible (surtout pas de fiches

mâles en sortie !) Entre les borniers du circuit imprimé et les sorties et entrées du secteur, câblez avec du fil rigide, de bon diamètre, bien isolé. Pour les entrées de commande et l'alimentation de la LED (visible de l'extérieur !), du fil souple suffit : l'utilisation de couleurs différentes, correspondant à celles des bornes est encore ici recommandée. Comme vous le voyez sur la figure 3, les circuits de commande et de puissance sont bien séparés. Il en est de même à l'extérieur du coffret. Si vous câblez sur une plaquette pastillée, respectez les mêmes dimensions que nous : pour la partie puissance, il est possible de reproduire les pistes en soudant du fil rigide sur les pastilles. Enlevez celles qui ne servent à rien de façon à bien isoler les conducteurs. Entre la partie commande et la partie puissance la distance (minimale) sera de 6 mm. Après vérification du câblage (prenez votre temps, "y'a pas le feu au lac !") passez aux essais : partie par partie. Branchez une pile de 9 V, en respectant la polarité du circuit, sur l'entrée de commande : vous devez entendre le cric à ract et ristique du relais qui colle. Si rien de cette sorte ne trouble le silence, reprenez votre ohmmètre ou votre testeur de

### liste des composants

R1 = 680 Ω  
R2 = varistance 250 V

D1 = LED  
D2 = 1N4001

K1, K2 = bornier à 3 points  
pour circuit imprimé

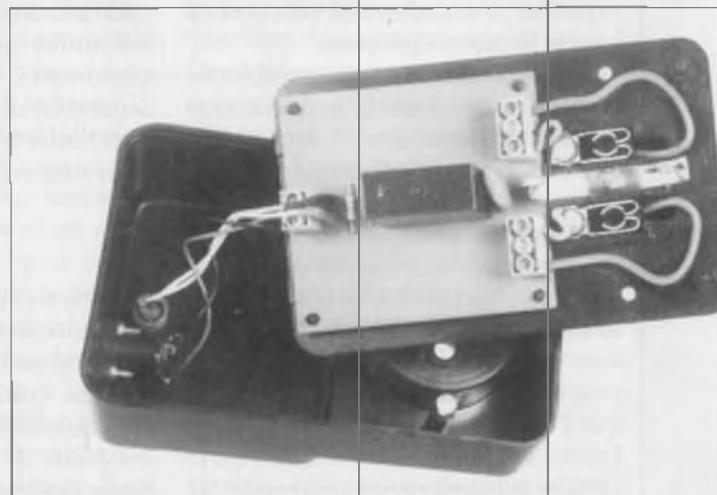
Re1 = relais-carte  
(Siemens série E2, NEC série MR72, KACO série RT ou...\*)

coffret "secteur"  
(Micro N12 par exemple\*, SG, TC etc.)

\*Voir le texte

continuité. Une fois cette partie en ordre, passez à la partie puissance, avec une autre pile sur l'entrée secteur et une ampoule ou un voltmètre comme charge par exemple, à moins d'être tout à fait sûr de vous. Dans ce domaine, mieux vaut cependant prendre un maximum de précautions.

BB5014



la construction

La construction ne pose pas de problème spécial. À l'exception du capteur et du galvanomètre, tous les composants sont logés sur la platine de format 2 ou sur le circuit imprimé. Les soudures doivent être parfaites, plus encore que dans un montage ordinaire, car sur les véhicules automobiles les vibrations sont redoutables. De plus, l'électronique embarquée devra être parfaitement protégée des intempéries par un coffret aussi étanche que possible.

Une fois le capteur raccordé (avons-nous dit qu'il faut du fil blindé?), vous êtes paré pour les économies de carburant et de moteur.

