

électronique

n°58

septembre 1993

23 FF/168 FB/8,20 FS

mensuel

# ae

mieux connaître et mieux utiliser  
les interrupteurs

le calcul des  
composants  
(suite)

connaître et  
utiliser l'oscilloscope  
(suite)

construisez vous-même un mini  
**oscilloscope à LED**

avec dessin de circuit imprimé

explorez l'électronique

M2510 - 58 - 23,00 F



Illustration: Maria Franken-Rios

**STATION METEO PERSONNELLE**

**WEATHER MONITOR II**

Cette station haut de gamme réunit en un seul instrument toutes les fonctions de contrôle météorologiques :

- Températures intérieures : 0 à 60 °C
  - Températures extérieures : -45 à +60 °C
  - Direction du vent par paliers de 1° ou 10°
  - Vitesse du vent instantanée ou maximum mesurée
  - Abaissement de la température dû au vent jusqu'à -92 °C
  - Pression barométrique (avec mémoire) et indication de tendance
  - Taux d'humidité (hygrométrie)
  - Toutes ces fonctions avec mémoire des mini et maxi avec date et heure
  - Alarmes de température, vitesse du vent, abaissement de la température, tendance barométrique supérieure à 0,5, 1, et 1,5 mm de Hg par heure
  - Horloge avec date et réveil
- Autres fonctions : "scanning", changement d'unités de mesure  
 - Dimensions : 148 x 133 x 76 mm  
 - Alimentation 12 V par adaptateur 220 V (Sauvegarde mémoire par pile 9 V)



Fournie avec anémomètre, girouette, capteur de température extérieure et de pression, câbles de liaison, boîtier de jonction, adaptateur secteur, fixations et manuel d'utilisation.

**EN OPTION :**

- Mesure des précipitations (pluviomètre 7851 à vidange automatique livré avec 12 m de câble)
- Mesure de point de rosée et hygrométrie extérieure (capteur 7858 livré avec 12 m de câble)
- Interface PC pour analyse des données et statistiques avec tracé de courbes (Weatherlink 7862)



**VOUS SEREZ EN POSSESSION DE LA STATION METEOROLOGIQUE LA PLUS PUISSANTE DU MOMENT A UN PRIX DEFIANT TOUTE CONCURRENCE !**

WEATHER MONITOR II	101.5600	<b>3111<sup>F30</sup> HT</b>	<b>3690<sup>F00</sup> TTC</b>
Pluviomètre 7851	101.5603	<b>501<sup>F69</sup> HT</b>	<b>595<sup>F00</sup> TTC</b>
Capteur d'hygrométrie 7858	101.5606	<b>708<sup>F26</sup> HT</b>	<b>840<sup>F00</sup> TTC</b>
Interface WEATHERLINK 7862			
Fourni avec logiciel	101.5610	<b>1424<sup>F96</sup> HT</b>	<b>1690<sup>F00</sup> TTC</b>

**NOUVEAUX KITS...**

**KIT ALIM A DECOUPAGE 5 à 30 V / 10 A** (Décrit dans E.R.P. N° 543)  
 Le kit complet avec tore spécial, radiateur, transfo, etc ... (sans boîtier) 101.2380 **750<sup>F42</sup> HT 890<sup>F00</sup> TTC**

**CARTE INTERFACE DE COMMANDE PC** (Décrit dans ELEKTOR N° 177 / 930004)  
 8 sorties sur opto-coupleurs et / ou relais 2A laissés au choix de l'utilisateur.

Le kit	101.3280	<b>206<sup>F58</sup> HT</b>	<b>245<sup>F00</sup> TTC</b>
OPTIONS : Relais SIEMENS 5V / 2A V23040	101.3282	<b>42<sup>F16</sup> HT</b>	<b>50<sup>F00</sup> TTC</b>
Opto-coupleur CNY-17	101.7934	<b>8<sup>F26</sup> HT</b>	<b>9<sup>F40</sup> TTC</b>

**LABORATOIRE**

**CHARIOT DE LABORATOIRE**

Conçu spécialement pour oscilloscope ou système de mesure...  
 Plateau supérieur de 35 x 40 cm. Réglage de son inclinaison par crémaillère.  
 Plateau intermédiaire à glissière de 40 x 50.  
 Plateau inférieur de 40 x 50.  
 Hauteur de l'ensemble 83 cm.  
 Roulettes avec système de freinage.  
 Un plaisir à utiliser.



Le chariot 101.4090 **1517<sup>F70</sup> HT 1800<sup>F00</sup> TTC Franco**

**ALARME AUTOMOBILE**

POUR CEUX QUE LE KIT REBUTE...

**CAR-ALARM CA-8A**

Système d'alarme sophistiqué et très performant, à télécommande infra-rouge; combinant la détection par ultra-sons, la détection d'ouverture (contacts) et la consommation de courant.

Caractéristiques principales :

- Codage sur 10 bits (1024 combinaisons)
  - Sensibilité réglable
  - Sirène piezo 110 dB
  - Dim.: 36 x 128 x 99 mm
- Sorties prévues pour relais 1 RT permettant d'inhiber le démarreur, de commander les clignotants et la commande des portes.  
 Fourni avec télécommande, sirène, et tous les accessoires nécessaires



Le CAR-ALARM CA-8A 101.5370 **834<sup>F74</sup> HT 990<sup>F00</sup> TTC**

OPTIONS :

L'émetteur supplémentaire 101.5372 **160<sup>F30</sup> HT 190<sup>F00</sup> TTC**

Le relais 12 V / 1 RT 101.5369 **31<sup>F62</sup> HT 37<sup>F50</sup> TTC**

**NOUVEAU**

**Selectronic distribue les micro-contrôleurs**



PIC 16C54, PIC 16C55, PIC 16C56, PIC 16C57, PIC16C71  
 Outil de développement PIC-START, etc ...

*A SUIVRE ...*

**LES PRIX BAISSENT !...**

**ISD-1016 AP 102.4173 92.75 HT 110,00 F TTC**

Prix par quantité : N'hésitez pas à nous consulter

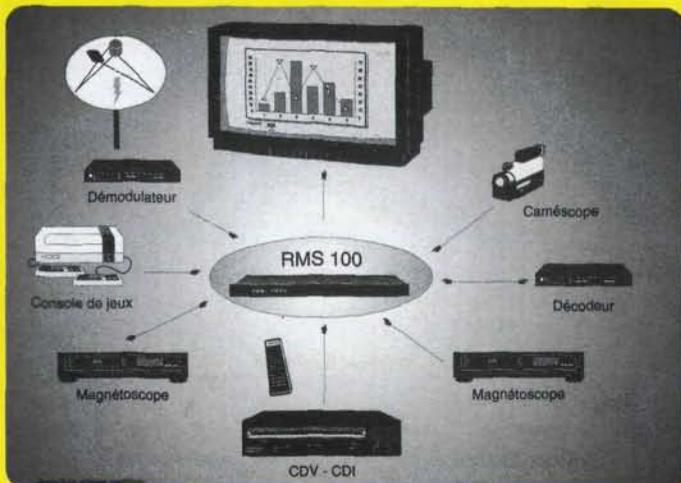
**"IL NE MANQUAIT PLUS QUE LUI !..."**

(Nous sommes réellement navrés que son absence se soit fait aussi cruellement sentir auprès des professionnels et des fans de la vidéo !)

**LE SYSTEME MULTIMEDIAS RMS 100 :**

*gère toutes vos sources vidéo,*

*gère toutes vos sources sonores ... et bien plus !*



Pour moins de 5000 F, c'est un produit HIGH-TECH compatible avec la nouvelle génération des matériels audio-visuels, et qui :

- gère la commutation de 6 sources vidéo et son stéréo distinctes
- gère tout décodeur et permet l'enregistrement téléviseur éteint
- gère la copie des quatre sources principales vers un magnétoscope sans affecter la vision d'une autre source
- possède un DECODEUR TELETEXTE donnant accès au sous-titrage, aux journaux d'informations, (avec possibilité d'impression - en option)
- est piloté par une télécommande infra-rouge fournie
- utilise votre téléviseur pour afficher les commandes, devenant ainsi votre moniteur de contrôle
- dialogue par menus déroulants pour une extrême souplesse d'emploi
- utilise les technologies les plus performantes et n'altère en rien la qualité des signaux vidéo et audio
- etc .... CECI N'EST QU'UN BREF APERCU DE SES POSSIBILITES



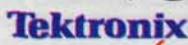
**POUR EN SAVOIR PLUS ...**

Pour mieux apprécier toutes les possibilités et les performances du RMS 100, n'hésitez pas à nous demander sa documentation détaillée.

Dans le même souci de performances et de confort, des extensions du RMS-100, sont prévues vers la HI-FI, la MICRO-INFORMATIQUE, la METEO et même la DOMOTIQUE ...

Le **RMS 100** 101.6005 4173,69 F HT **4950,00 F TTC**

Selectronic partenaire :



Les multiplicateurs ou éleveurs de tension	6
Astuce : visser dans des endroits inaccessibles	12
Connaître et utiliser les interrupteurs	30
Le calcul des composants : suite	35
Monter soi-même un autoradio	37
Connaître et utiliser les circuits de temporisation	44
Mesures à l'oscilloscope : suite	54
« Alors, sagace ? »	59
Petites Annonces Gratuites	60

au sommaire d'elex 58, septembre 1993

- 8 un anioniseur  
pour détendre l'atmosphère  
avec dessin de circuit imprimé !
- 15 un oscilloscope "de poche"  
à affichage sur matrice de LED  
avec dessins de circuits imprimés !
- 20 un économiseur d'ampoules  
à incandescence  
avec dessin de circuit imprimé !
- 23 un robot photophile (il court après la lumière pas après l'argent)  
avec dessin de circuit imprimé !
- 40 un œil magique  
comme sur les anciens récepteurs radio  
avec dessin de circuit imprimé !
- 45 un circuit d'allumage automatique des phares
- 48 un interrupteur temporisé
- 50 un interrupteur <sup>caché</sup> pour alarme automobile

**Annonces:**

B.H. ÉLECTRONIQUE p. 57 – COMPOSIUM p. 57 –  
ÉLECTRON SHOP p. 43 – J.REBOUL p. 43 –  
LAYO FRANCE p. 57 – MAGNÉTIQUE FRANCE p. 59 – MICROPROCESSOR p. 57 –  
PUBLITRONIC pp. 5, 63 et 64 –  
SÉLECTRONIC pp. 2, 61, 62, 63 et 64 –  
TSME p. 43 – URS MEYER ELECTRONIC SA p. 43 –

ouvrages et cassette vidéo disponibles chez certains revendeurs de composants,  
chez les libraires spécialisés et chez

# PUBLITRONIC

B.P. 59 - 59850 NIEPPE

UTILISEZ LE BON ENCARTÉ EN FIN DE REVUE  
PRATIQUE AUSSI, LE MINITEL 3615 + ELEX (MOT CLE PU)



## RESI ET TRANSI : LA CONQUÊTE DE L'ÉLECTRONIQUE

Ce film se déroule en quatre épisodes :

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

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

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

**PRIX : 167 F**

**L'électronique, pas de panique !** Fini le complexe d'infériorité parce que vous avez l'impression de "ne rien y comprendre à l'électronique" !

**Format : 14 X 21 cm - 184 pages - prix : 159 FF**

**Le cours technique** Etude des montages fondamentaux, conception et calcul des étages amplificateurs ou des oscillateurs. Mode d'emploi des semiconducteurs discrets

**Format : 14 X 21 cm - 112 pages - Prix 69 FF**

**RESI et TRANSI : Echec aux mystères de l'électronique** Initiation à l'électronique par la BD

**Format : 21 X 29,7 cm - 50 pages - Prix 80 FF**

**Guide des applications 1** - Applications variées d'intérêt universel. En anglais avec lexique anglais-français.

**Format : 14 X 21 cm - 350 pages - Prix : 198 FF**

**Guide des applications 2**

**Format : 14 X 21 cm - 336 pages - Prix : 199 FF**

**Guide des circuits intégrés périphériques 1** - Tout sur les périphériques des familles des 6800, 6502, 8086 et apparentés. En anglais avec lexique anglais-français.