886067

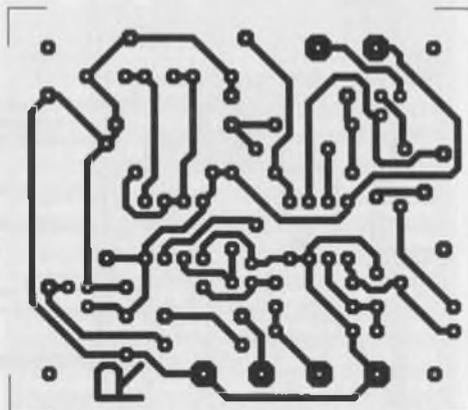
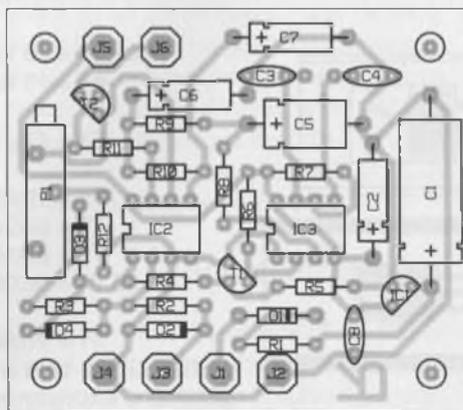


Figure 4 - Le circuit imprimé est, naturellement, moins encombrant que la platine d'expérimentation. Les réseaux de filtrage R9/C6 et R10/C7 ne sont nécessaires que si l'afficheur choisi est de type numérique.

toujours plus de confort

# temporisateur d'extinction de plafonnier

On s'habitue très bien à voir le plafonnier s'allumer dès qu'on ouvre une portière de voiture, mais on ne s'habitue pas à le voir s'éteindre avant d'avoir glissé la clef de contact dans l'antivol! Nous n'avons qu'un conseil à donner à ceux qui en ont assez des tâtonnements dans le noir: monter aussitôt que possible ce petit circuit dans leur voiture.

Le temporisateur d'extinction de plafonnier fait exactement ce que dit son nom. Il prolonge le temps d'allumage du plafonnier. La lampe ne s'éteint plus aussitôt que la portière se ferme, mais continue d'éclairer pendant un temps réglable. Ce circuit est extrêmement simple à installer car il se passe de tension d'alimentation. Le montage de la plupart des circuits à usage automobile vous impose d'aller chercher, suivant l'application, la tension de la batterie, la tension de la batterie après le « contact », la masse, plus les quelques signaux particuliers que vous exploitez. Dans le cas de ce temporisateur, il suffit de câbler deux fils en parallèle sur l'un quelconque des interrupteurs de portière. Comme

le schéma est assez simple et se contente de peu de composants, la réalisation et l'installation seront vite expédiées.

La simplicité d'installation est illustrée par le schéma de la figure 1. L'interrupteur S1 est déjà installé, c'est celui d'une des portières. Le temporisateur se monte en parallèle sur l'interrupteur, ce qui est logique puisqu'il doit se substituer à lui. Peu importe que la voiture ait plusieurs interrupteurs de portière, deux ou quatre, car ils sont tous montés en parallèle. Si la place disponible dans le plafonnier lui-même est suffisante,

vous pouvez même y installer le circuit électronique et ne tirer aucun fil. Voilà pour l'installation; ce qui va être moins simple, c'est l'explication du fonctionnement du montage.

## deux transistors

Le titre semble en contradiction avec le schéma car vous voyez plus de deux transistors. En fait, les transistors T1 à T3 peuvent être considérés comme un seul, avec un gain énorme. Le premier, T1, doit laisser passer environ 1 ampère (quand le circuit est en fonctionnement), ce qui demande