**Prix : 14 X 21 cm - 416 pages - Prix : 215 FF**

**Le calcul des enceintes acoustiques** - Guide de réalisation "pour le constructeur d'enceintes acoustiques"

**Format : 14 X 21 cm - 136 pages - Prix 135 FF**

**Créations électroniques** - 42 montages sélectionnés parmi les meilleurs publiés dans la revue ELEKTOR

**Format : 14 X 21 cm - 296 pages - Prix 119 FF**

**Guide des circuits intégrés 1** - brochages et caractéristiques essentielles de 269 circuits intégrés. En français

**Format : 14 X 21 cm - 244 pages - Prix 159 FF**

**Les "30X circuits"** sont des recueils de schémas et d'idée pour le laboratoire et les loisirs de l'électronicien amateur. Les deux premiers "300 et 301 circuits" contiennent de nombreux inédits. Les autres reprennent en partie des montages publiés par ELEKTOR dans ses numéros Hors Gabarit.

**300 Circuits - Format 14 X 21 cm - 264 pages - Prix : 105 FF**

**301 Circuits - Format 14 X 21 cm - 376 pages - Prix : 114 FF**

**302 Circuits - Format 14 X 21 cm - 368 pages - Prix : 129 FF**

**303 Circuits - Format 17 X 23,5 cm - 384 pages - Prix : 163 FF**

Le propre du génie est de fournir des idées aux crétins quelques années plus tard (Louis Aragon).

# <sup>PAS</sup> ELEX, c'est fini!

Eh ! oui, le titre ci-dessus a beau être équivoque, c'est le dernier numéro d'ELEX que vous tenez entre vos mains. À partir du mois prochain, en effet, ELEX ne paraîtra plus sous sa forme habituelle de cahier autonome de 64 pages. Autrement dit : *ELEX, c'est bien fini !*

Tout revers a sa médaille, heureusement, et moi le goût du paradoxe : vous retrouverez donc "votre" ELEX tous les mois, dans les kiosques et, pour les abonnés, dans votre boîte à lettres, **sous la forme d'un supplément** au magazine d'électronique ELEKTOR. C'est pourquoi il n'est pas faux d'affirmer : *Elex, ce n'est pas fini !* Car ce ne sont ni les idées ni les projets qui nous font défaut, ni même l'énergie et l'enthousiasme. C'est plutôt d'un manque de lecteurs que nous aurions à nous plaindre... Un problème de fond(s) ! Après plusieurs mois d'analyse, d'étude et de réflexion, les responsables de la stratégie de notre entreprise jugent sans appel que ni la progression des ventes d'ELEX ni ses recettes publicitaires ne permettront de maintenir encore longtemps la publication autonome de cette revue d'initiation à l'électronique au niveau qui fut le sien depuis son apparition en langue française en 1988. Or une baisse de niveau nous précipiterait au cœur de la mêlée, là précisément où sévit une concurrence aussi fournie que peu embarrassée de scrupules de qualité.

C'est pourquoi il a été proposé à la rédaction d'**intégrer ELEX** dans ELEKTOR. Vous n'ignorez sans doute pas que ces deux titres sont issus d'une même équipe internationale et du même laboratoire indépendant, doté de l'appareillage de mesure moderne indispensable à la mise au point de schémas de la qualité que l'on sait. C'est de cette formule unique au monde qu'ELEX a bénéficié cinq ans durant sous sa forme actuelle, et dont il continuera de bénéficier, nous l'espérons et le souhaitons vivement, sous sa nouvelle forme intégrée. Dès octobre, les abonnés d'ELEX trouveront dans leur boîte à lettres un exemplaire du magazine... ELEKTOR, avec son nouveau supplément. En kiosque aussi on verra ELEKTOR faire le kangourou, avec une double page de couverture portant les deux logos, et à l'intérieur, bien sûr, votre supplément ELEX.

Que nos fidèles éléxéens ne se laissent pas effrayer par la réputation 'en béton' d'ELEKTOR. Car nous n'en sommes qu'à la première étape d'une évolution progressive de ce magazine de référence vers une formule renouvelée, encore plus riche, encore plus variée, adaptée aussi désormais aux besoins des lecteurs qu'ELEX satisfaisait jusqu'à présent. Après, il n'est pas impossible que l'esprit d'ELEX souffle à nouveau plus fort, et réapparaisse ici ou là sous la forme par exemple de numéros supplémentaires hors série que nous vous annoncerons à temps (dans les colonnes d'ELEKTOR) afin de vous permettre d'en réserver un exemplaire. Pour l'heure, nous vous laissons au plaisir de lire ce dernier numéro que nous ouvrons par un rappel de la loi d'or des arts et des sciences : **C'EST CELUI QUI DÉTIENT L'OR QUI FAIT LA LOI.**

DENIS MEYER

P.S. : Je remercie tous les lecteurs, souvent fidèles depuis le premier numéro, qui nous ont encouragés dans leurs lettres, par une critique constructive et des commentaires personnels - dont nous nous sommes efforcés de tenir compte dans la mesure de leur compatibilité avec nos propres idées et surtout nos moyens - mais auxquels je n'ai pas eu le loisir de répondre individuellement dans les formes qui eussent convenu. Qu'ils ne se privent pas de reprendre leur plume : nous nous laisserons volontiers inspirer par leurs conseils et leurs désirs.

The logo for ELEX, featuring the word "elex" in a stylized, lowercase, sans-serif font. The letters are filled with a red-to-white gradient and outlined in blue. The logo is set against a white background with a faint red triangle behind it.The logo for ELEKTOR, featuring the word "ELEKTOR" in a bold, uppercase, sans-serif font. The letters are filled with a yellow-to-white gradient and outlined in blue. The logo is set against a white background with a faint red triangle behind it.

Si l'on a besoin pour un montage d'une tension constante supérieure à celle que délivre le secondaire du transformateur dont on dispose, il n'est pas forcément nécessaire de changer de transformateur et encore moins conseillé de brancher son secondaire sur le secteur s'il n'est pas expressément prévu pour: même sous surveillance médicale, les secours ne le sauveraient pas. Une poignée de diodes et de condensateurs câblés en « détecteur de crête » et « translateur de potentiel » vous multiplieront la tension d'origine (alternative)... à vos risques et périls.

### *doubleur de tension Latour*

La tension continue présente à la sortie d'un bloc secteur ordinaire constitué simplement d'un transformateur, d'un redresseur et d'un condensateur de lissage est supérieure à la tension nominale, efficace, du transformateur. Si l'on néglige les seuils des diodes elle est  $\sqrt{2}$  fois plus élevée: c'est la tension de crête, appelons-la  $\hat{u}$ . Nous pouvons dire que ce dispositif, en l'absence de charge, est un détecteur de crête. Ne pourrions-nous pas disposer de la tension de crête à crête, soit  $2 \cdot \hat{u}$ ? Ce n'est pas trop demander. Sur la **figure 1** le condensateur C1 se charge lors de l'alternance positive, l'autre, C2, profite de l'alternance négative. À chacun son alternance et les diodes évitent, quand un condensateur fait le plein, que l'autre en profite pour se vider. Comme les deux condensateurs sont en série, la charge  $R_L$  (si elle n'est pas excessive) a à ses bornes la tension désirée, amputée seulement des seuils des diodes. On appelle cette sorte de montage qui détecte deux fois la tension de crête: « doubleur Latour ».

### *doubleur de tension Schenkel*

Nous avons, sur la **figure 2**, un autre type de doubleur de tension qui utilise le principe du détecteur de crête et celui dit du translateur de potentiel: c'est le doubleur

# multiplieurs de tension

de tension Schenkel. Le translateur de potentiel est constitué par C1 et D1. Lorsque la diode est passante, pendant la première alternance négative, le condensateur se charge à la tension de crête du secondaire du transformateur. Pendant l'alternance suivante, D1 est bloquée et nous sommes en présence de deux générateurs en série: le condensateur et le secondaire du transformateur. La tension à la partie supérieure du bobinage du secondaire passe de 0 V à  $\hat{u}$ . Lorsqu'elle est égale à  $\hat{u}$ , la cathode de D1 est à  $2\hat{u}$  par rapport à son anode. Elle décroît ensuite jusqu'à 0 V pour la raison que la partie supérieure du bobinage passe à  $-\hat{u}$  qui s'ajoutent au  $+\hat{u}$  que nous avons précédemment. Aux bornes de D1, la tension sinusoïdale, constamment positive, évolue entre 0 V et  $+2\hat{u}$ . La diode D2 associée à C2 constitue un détecteur de crête et, aux bornes de ce condensateur, la tension est constante et égale à  $2\hat{u}$ , si l'on néglige la chute de tension due aux diodes. Le résultat est cependant un peu différent de celui obtenu à l'aide du doubleur de tension Latour.

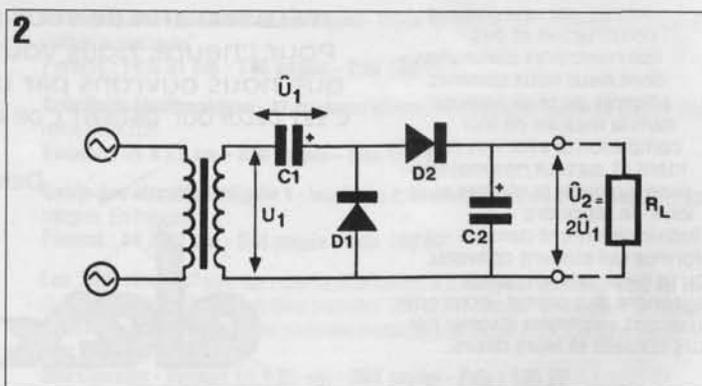
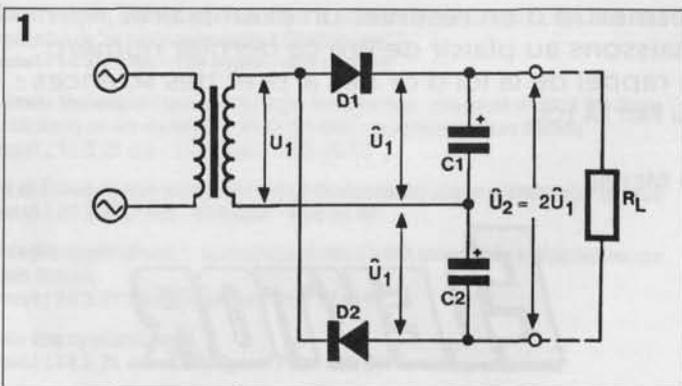
### *Schenkel en cascade \**

Le principe de Schenkel, appliqué en cascade, permet de faire monter plus haut la tension. C'est ainsi que sont fabriquées les hautes tensions nécessaires au fonctionnement de certains tubes cathodiques ou d'ioniseurs par exemple. La **figure 3**

compte trois doubleurs de tension. La tension de sortie est de l'ordre de six fois la tension de crête  $\hat{u}$  du secondaire du transformateur. Comme cette représentation n'est pas des plus lisibles, on lui préfère dans la littérature celle de la **figure 4**. Nous en étions restés avec le doubleur de tension à  $2\hat{u}$  aux bornes de C2. Nous en aurons autant aux bornes de C3, qui se charge par l'intermédiaire de D3 sous la tension  $\hat{u}$  du transformateur, à laquelle s'ajoutent les  $2\hat{u}$  aux bornes de C2, dont on retranche  $\hat{u}$  de C1: la différence de potentiel entre le point G et le point B du transformateur, choisi comme référence, est de  $3\hat{u}$ . Le générateur constitué par ce dernier condensateur et le secondaire du transformateur permet d'obtenir une tension de quatre fois la tension de crête au point D, cinq fois au point H: nous pourrions ainsi continuer longtemps. Arrêtons-nous là pour l'instant et voyons quels composants permettent d'y parvenir.