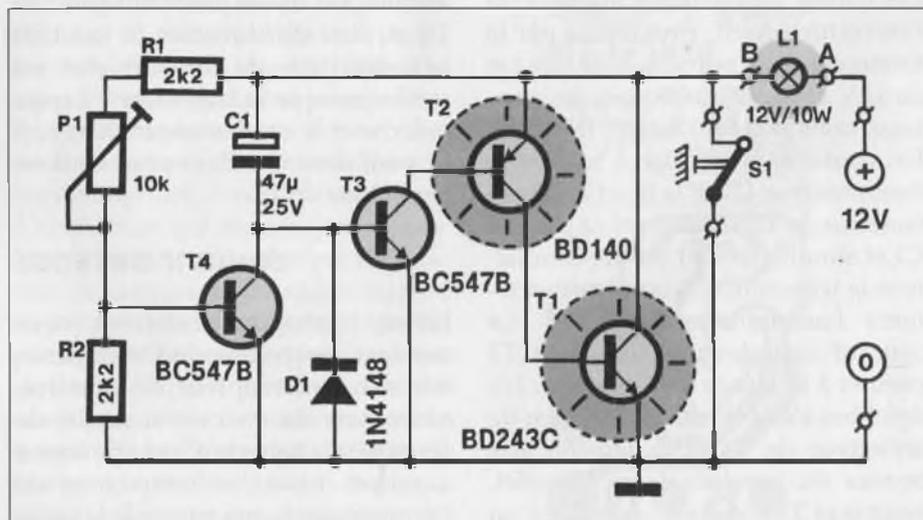


Figure 1 - Quatre transistors, dont trois jouent le rôle d'un seul, permettent de réaliser un temporisateur sans autre alimentation que celle que fournit la lampe à allumer.

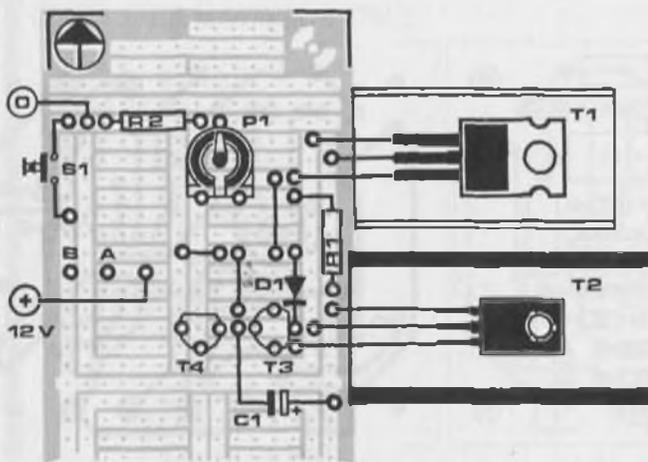


Figure 2 – L'implantation des composants sur une platine d'expérimentation de format 1. Les transistors de puissance doivent impérativement être refroidis.

### liste des composants

R1, R2 = 10 k $\Omega$   
 P1 = 10 k $\Omega$  variable  
 C1 = 47  $\mu$ F/25 V axial  
 D1 = 1N4148  
 T1 = BD243C  
 T2 = BD140  
 T3, T4 = BC547B

S1 = interrupteur de feuilure existant  
 radiateur ou tôle d'aluminium  
 platine d'expérimentation de format 1 ou circuit imprimé

un courant de base relativement important. Comme le courant de base doit être fourni par le condensateur C1, qui détermine la durée de temporisation, il faudrait un condensateur énorme pour obtenir un temps assez long. Il est plus simple, plus économique et moins encombrant d'amplifier par deux transistors le courant d'un petit condensateur. Le courant de base de T3 donne naissance à un courant de collecteur plus important ; ce courant de collecteur alimente la base de T2, qui l'amplifie pour attaquer la base de T1. Enfin T1 amplifie son courant de base pour permettre à la lampe de s'allumer.

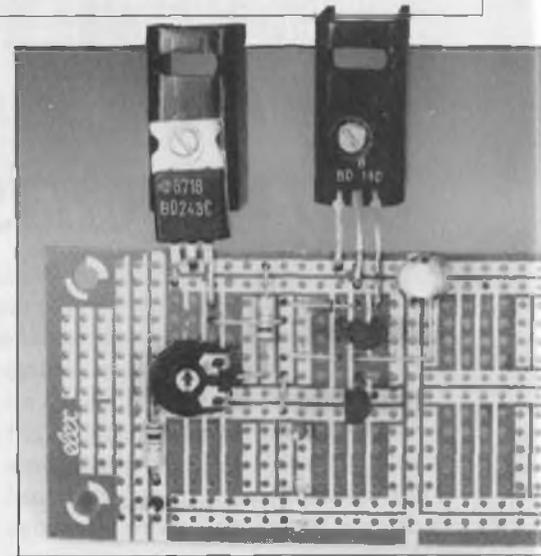
Tout cela n'explique toujours pas le fonctionnement du temporisateur. Commençons par examiner le circuit au repos, c'est-à-dire portière ouverte. Dans ce cas, l'interrupteur S1 est fermé, la tension à ses bornes est nulle, notre circuit n'est pas alimenté et ne peut donc rien faire. Le plafonnier est allumé, puisque le circuit de la lampe est fermé par l'interrupteur. Les choses changent au moment de l'ouverture de S1, provoquée par la fermeture de la portière. Une tension de 12 V apparaît aux bornes du montage, mais pour un temps très bref. Un courant va circuler à travers le condensateur C1 et la jonction base-émetteur de T3. Ce courant va charger C1 et simultanément rendre conducteur le transistor T3, ou plus exactement l'assemblage T1/T2/T3. Le courant collecteur-émetteur de T1 permet à la lampe de s'allumer. Un équilibre s'établit entre la tension de collecteur de T1 et la tension aux bornes du condensateur. En effet, pour que T3 conduise, il faut qu'un

courant de charge traverse sa jonction base-émetteur et le condensateur. Ce courant ne circule que si la tension de collecteur de T1 est supérieure à la tension du condensateur augmentée de la tension de seuil base-émetteur. La tension aux bornes du condensateur va donc croître lentement, en même temps que la tension collecteur-émetteur de T1.

Le diviseur de tension R1/P1/R2 permet d'appliquer à la base de T4 une fraction de la tension aux bornes du montage. Tant que cette tension est inférieure au seuil de conduction de T4, le processus de charge du condensateur continue. Dès que le seuil est atteint, T4 ramène au potentiel de la masse la base de T3, ce qui prive les trois transistors de courant de base, donc de courant de collecteur. Une fois T1 bloqué, la lampe s'éteint, la tension aux bornes du montage passe brutalement à 12 V. Contrairement à ce qui s'est passé en début de cycle, cela n'a aucune conséquence, car le courant qui traverse C1 cette fois-ci s'écoule à la masse par le collecteur de T4 au lieu de traverser la jonction base-émetteur de T3. Cet état est stable puisque le transistor T4 reste polarisé et le condensateur chargé ; il ne peut donc circuler aucun courant par la base de T3.

### courant de repos

Les esprits chagrins trouveront que ce montage, qui reste connecté en parallèle sur l'interrupteur de portière, consomme du courant et risque de décharger la batterie. C'est une bonne question, nous les remercions de l'avoir posée. Supposons que la résis-



tance totale de P1 et R1 soit de 12 k $\Omega$  ; la consommation parasite est alors de 1 mA, augmentée du courant de fuite du condensateur, qui se chiffre en micro-ampères. Cette consommation laisse, pour une batterie moyennement chargée, une trentaine de milliers d'heures à attendre avant que la réserve d'énergie soit épuisée. Si vous avez l'intention de laisser la voiture à l'arrêt pendant 30000 heures, soit 1250 jours, soit trois ans et demi, il vaut mieux débrancher la batterie. En bref, la consommation permanente du montage est négligeable.

### décharge

Nous avons parlé de la charge du condensateur, mais pas de sa décharge. Nous ne nous exposerons pas une fois de plus au reproche qu'un lecteur nous avait déjà adressé, avec la question : « Va-t-il exploser, à force de se charger ? » Non, C1 ne va pas exploser. À la prochaine ouverture d'une portière, l'armature positive va être

portée au potentiel de la masse, l'armature négative à un potentiel négatif par rapport à la masse. La charge va s'écouler par la diode D1, qui protège du même coup le transistor T3 contre des tensions négatives qui ne seraient peut-être pas à son goût. Le condensateur est déchargé, et prêt à laisser passer un courant de charge vers la base du transistor quand la portière se ferme.