### *le choix des composants*

De tels dispositifs redresseurs ne présenteraient aucun intérêt s'ils ne pouvaient débiter du courant, comme n'importe quelle alimentation. Le choix des condensateurs dépend de son intensité maximale pour laquelle la sortie ne doit pas se mettre à genoux. Il serait inutile de faire atteindre des sommets à la tension à vide si nous ne pouvions pas la conserver en charge. La capacité des condensateurs doit

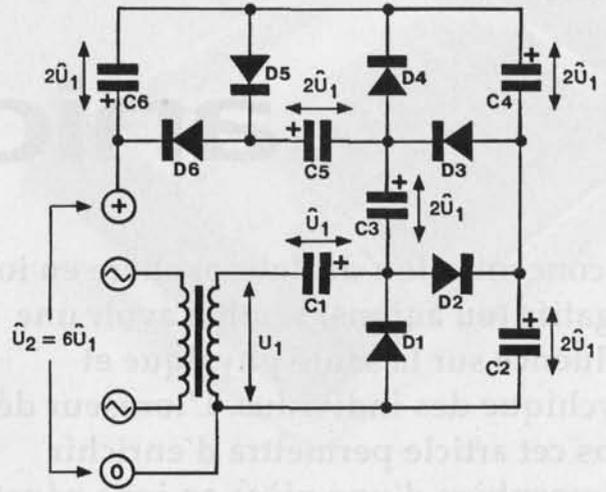


donc être suffisante pour maintenir la différence de potentiel constante aux bornes de la charge maximale. Dans le cas des doubleurs de tension, on applique une règle empirique qui prescrit une capacité de  $4,7 \mu\text{F}$  par mA d'intensité. La capacité des condensateurs d'un doubleur de tension qui délivrerait 20 mA serait donc de  $100 \mu\text{F}$  ( $20 \cdot 4,7$ ). Pour un montage comme celui de la **figure 4**, la même règle devrait fonctionner, mais, même si l'on arrive à obtenir une tension efficace à peu près stable, l'ondulation résiduelle croît comme le cube du nombre de cellules. Les tensions de service seront en tout cas supérieures à deux fois la tension de crête  $\hat{u}$ . Quelles diodes choisir? Des diodes capables de supporter l'appel de courant à la mise sous tension... qu'il est préférable de limiter par une résistance en série avec le secondaire du transformateur. Elles auront aussi à subir deux fois la tension de crête  $\hat{u}$ , en inverse: les diodes de la série 1N400X ont des caractéristiques satisfaisantes si les applications ne dépassent pas le domaine des très basses puissances (de l'ordre de la dizaine de volts au secondaire pour moins d'un ampère de débit).

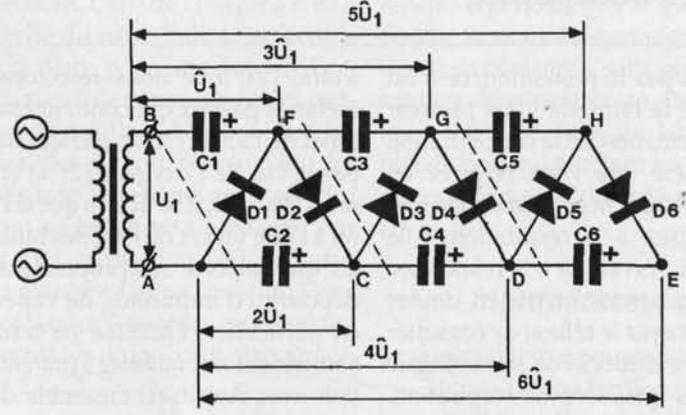
**domaine d'utilisation et inconvénients**

Pourquoi ne pas se passer tout simplement de transformateur pour fabriquer directement ces "hautes tensions" à partir du secteur, ou ne pas utiliser un transformateur élévateur de tension, ou... Pour de simples raisons de sécurité et de matériel. Un transformateur dont le rapport de transformation est de 22 permet d'obtenir, à partir de la tension du secteur une tension de  $220/22 = 10 \text{ V}$ . S'il n'est pas réversible et que l'on prenne le secondaire pour primaire, il y a des chances pour qu'il ne le supporte pas: les spires du secondaire sont 22 fois moins nombreuses que celles du primaire et leur résistance, beaucoup plus faible, laisse passer un courant beaucoup plus important. Si les fusibles de l'installation ne grillent pas, vous risquez gros. Ensuite, pour un transformateur de classe I par exemple, la tension d'isolement est de 2120 V au maximum, or la tension obtenue au secondaire est de  $220 \times 22$ , soit 4840 V: l'isolant va claquer et les enroulements se mettre en court-circuit. Si vous n'y laissez pas la vie, celle du transformateur est fortement compromise. Il est heureux que dans ce cas ce soient

**3**



**4**



les fusibles de l'installation qui prennent, mais il n'est pas garanti que le transformateur n'ait pas le temps d'en souffrir. Il y a des décennies que les fabricants de téléviseurs n'utilisent plus la tension du secteur pour obtenir la très haute tension nécessaire à l'anode du tube cathodique. Cette haute tension (25 kV, 1 mA) leur est fournie par le secondaire d'un transformateur, au primaire duquel le retour du balayage ligne provoque une surtension à la fréquence de 15625 Hz. Les oscilloscopes en revanche utilisent des dispositifs semblables à ceux que nous avons décrits pour alimenter les anodes de leur tube cathodique. Ils les utilisent parce qu'ils ne mettent pas en œuvre des puissances élevées. Nos multiplicateurs de tension présentent en effet de graves défauts. En premier lieu, leur résistance intérieure est très élevée, raison pour laquelle la tension de sortie ploie rapidement sous la charge, même si les condensateurs sont surdimensionnés. L'ondulation, comme nous l'avons dit plus haut, augmente ensuite avec le nombre de modules à un niveau rapide-

ment intolérable pour certaines applications. Le plus intéressant des multiplicateurs de tension est sans conteste le doubleur, impeccable s'il ne doit pas débiter des courants d'intensité trop élevée. Il est conseillé, pour maintenir l'ondulation dans des limites tolérables, de le faire suivre de stabilisateurs de tension. Rappelons pour terminer que ces multiplicateurs de tension sont des circuits redresseurs qui ne peuvent être alimentés que sous tension alternative: câblez autant de multiplicateurs de tension aux bornes d'une pile ou d'une batterie que vous le désirez, votre élevage est voué à la faillite (et ça n'a rien à voir avec la PAC). Enfin, si vous n'aimez pas les châtaignes n'oubliez pas que si l'intensité tue, une différence de potentiel élevée peut fortement secouer... Ne montez pas trop haut sans prendre de précautions! Voyez-en l'application qui vous est proposée dans ce même numéro sous le titre « anioniseur ».

\* Dite de Villard (le plus souvent), Greinacher, Crokroft, Bouwers etc. suivant les auteurs.

896053

# anioniseur

La concentration de l'atmosphère en ions négatifs (ou anions) semble avoir une influence sur la santé physique et psychique des individus. L'ioniseur décrit dans cet article permettra d'enrichir l'atmosphère d'une pièce en ions négatifs et, en conséquence, d'améliorer l'humeur de ses occupants.

attention ! 4000 V !

Nous n'avons pas la prétention, ce n'est pas le lieu de le faire, de vous prouver qu'une augmentation de la concentration de l'atmosphère que vous respirez en anions (ions chargés négativement) la rendra plus propice à la respiration, à la méditation, au travail ou à la relaxation. Nous vous laisserons même en douter pour que vous ayez le réflexe de consulter à ce sujet votre médecin ou son collègue spécialiste des questions de respiration. Pour nous, qui disposons depuis peu de la climatisation, c'était une question de survie : les collègues partisans de l'anionisation exigeaient que nous fissions notre possible pour enrichir l'atmosphère en ions négatifs. Nous l'avons fait, pour avoir la paix, et vous fournirons les arguments invoqués par les demandeurs.

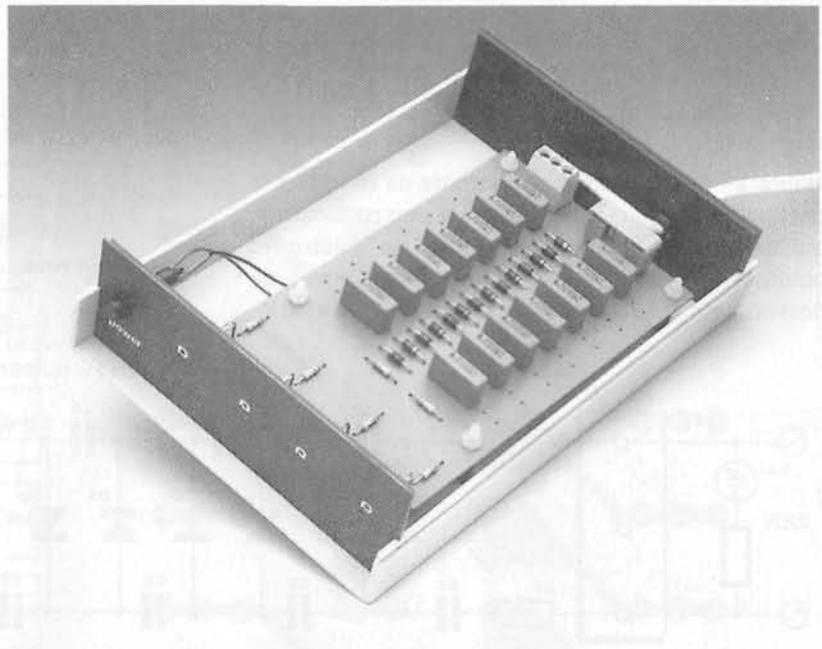
Voilà, l'air que nous respirons est un mélange gazeux qui contient essentiellement de l'azote (78%), gaz qui ne permet pas la vie, de l'oxygène (21%) et des gaz rares (1%). Or, il se trouve que si l'on fournit à l'être vivant de l'ère des buildings un air qui respecte ces proportions, un air dépourvu d'impuretés, de vapeur d'eau en particulier, l'homme ne tarde pas à souffrir du *sick building syndrome* (rien à voir avec Amritsar) ensemble de signes pathologiques communs à tous les ouvriers et employés du même bâtiment dont l'atmosphère est dépourvue d'un corps utile à leur santé : ils sont si malades qu'ils viennent à douter des bienfaits du travail et se font porter pâles. On améliore donc sa composition, celle de l'air, à l'aide d'humidificateurs et on constate la

cessation des malaises. La raison à ceci serait que l'air ayant barboté dans l'eau d'un humidificateur se serait enrichi en ions oxygène ( $O^{2-}$ , lire *O deux moins*), atomes d'oxygène ayant adhéré au parti des anions, ions chargés négativement, après avoir capturé deux électrons pour donner à leur couche électronique la plus externe la configuration de celle du gaz rare le plus proche dans la classification périodique des éléments, le néon. On dit même, (à Lannion peut-être), que l'air comprimé contenu depuis trop longtemps dans les bouteilles des plongeurs de la Royale ne leur permettrait pas de respirer correctement pour la raison que les anions d'oxygène auraient, au contact du métal de la bouteille, été oxydés (ils auraient perdu leurs électrons surnuméraires). On aurait même prouvé, dans un lointain laboratoire, que l'oxygène de l'air ne passait dans le sang qu'en présence d' $O^{2-}$  en très petite proportion.

On peut lire aussi que le passage d' $O^{2-}$  dans le sang élève son pH (on s'en serait douté puisque les chimistes considèrent cet anion comme l'une des bases les plus fortes), qu'il stimule la fabrication des globules rouges et – argument décisif, auquel tous les individus trop bien nourris de nos latitudes sont sensibles – qu'il fait baisser le taux de cholestérol. « Et sur le psychisme ? » Les anions oxygène auraient un rôle indiscutable dans le métabolisme d'un neuro-transmetteur, la sérotonine, ils toucheraient donc par son intermédiaire au système nerveux central, et, en provoquant une diminution de son taux dans l'organisme, amélioreraient l'humeur des individus.



Si vous êtes convaincu qu'un "anioniseur" vous est nécessaire, encore faut-il le bien réaliser. Ce qui veut dire, puisque l'atmosphère contient surtout de l'azote, qu'il n'en favorisera pas l'oxydation (les oxydes d'azote sont nocifs), ni la formation d'ozone ( $O_3$ ), gaz oxydant dont l'odeur et les effets (irritation des voies respiratoires par exemple) indisposent. Sans utiliser la machine de Wimshurst (trop bruyante) ni de radioéléments (trop coûteux) nous vous proposons une machine électrostatique qui enrichira votre air en anions et le rendra, à la pollution près, aussi riche que celui de la montagne.



### haute tension

Donnons au problème une allure scientifique: disons ce que nous désirons obtenir et supposons que la machine que nous allons fabriquer permette de l'obtenir. Pour réduire une molécule d'oxygène  $O_2$  à l'état d'anions  $O^{2-}$  (une paire chaque fois), il faut d'abord la casser et ensuite lui fournir quatre électrons. Comment faire? Casser la molécule, c'est possible, par effet de champ. Soumise à un champ électrique très intense, la molécule d'oxygène se casse en deux, c'est ce que l'on constate lors de la formation d'un arc électrique: les molécules d'oxygène se cassent et leurs atomes se recombinent pour former de l'ozone, constitué de trois atomes d'oxygène ( $O_3$ ). Nous ne voulons pas d'ozone et pouvons supposer n'en obtenir que si la réaction est visible, s'il y a formation d'un arc ou d'étincelles (décharge disruptive). Si la puissance du dispositif est faible et si la distance entre les électrodes est assez grande nous pouvons supposer que la formation de ces gaz sera réduite au minimum. Les atomes d'oxygène O ne sont pas ionisés, ce qui veut dire que les charges électriques (positives) de leur noyau sont équilibrées par celles (négatives) de leur nuage électronique. Ça n'est pas satisfaisant pour la configuration électronique de cet atome qui tend à prendre celle du gaz rare le plus proche dans la classification périodique des éléments (on la trouve éventuellement dans un dictionnaire illustré à l'article "éléments"). Le gaz rare le plus proche de l'oxygène est le néon dont le nuage électronique est constitué de dix électrons alors que celui de l'oxygène n'en a que huit. Ces électrons se disposent en couches et sous couches. Les couches les plus proches du noyau sont en principe complètes (saturées) et

seule la couche la plus externe nous intéresse. Elle n'est complète que si elle compte huit électrons. Celle de l'oxygène n'en a que six, celle du néon huit. L'oxygène a donc de la place pour une paire d'électrons qu'il ne refusera pas si nous les mettons à sa disposition. Nous ne les lui fournirons pas sur un plateau, qui les retiendrait trop fortement, mais sur des pointes qui les laisseront s'écouler si leur potentiel (par rapport au sol) est suffisamment élevé en valeur absolue. Vous pourrez constater l'existence au voisinage de ces électrodes d'un « vent électrique »

### Pour une électrolyse de l'air dans le but d'enrichir l'atmosphère respirable en ions négatifs (anions)

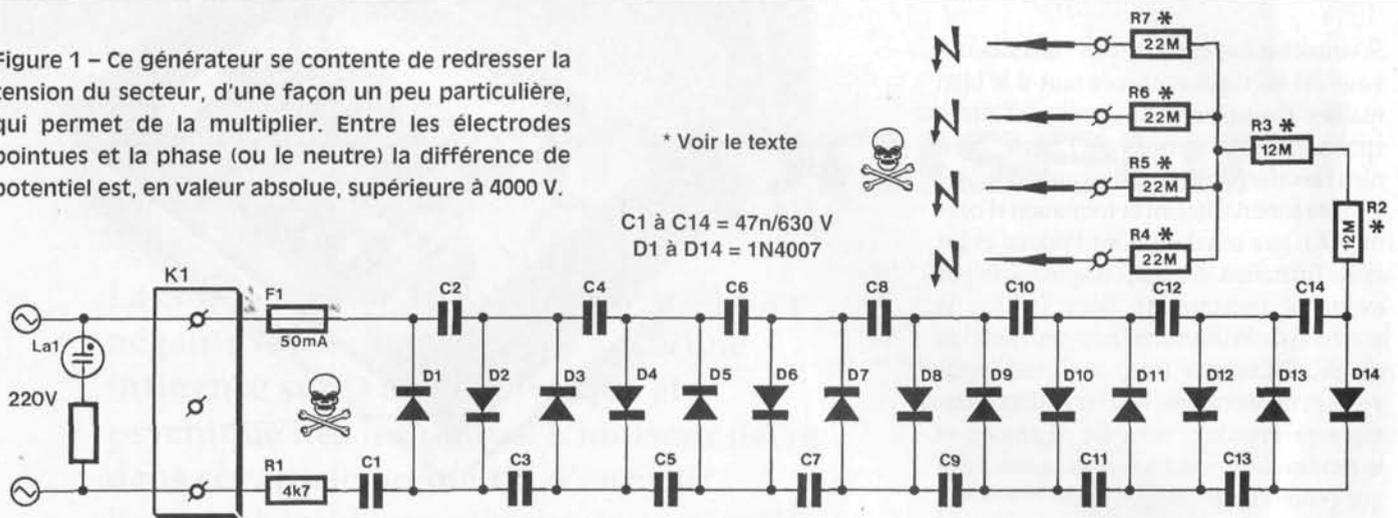
si vous en approchez la flamme d'une bougie: les ions de même signe que les charges disponibles à l'extrémité d'une pointe sont repoussés et provoquent un courant d'air capable de coucher la flamme. En conclusion, pour arriver à nos fins, il nous faut un générateur de faible puissance mais qui nous permette d'établir entre la terre et des pointes (négatives par rapport à elle) une grande différence de potentiel continue. Nous aurons ainsi un champ électrique élevé, capable de casser des molécules d'oxygène qu'il nous sera possible d'électriser négativement par "influence" si elles se trouvent au voisinage des pointes. Nous ne garantissons pas la stabilité des anions d'oxygène ainsi formés, nous savons cependant qu'ils auront tendance à ce déplacer vers l'ionosphère sous l'effet du champ électrique atmosphérique (l'ionosphère est positive

par rapport à la terre) ce qui évitera à leur concentration de devenir excessive. Ne répétez cependant pas ce que vous venez de lire, si vous êtes enseignant (ou étudiant) par exemple, sans prendre la précaution de consulter un électrochimiste (on en trouve dans les laboratoires de métallurgie qui étudient les phénomènes de corrosion et de protection contre celle-ci).

### multiplicateur de tension

Le générateur que nous voulons fabriquer fournira une tension de l'ordre de 4000 V, suffisamment élevée pour nos objectifs, insuffisante pour effectuer la synthèse d'ozone ou d'oxydes d'azote, impropres à la consommation. Un autre article de ce même numéro vous explique comment procéder à l'aide d'un redresseur un peu particulier, constitué d'une cascade de doubleurs de tension Schenkel. Il est, comme nous le déconseillons dans ce même article, branché sans intermédiaire sur le secteur, ce qui nous amènera à reparler de sécurité. Voyez-le sur la **figure 1**. Comparé à celui que nous rappelons sur la **figure 2** il apparaît un peu différent. Sans parler de la façon dont les diodes sont représentées, au garde-à-vous, ce qui ne change rien à leur façon de travailler, le premier condensateur C1 est branché entre un pôle du secteur et l'anode de D1 au lieu de la cathode. Il se chargera donc lors des alternances positives et fonctionnera en générateur en série avec le secteur, lors des alternances négatives. Le pôle moins de notre générateur sera donc à l'anode de la dernière diode, D14, au lieu de se trouver à l'entrée, au neutre ou à la phase du secteur, sur le bornier K1 puisqu'il n'y a pas de transformateur. Le nombre de compo-

Figure 1 - Ce générateur se contente de redresser la tension du secteur, d'une façon un peu particulière, qui permet de la multiplier. Entre les électrodes pointues et la phase (ou le neutre) la différence de potentiel est, en valeur absolue, supérieure à 4000 V.



sants est aussi différent et la différence de potentiel plus importante. Nous savons (reportez-vous à l'article cité ou à la figure 2) que la différence de potentiel aux bornes de chaque condensateur est égale à deux fois la tension de crête, ou à la tension de crête à crête, ici du secteur. Cette tension est égale au double de la tension efficace ( $220\text{ V}$  ou  $230\text{ V}$ ) multipliée par la racine de 2 (les multiplications peuvent se faire dans le désordre). La tension de crête est de  $220\sqrt{2} = 311\text{ V}$  et la tension de crête à crête de deux fois la tension de crête, soit  $622\text{ V}$ . En régime établi, c'est-à-dire une fois que tous les condensateurs sont chargés, la différence de potentiel entre l'armature de gauche du premier (C2) et l'armature de droite du dernier est de - il y a sept condensateurs sur cette branche - sept fois  $622\text{ V}$  soit de  $4350\text{ V}$  (rajoutez le signe "moins" si vous le désirez). Elle est en fait le plus souvent inférieure, ne serait-ce qu'à cause des seuils de diodes et d'une ondulation importante: imaginez le condensateur qu'il faudrait pour la lisser, un condensateur dont la tension de service soit au moins égale à cette différence de potentiel. Si on le réalisait avec une série de condensateurs de tension de service inférieure, la capacité résultante serait inférieure à celle du plus petit ou, s'ils étaient identiques, celle d'un seul divisée par leur nombre. Il ne faut pas songer à supprimer cette ondulation qui ne présente ici aucun inconvénient. Il existe une autre façon de compter pour évaluer la différence de potentiel disponible qui est aussi égale au nombre de diodes multiplié par la tension de crête de l'alimentation soit 14 fois  $220\sqrt{2}$ . Il va de soi que l'utilisation d'une pareille tension nécessite un minimum de précautions.

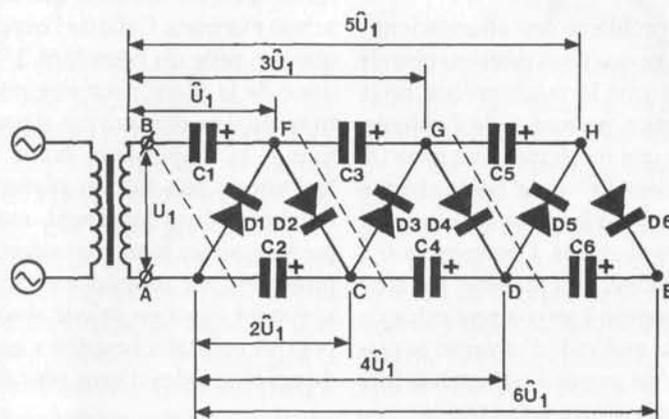


Figure 2 - Multiplicateur de tension tel qu'on le trouve représenté dans la littérature technique, le plus souvent sous le nom de « cascade de Villard ».