### refroidissement et isolement

Le schéma est assez simple pour que le câblage le soit aussi. Vous avez le choix entre une demi-platine d'expérimentation, comme sur la figure 2, et le circuit imprimé de la figure 3. Comme les seuls composants polarisés sont la diode et le condensateur, les risques d'erreur sont minimes. La figure 2 montre que les transistors T1 et T2 sont montés sur des radiateurs. Leur mode de fonctionnement n'est pas des plus orthodoxes car ils ne sont pas saturés et voient une tension non négligeable sous un courant relativement important. Il faut donc leur permettre d'évacuer la chaleur qu'ils produisent. Les ennuis commencent ici : le BD140 et le BD243 ont le collecteur relié à la languette métallique du boîtier. Il faut donc impérativement les isoler par une plaquette de mica et les fixer par une vis en nylon ou au moyen d'un canon isolant. Si un

court-circuit se produisait, il n'aurait pas d'autre conséquence que de tenir le plafonnier allumé en permanence, ce qui n'est pas exactement le but recherché. Vous pouvez aussi utiliser un simple morceau de tôle d'aluminium qui servira en plus à la fixation du circuit dans la voiture.

### le raccordement

La figure 2 n'est pas des plus claires au premier abord. En pratique, vous pouvez trouver une solution simple. La figure reprend le schéma de la figure 1 avec le rappel du principe du montage d'origine. Les deux seuls points importants sont le point (0) et le point (B). La correspondance entre ces deux points et ceux du schéma de principe est facile à établir avec un voltmètre ou une ampoule de 12 V : ouvrez une portière et démontez le poussoir (il s'appellera S1 pour l'occasion). En règle générale, ils sont maintenus par une seule vis et s'extraient par l'extérieur, amenant leurs deux fils avec eux. Branchez le fil négatif de votre voltmètre à la masse, actionnez le poussoir et repérez celui des fils sur lequel apparaît une tension de 12 V. C'est ce fil-là qui doit être relié au point (B) de la platine d'expérimentation ou au point (+) du circuit imprimé. L'autre fil est relié à la masse, c'est là que doit être connecté le point (0) de la platine ou du circuit imprimé. Si vous avez un espace suffisant pour installer la platine dans le plafonnier lui-même, vous y trouverez un fil, raccordé à l'ampoule, soumis en permanence à la tension de 12 V ; c'est l'autre fil qui doit être raccordé au point (B).

Le repérage effectué, il faut trouver un emplacement pour la platine. Comme il est probable que vous aurez à proximité une vis reliée à la masse, utilisez-la à la fois pour la fixation mécanique et pour le raccordement électrique. Si vous utilisez le circuit imprimé, dotez-le d'un plaque d'aluminium qui servira de radiateur (isolez les deux transistors), de fixation mécanique et de raccordement électrique : elle sera fixée au point (0) par une vis. Le point (+) peut recevoir soit un picot, soit un fil, soit encore une languette de connexion de 6,3 mm fixée par une vis de 3 mm. Il faudra adapter le diamètre de perçage à l'utilisation que vous ferez du

elex-abc

### tension de seuil

Une diode « normale » (par opposition aux diodes zener) ne laisse passer le courant que dans un sens. En pratique, il faut que la tension appliquée aux électrodes dépasse un certain seuil avant que le courant commence à circuler. Ce phénomène est dû à l'absence d'électrons libres dans la jonction entre les matériaux P et N, aussi longtemps qu'aucun courant ne circule. Pour que le courant s'amorce, il faut d'abord que des électrons soient libérés par un champ électrique, donc qu'une tension apparaisse. La tension à partir de laquelle la diode commence à conduire s'appelle tension de seuil. Sa valeur diffère suivant les matériaux : elle est de 0,6 V pour le silicium, de 0,3 V pour le germanium.

trou ; dans tous les cas, la réserve de cuivre est suffisante.

Le réglage de la durée de la temporisation se fait par P1, en fonction du temps dont vous avez besoin pour trouver l'antivol, démarrer le moteur, boucler votre ceinture et partir.

Nos joyeux drilles du laboratoire attendent les fêtes de fin d'année pour la mise au point définitive du temporisateur couplé à l'éthylomètre. 886042

Figure 3 - Le circuit imprimé occupe le minimum de surface. Le courant de la lampe est véhiculé par les pistes larges, qu'on aura intérêt à étamer soigneusement, autant pour augmenter la section du conducteur que pour protéger le cuivre contre l'oxydation et la corrosion.