### mesures de sécurité

Tel que nous l'avons décrit, le montage ne fonctionnera pas sans problème. Dès la mise sous tension, l'appel de courant, uniquement limité par la résistance des diodes, sera d'une telle intensité que tout sautera, à commencer, c'est souhaitable, par les fusibles de l'installation domestique. Il faut donc la limiter sérieusement, à un peu moins de  $50\text{ mA}$ , à l'aide de R1. Le fusible est, malgré cette précaution, absolument et légalement nécessaire, mais puisque la législation laisse le choix entre un fusible rapide et un fusible lent, autant prendre ce dernier modèle. Voilà la survie du montage assurée, reste celle des personnes. Supposons qu'au pire une personne établisse le contact entre une électrode et la terre. Sa résistance électrique, mesurée à l'ohmmètre, est très grande, il n'en est cependant plus de même sous  $220\text{ V}$  où il faut compter  $1\text{ k}\Omega$ . Sous  $4000\text{ V}$ , avec le courant qui circule, le choc est assuré et le danger mortel. Si personne ne touche les

électrodes la circulation du courant, infime, est inférieure à  $200\text{ }\mu\text{A}$ . Nous pouvons donc, sans diminuer la tension disponible sur les électrodes, les faire précéder de résistances importantes. Celles-ci, R2 à R7, ne sont pas des "quart-de-watt" ordinaires, qu'on ne trouve d'ailleurs pas facilement, et vous devriez comprendre pourquoi si vous y réfléchissez, dans ces valeurs très élevées. Elles existent cependant, en fabrication spéciale, dite haute tension, sous la dénomination VR25, qui peuvent supporter  $1600\text{ V}$  ou VR37 qui tiennent sans problème sous  $3000\text{ V}$ . Si vous tenez à utiliser des résistances ordinaires, du type SFR25, qui sont prévues pour des tensions inférieures à  $350\text{ V}$ , câblez-en une bonne dizaine en série... Vous en convenez, ce ne serait pas très malin et puisque les composants existent, à des prix dérisoires, autant les utiliser, d'autant que... Regardons encore une fois le schéma: si quelqu'un touche l'armature droite de C14, il est en contact avec la phase ou le neutre du secteur, au moins pendant une alternance sur deux, par

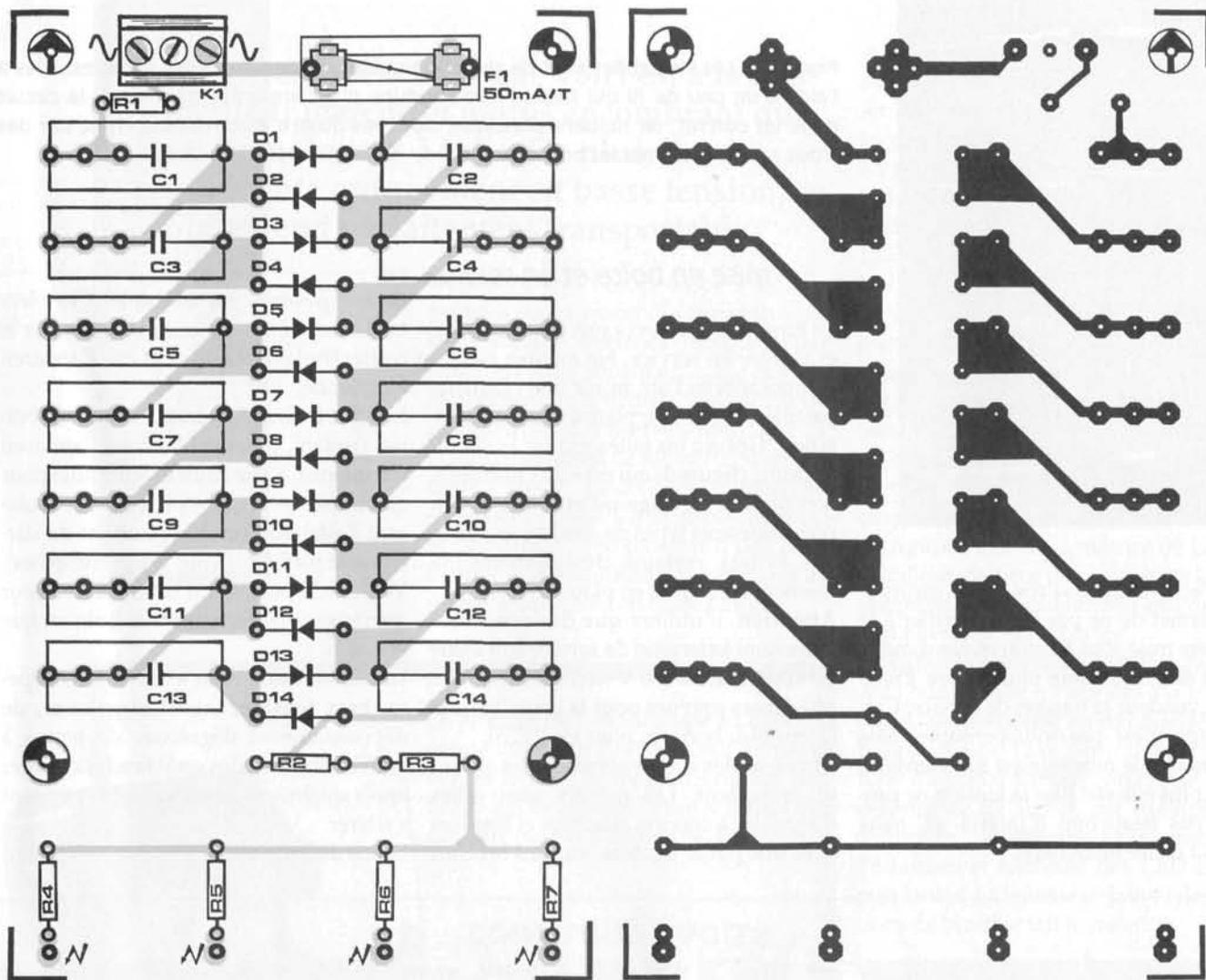


Figure 3 - Les condensateurs et les résistances à monter sur ce circuit imprimé seront des composants prévus pour la "haute tension".

## liste des composants

R1 = 4,7 kΩ  
 R2, R3 = 12 MΩ/type VR25 (1600 V DC)  
 R4 à R7 = 22 MΩ/type VR25 (1600 V DC)

C1 à C14 = 47 nF/630 V

D1 à D14 = 1N4007

F1 = fusible 50 mA T

La1 = voyant néon 220 V avec résistance incorporée

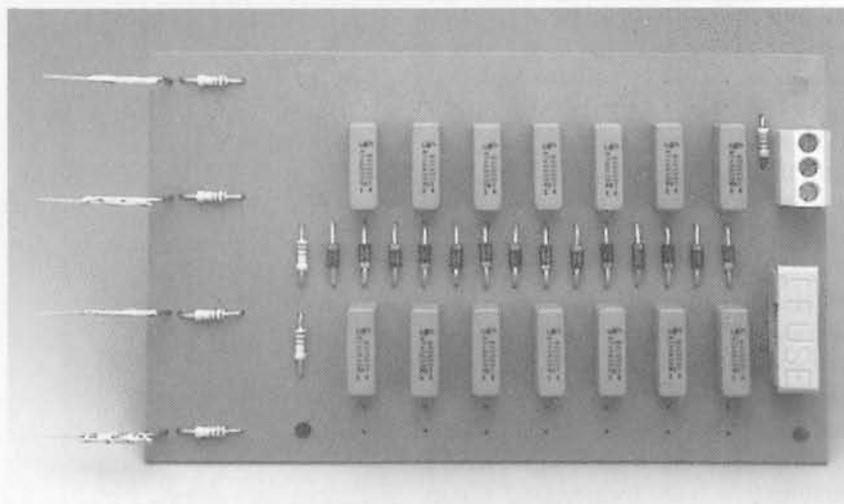
K1 = bornier à trois contacts, au pas de 5,08 mm

Coffret plastique (Velleman D30 par exemple : 40 × 120 × 170 mm)

Figure 4 - Le prototype de l'anioniseur qui se câble en moins d'une demi-heure.

l'intermédiaire des diodes qui ne provoquent pas une chute de tension supérieure à quatorze seuils de diodes. Si vous tenez vraiment à vous sonner, mettez le doigt dans la prise mais abstenez-vous de nous lire... Nooooo! Ne les mettez pas, nous plaisantons!

Dernier point, La1, qui rappellera quelques souvenirs à ceux qui ont fréquenté les tubes. Un point dans le dessin de cette lampe signifie qu'elle contient du gaz, en principe du néon. Vous le verrez à la mise sous tension si sa lueur est rouge-orangée. Rien ne vous empêche de l'appeler « diode à gaz », nom qu'elle eut autrefois, bien qu'elle ne soit pas polari-



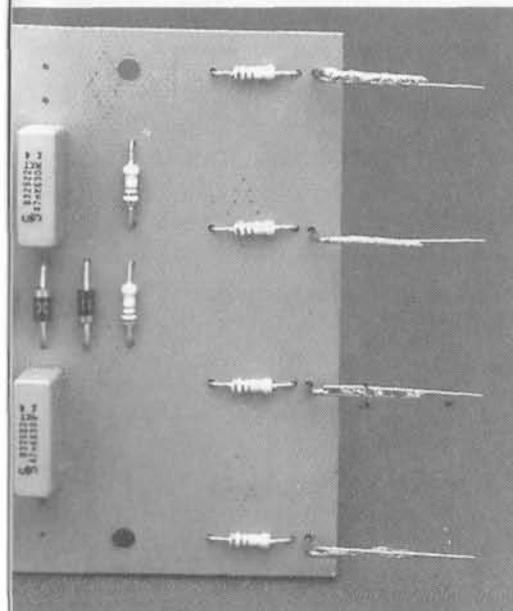


Figure 5 – Les électrodes sont de simples aiguilles (à coudre, ou des épingles) liées à l'aide d'un peu de fil qui facilite leur soudure. Il est impératif de monter le circuit dans un coffret, de matière plastique, dont les quatre électrodes sortent par des trous sans en toucher les bords.

sée. L'acheter avec sa résistance incorporée, permet de ne pas la faire griller à la première mise sous tension en cas d'oubli, et c'est électriquement plus propre. Précisez au vendeur la tension de service. Cette lampe n'est pas indispensable mais avertira que le montage est sous tension. Qu'en plus elle stabilise la tension ne présente pas beaucoup d'intérêt ici, mais méritait d'être mentionné.

### mise en boîte et en service

La mise en boîte devra précéder les essais et la mise en service. Ne montez pas les composants en l'air, ni sur une plaquette pastillée, ni sur une platine d'expérimentation. Gravez ou faites graver le circuit imprimé (figure 3) qui est « aux normes ». Son plan de perçage est en outre prévu pour différents types de condensateurs, ce qui évitera certains désagréments au moment de la mise en place.

**Attention**, n'utilisez que des condensateurs dont la tension de service soit égale ou supérieure à 630 V (en continu) et des résistances prévues pour la haute tension (corps bleu horizon, pour les VR25).

Voyez sur les clichés comment les choses se présentent. Les pointes sont celles d'aiguilles à coudre, attachées et soudées avec une petite ligature, sur des broches

de composants par exemple. Ces électrodes ne doivent en aucun cas toucher le coffret (isolant) si l'on veut que l'appareil fonctionne.

Lorsque le circuit est installé dans son boîtier (isolant, répétons-le) fixez l'appareil sur un mur, à une hauteur suffisante pour que même les grandes personnes ne puissent l'atteindre (inutile pourtant de surélever le plafond si vous le jugez trop bas). Veillez à le pourvoir d'un cordon secteur qui résiste à la traction, moulé, autant que possible.

La maintenance, pour terminer, s'occupera, **hors tension**, faut-il le préciser, de dépoussiérer et dégraisser de temps à autres les électrodes qu'il faudra changer après quelques années car elles peuvent s'altérer.

Bonne atmosphère!

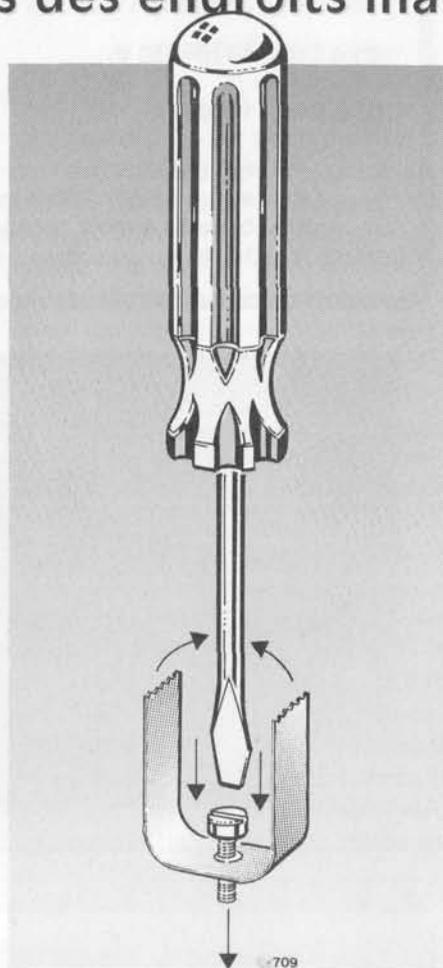
896116

## astuce

### visser dans des endroits inaccessibles

Un bricoleur, débutant ou averti, se trouve un jour ou l'autre confronté au problème de remettre une vis à un endroit aussi inaccessible aux pinces d'Adam qu'à celles de Bruxelles ou d'ailleurs. Rien à faire pour que la vis retrouve sa place. Ne parlons pas des rondelles qui l'accompagnent et qui tombent régulièrement chaque fois que l'on tente une approche – n'en parlons pas, puisque là, vous auriez dû les coller avec une goutte de vernis (à ongles) par exemple – La solution bien sûr, c'est le tournevis aimanté. Manque de chance, la vis ici est faite d'un matériau non magnétique. Il existe aussi des tournevis pourvus de griffes, encore faut-il en avoir un, encore faut-il que ses griffes serrent assez...

Continuons notre exploration car le domaine est vaste. Les bricoleurs avertis trouvent leur salut (faut-il qu'ils soient sveltes) dans une longueur de tuyau de plastique à l'extrémité duquel ils fixent la vis. Là, si vous en trouvez d'assez rigide, tant mieux pour vous. Un bon grippe-fil? Combien y on laissé leurs griffes? C'était



un peu rude pour eux. Ne gaspillez plus votre temps ni vos outils, vous allez user le soleil. La solution est dès aujourd'hui à portée de main. La solution? Elle tient dans un rouleau de ruban adhésif. Découpez-en une longueur d'environ 6 cm. Enfoncez la vis en son milieu, face collante tournée vers la tête (de vis) et pas (de vis) de l'autre côté. La vis est maintenant pourvue de deux ailes que vous repliez et collez sur la lame de l'outil. Vous pouvez encore consolider la fixation en enroulant du ruban adhésif autour de la lame et de la tête de la vis. Lorsque vous jugez que l'ensemble est suffisamment solide, vous pouvez y aller. Ne vissez pas complètement, arrêtez-vous à mi-chemin, lorsque la vis est assez engagée pour que vous puissiez, sans l'arracher, retirer le tournevis et le reste de ruban adhésif. Terminez sans forcer plus que nécessaire, il est possible que vous ayez un jour à dévisser. 87709

**L'oscilloscope à LED que voici est à la fois meilleur marché et moins encombrant que ses homologues à tube. De plus, il s'alimente uniquement en basse tension, ce qui le rend parfaitement transportable.**

Naturellement, l'oscilloscope à LED ne peut pas concurrencer des appareils à plusieurs milliers de francs (français). Pourtant, il est parfaitement utilisable dans des applications où la fréquence maximale des phénomènes à observer n'est que de quelques dizaines de kilohertz. Il est pratique aussi pour des utilisations « mobiles » puisqu'il n'a pas besoin de prise de courant ; il se contente d'une petite batterie d'accumulateurs puisqu'il est alimenté uniquement en basse tension.

de sources lumineuses permet de composer n'importe quelle image. La grande différence entre l'oscilloscope et les journaux lumineux est qu'ici, une seule des LED est allumée à la fois. La courbe visible nous fait croire qu'il y a plusieurs LED allumées, mais cela tient à la persistance rétinienne. Sur un journal lumineux, au contraire, les LED peuvent être allumées en même temps.

Une bonne raison, s'il n'en fallait qu'une, pour utiliser des LED, est qu'elles sont beaucoup moins chères qu'un tube. Vous les trouverez, par quantité, à moins d'un demi-franc pièce, ce qui signifie que l'affichage coûtera moins de 80 francs.

La **figure 1** montre la matrice de LED de l'oscilloscope. Leur disposition sur le schéma correspond exactement à leur disposition physique sur la platine.

Nous trouvons, comme il se doit, l'axe des X à l'horizontale et l'axe des Y à la verticale. L'axe horizontal est commandé par la base de temps, l'axe vertical par l'amplitude du signal à représenter. Une forme déterminée de signal, par exemple un sinusoïde, est obtenue simplement par l'éclairage successif des LED correspondantes. La lenteur (relative) des réactions de la rétine fait le reste.

*l'idée*

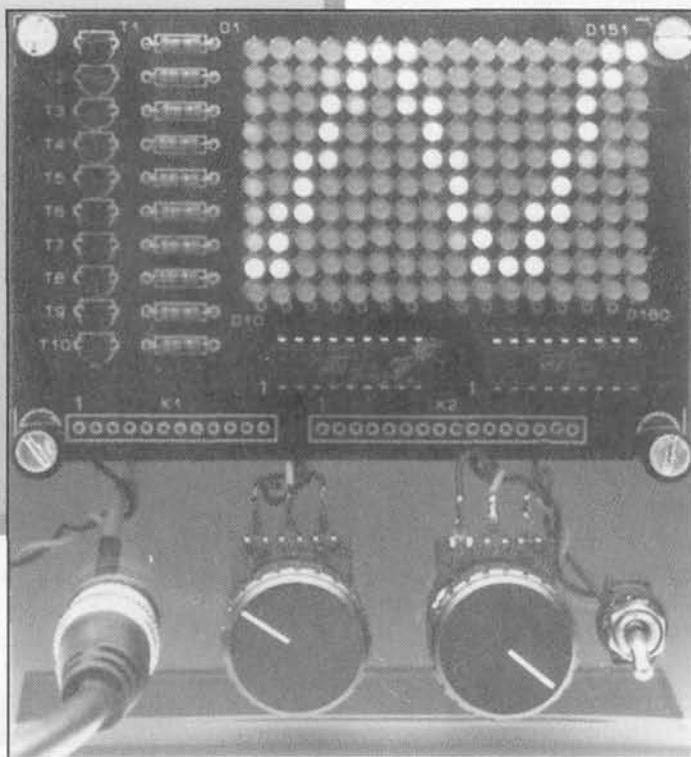
Le principe de l'oscilloscope à LED est le même que celui des journaux lumineux sur les façades de magasins ou des panneaux qui indiquent l'heure et la température aux péages d'autoroute. Une matrice



construisez votre

# oscilloscope à LED

avec un écran plat à LED au lieu du tube cathodique



L'éclairage des LED est commandé d'une part par les transistors T1 à T10 visibles à gauche du schéma, d'autre part par les réseaux de transistors (darlington) des circuits intégrés IC1 et IC2. Le système de pilotage des LED ne fait pas partie de l'affichage, il se trouve sur une deuxième platine et un deuxième schéma, que nous verrons plus loin.

Supposons par exemple qu'il faille allumer la LED D151 (dans le coin supérieur droit). Il faut pour cela que le transistor T1 conduise et que simultanément la broche 11 d'IC2 soit à l'état bas, c'est-à-dire que le darlington dont le collecteur est relié à la broche 11 soit conducteur. Par l'intermédiaire du transistor T1, la LED reçoit du côté gauche, sur son anode, une tension d'alimentation positive de 10 volts. De l'autre côté, sa cathode est reliée à la masse. Le courant qui circule à travers la LED est limité par la résistance R1, faute de quoi elle ne tarderait pas à rendre l'âme.

L'électronique de commande est conçue de telle façon qu'un seul des dix transistors soit conducteur à la fois. De même, une seule des sorties des deux circuits intégrés IC1 et IC2 peut être basse à la fois. Il ne peut donc y avoir qu'une seule LED allumée, comme prévu.

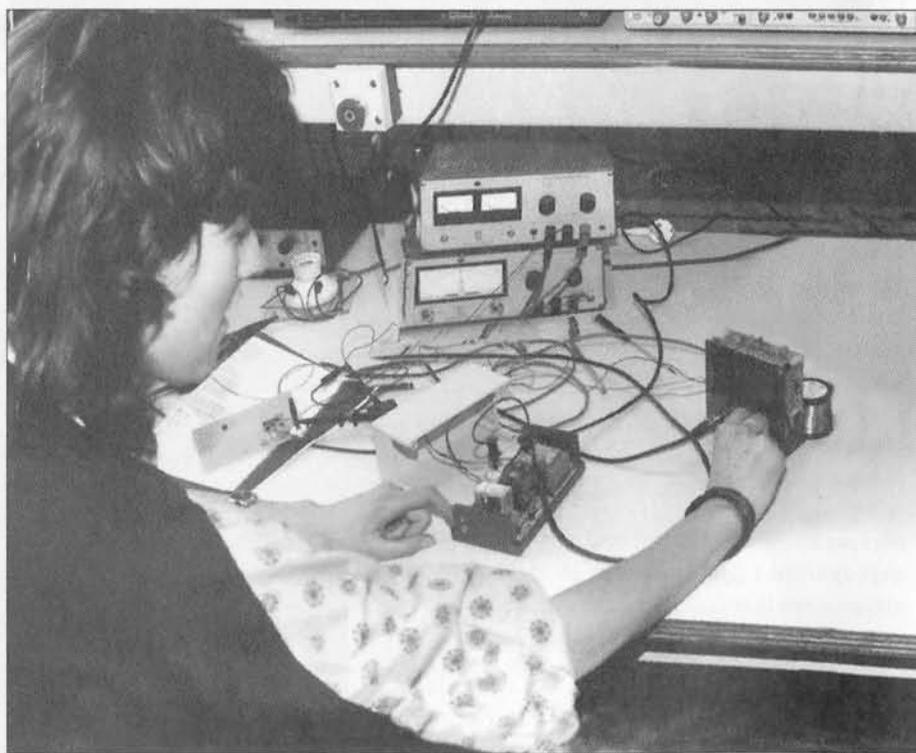
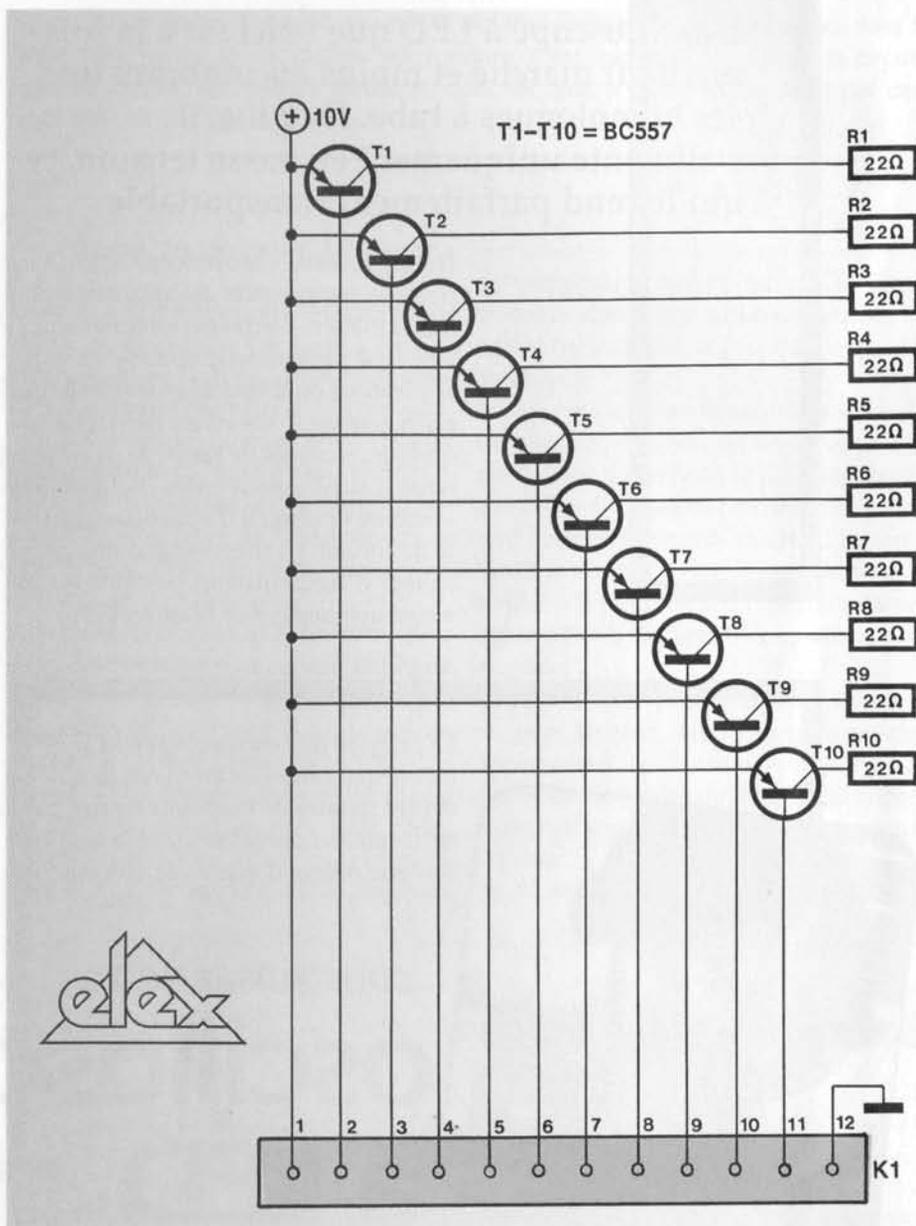
Pour mettre en conduction un des transistors de la rangée T1 à T10, il faut appliquer un niveau « bas » à sa base. En effet, ce sont des PNP, dont l'émetteur est relié au pôle positif de l'alimentation. Pour faire conduire un des darlington d'IC1 ou IC2, il faut appliquer un niveau « haut » à l'entrée correspondante : la broche d'entrée est reliée par une résistance intégrée à la base du darlington.

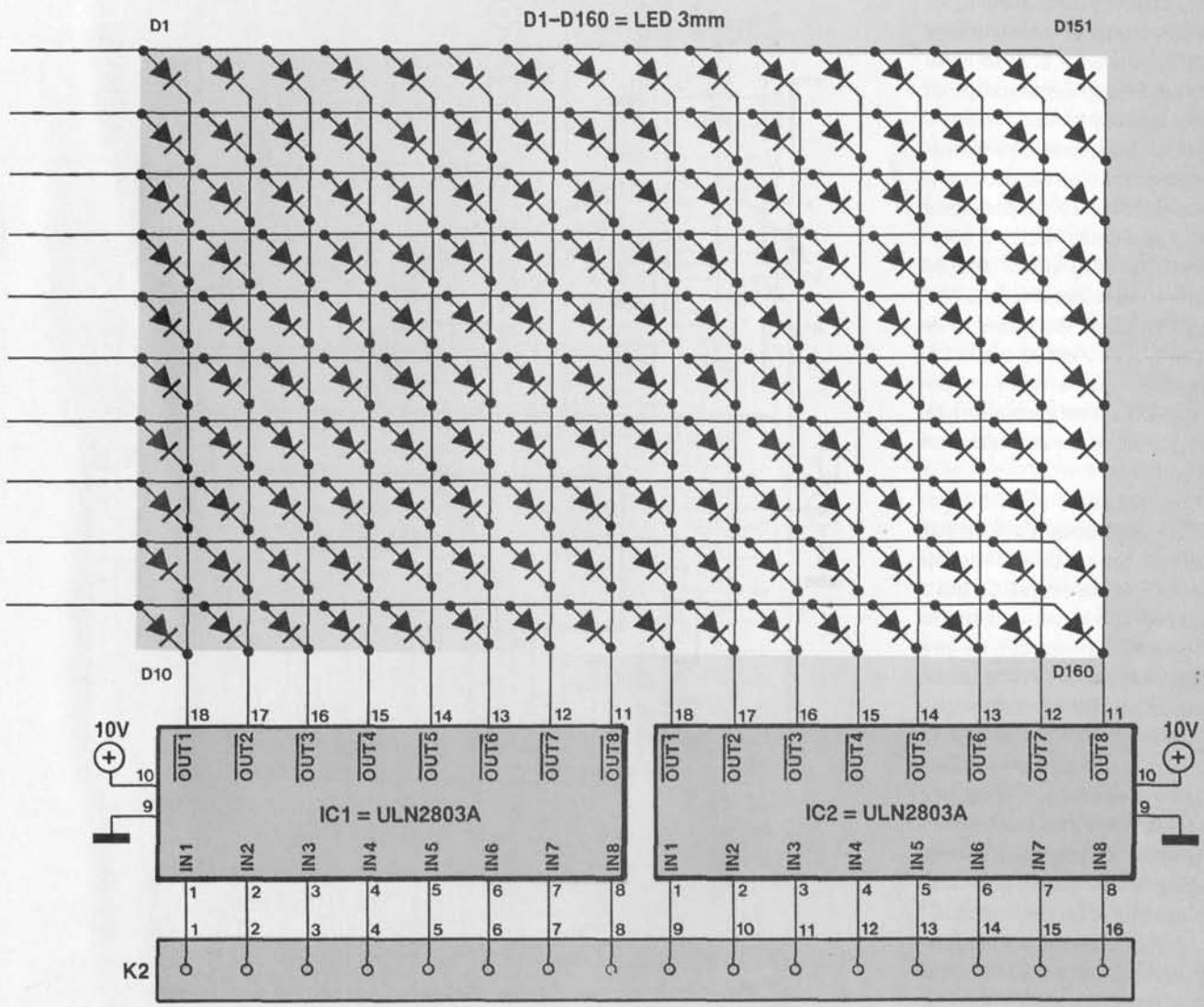
Les tensions de commande sont produites par l'électronique de commande et appliquées aux points adéquats (en anglais : *the suitable places*) par l'intermédiaire des « connecteurs » K1 et K2.

### L'axe vertical

L'axe vertical est le plus simple, comme le montre le schéma de la figure 2. L'axe vertical doit représenter l'amplitude du signal d'entrée, autrement dit sa tension instantanée. Pour une tension importante, c'est une LED de la rangée supérieure qui doit s'allumer ; pour une tension plus faible, ce pourrait être par exemple une LED de la rangée de R5 ; pour une tension très basse, la rangée inférieure.

Pour réaliser cela, le circuit de la figure 2 est équipé d'un convertisseur analogique-numérique (IC3). Il fonctionne de façon





*l'axe horizontal*

analogue à celle du VUmètre de votre chaîne HiFi, à ceci près que l'échelle du circuit intégré IC3 est linéaire au lieu d'être logarithmique. Si une tension qui croît lentement est appliquée à l'entrée d'IC3 (K5), les sorties L1 à L10 passeront une par une à l'état « bas ». Pour une tension nulle sur la broche 5, la sortie L1 est basse ; pour une tension élevée (1,25 V), ce sera L10, pour une tension intermédiaire comme 0,6 V par exemple, ce sera L5 ou L6. Comme la tension d'entrée doit être située dans l'intervalle de 0 V à 1,25 V, il faudra prévoir pour attaquer l'entrée de la broche 5 un amplificateur/atténuateur comme on en trouve dans tous les oscilloscopes ordinaires. Un circuit d'extension de ce genre sera décrit bientôt dans le supplément ELEX que vous trouverez dans le magazine ELEKTOR à partir du mois prochain.

L'électronique de « déviation horizontale », pour garder les termes utilisés avec les oscilloscopes à tubes, est un peu plus compliquée que celle de la partie verticale. La partie essentielle est une paire de compteurs décimaux, IC7 et IC8. Le pilotage des entrées des circuits de « puissance » IC1 et IC2 (figure 1) est assuré par les sorties Q1 à Q8 des compteurs. Ces derniers sont connectés en cascade, à l'aide d'IC5c et d'IC5d, pour constituer un compteur par 16. Nous devons faire passer à l'état haut, l'une après l'autre, les sorties de notre compteur par 16. Pour cela il faut un signal d'horloge qui commande les deux circuits intégrés. Il faudra qu'IC7 compte en premier, IC8 ensuite. C'est-à-dire que les sorties d'IC7 vont passer à un l'une après l'autre, de Q1 à Q8. Normalement, il devrait compter de Q0 à Q9, puis recommencer par Q0. Il faut qu'il s'arrête après

Figure 1 - L'image de l'oscilloscope à LED est produite par une matrice de 160 diodes (cent soixante). Une seule d'entre elles est allumée à la fois.

Q9, pendant qu'IC8 comptera de Q1 à Q8. De même, il faut qu'IC8 soit bloqué pendant qu'IC7 compte. C'est dans ce but que le signal d'horloge destiné à IC8 est interrompu à l'aide des portes IC5c et IC5d. Le passage est ouvert ou fermé suivant le niveau appliqué à la broche 8 d'IC5c : le signal d'horloge ne passe que quand le niveau est haut. Pour le premier compteur, IC7, les choses se passent différemment : il reçoit un signal d'horloge en permanence, mais cela ne veut pas dire qu'il compte en permanence. Les deux compteurs comportent une broche repérée ENA, pour enable ou validation. Portée au niveau haut, cette broche bloque le compteur, qu'il y ait ou non un signal d'horloge. Pour Q7, le comptage est possible aussi longtemps que la sortie Q9

est à zéro : il s'arrêtera dès la neuvième impulsion d'horloge. Cette même sortie Q9 est reliée à la broche 8 de la porte IC5c ; son passage à l'état haut, en même temps qu'il bloque IC7, permet à IC8 de commencer à compter. Le deuxième compteur démarre donc quand le premier s'arrête, il reste à savoir quand il s'arrête lui-même. Le deuxième compteur s'arrête comme le premier : quand il arrive à 9. Le passage à un de sa sortie Q9 a deux effets : il commande la remise à zéro d'IC7 par sa broche 15, et en plus il remet à zéro la bascule IC6a par sa broche 4. Au moment de la remise à zéro d'IC7, c'est sa sortie Q0 qui passe à un, ce qui a deux conséquences : aucune LED n'est plus allumée, et le deuxième compteur est remis et maintenu à zéro.

La bascule IC6a, remise à zéro, bloque l'oscillateur IC5b, dont nous n'avons pas encore parlé. Il est temps de le faire car nous avons fait le tour du circuit. Ce qui a commencé doit finir. Pour causer le moins de désordre possible, pourquoi ne pas finir par où on a commencé ? Pourquoi ne pas s'offrir une anadiplose\* pendant que c'est encore possible ?

Reprenons depuis le début, dans l'ordre : la bascule IC6a est mise à un, pour une raison que nous verrons plus tard, histoire de garder un peu de suspens. L'oscillateur IC5c oscille, d'une façon que nous verrons plus loin aussi. Le compteur IC7 compte, ses sorties passent successivement à un, puis il s'arrête au neuvième coup d'horloge, comme nous l'avons vu. Ce faisant il permet au deuxième compteur, IC8, de compter de 1 à 8. Une fois qu'il arrive à 9, il arrête tout le système comme nous l'avons montré.

### L'horloge

Nous venons d'annoncer deux descriptions : d'abord celle du mécanisme de mise à un de la bascule IC6a, ensuite celle du fonctionnement de l'oscillateur d'horloge. Commencer par la description de l'oscillateur est un chiasme, que les connaisseurs apprécieront.

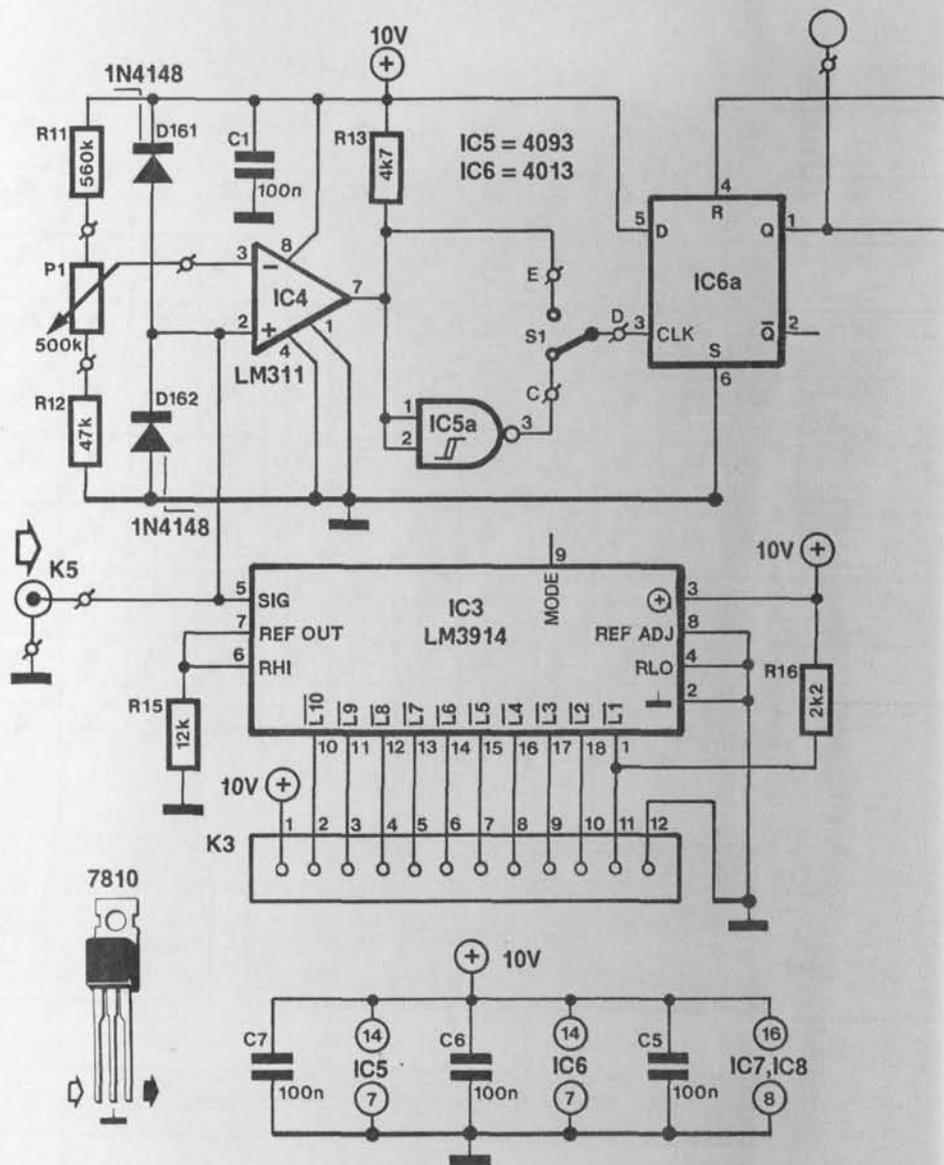
L'horloge ne donne pas l'heure, elle se contente de donner des tops aux compteurs. Il s'agit d'un générateur de signaux rectangulaires organisé autour de la porte NAND à trigger de Schmitt IC5b. Supposons la broche 5 de cette porte bloquée au niveau haut. Cela va nous faciliter la description du fonctionnement de l'horloge, et de plus cela nous offrira une transition toute naturelle vers le paragraphe qui traitera du déclenchement.

L'oscillation est due au cycle de charge et de décharge du condensateur C2 à travers les résistances R14 et P2. La porte IC6a se comporte comme un amplificateur inverseur avec hystérésis. Le condensateur se charge à travers les résistances ; dès que la tension atteint le seuil de basculement, la sortie (broche 4) passe à l'état bas, ce qui permet au condensateur de se décharger à travers les résistances. Le phénomène recommence quand la tension du condensateur est assez basse pour provoquer le basculement inverse. Ce jeu de bascule fait apparaître sur la sortie un signal rectangulaire qui sera appliqué aux compteurs. La fréquence de ce signal est réglable grâce au potentiomètre P2. Le signal n'est présent que si la broche 5 de la porte IC5b est au niveau haut, c'est-à-dire si la bascule IC6a a été mise à un, ce qui nous amène (avec brio, disons-le) au système de déclenchement.

### le circuit de déclenchement

Si nous laissons osciller librement le générateur d'horloge, nous n'aurons une image stable que si la fréquence du signal à observer est égale à celle du « balayage ». Plus exactement, dans ce mode de balayage dit « relaxé », l'image semble fixe si et seulement si la fréquence du signal est un multiple entier de la fréquence de balayage.

La fréquence du phénomène à observer est le plus souvent fixe et nous ne pouvons pas, ou ne voulons pas la modifier. Il faut donc que la fréquence du balayage soit réglable, si nous voulons avoir une image stable. Le potentiomètre P2 permet de régler la fréquence horizontale, mais ce n'est pas suffisant, car les variations de température et d'autres facteurs peuvent faire changer aussi bien la fréquence de balayage que celle du signal. Il en résulterait un glissement de l'image à droite ou à





## liste des composants de l'affichage

R1 à R10 = 22 Ω

D1 à D160 = LED rouge 3 mm

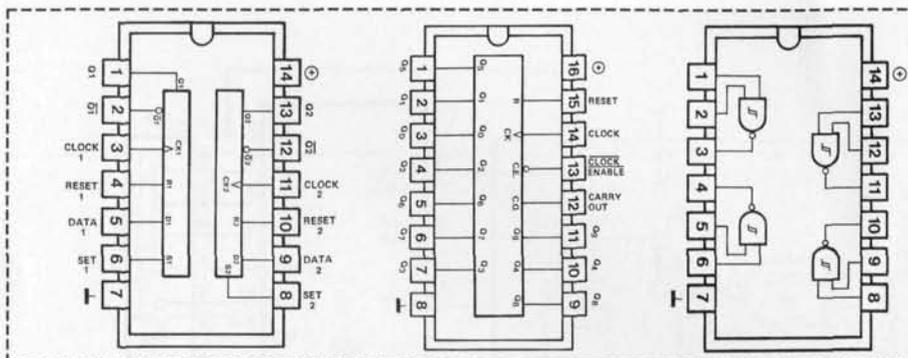
T1 à T10 = BC557

IC1, IC2 = ULN2803A

4013

4017

4093



## liste des composants de la carte de base

R11 = 560 kΩ

R12 = 47 kΩ

R13 = 4k7

R14 = 10 kΩ

R15 = 12 kΩ

R16 = 2,2 kΩ

P1 = potentiomètre 500 Ω

P2 = potentiomètre 1 MΩ

C1, C4 à C7 = 100 nF

C2 = 1 nF

C3 = 100 μF/25 V

D161, D162 = 1N4148

IC3 = LM3914

IC4 = LM311

IC5 = 4093

IC6 = 4013

IC7, IC8 = 4017

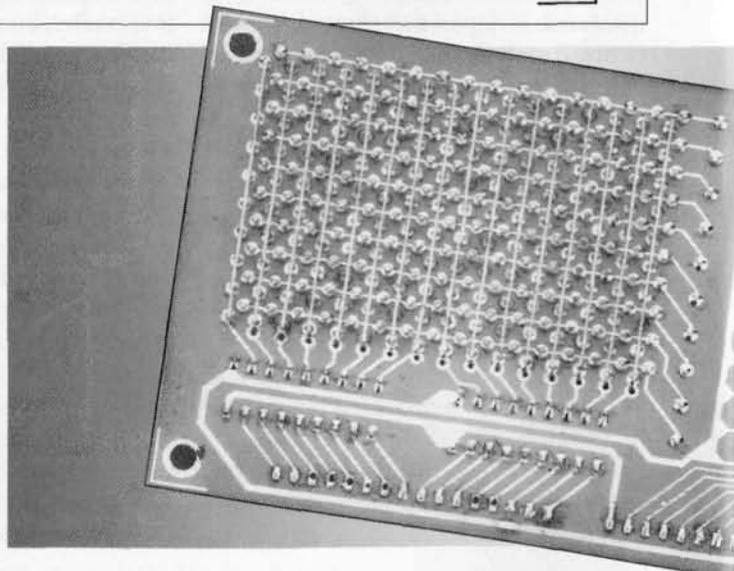
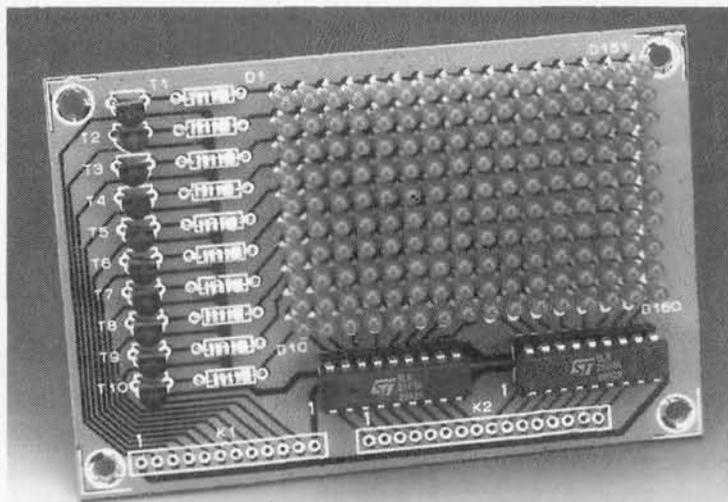
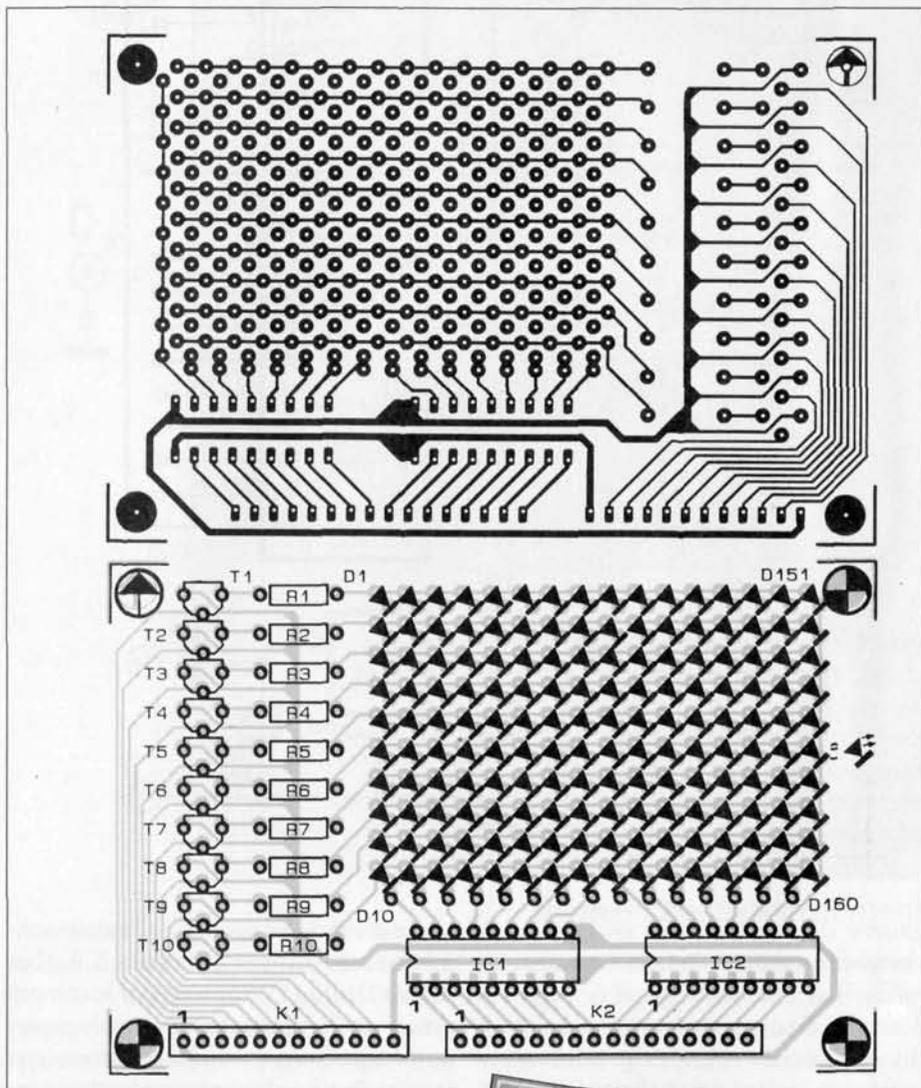
IC9 = 7810

S1 = inverseur unipolaire

K1 à K4 = liaisons par fils

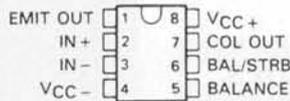
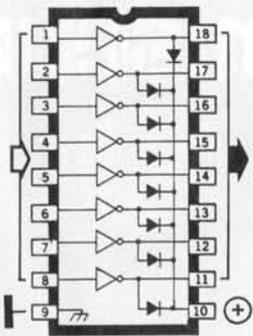
entre les deux platines (montage en sandwich)

K5 = douille BNC femelle



ULN2803

LM3914



LM311

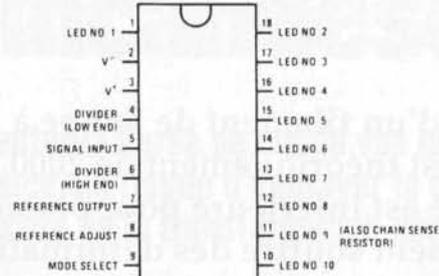
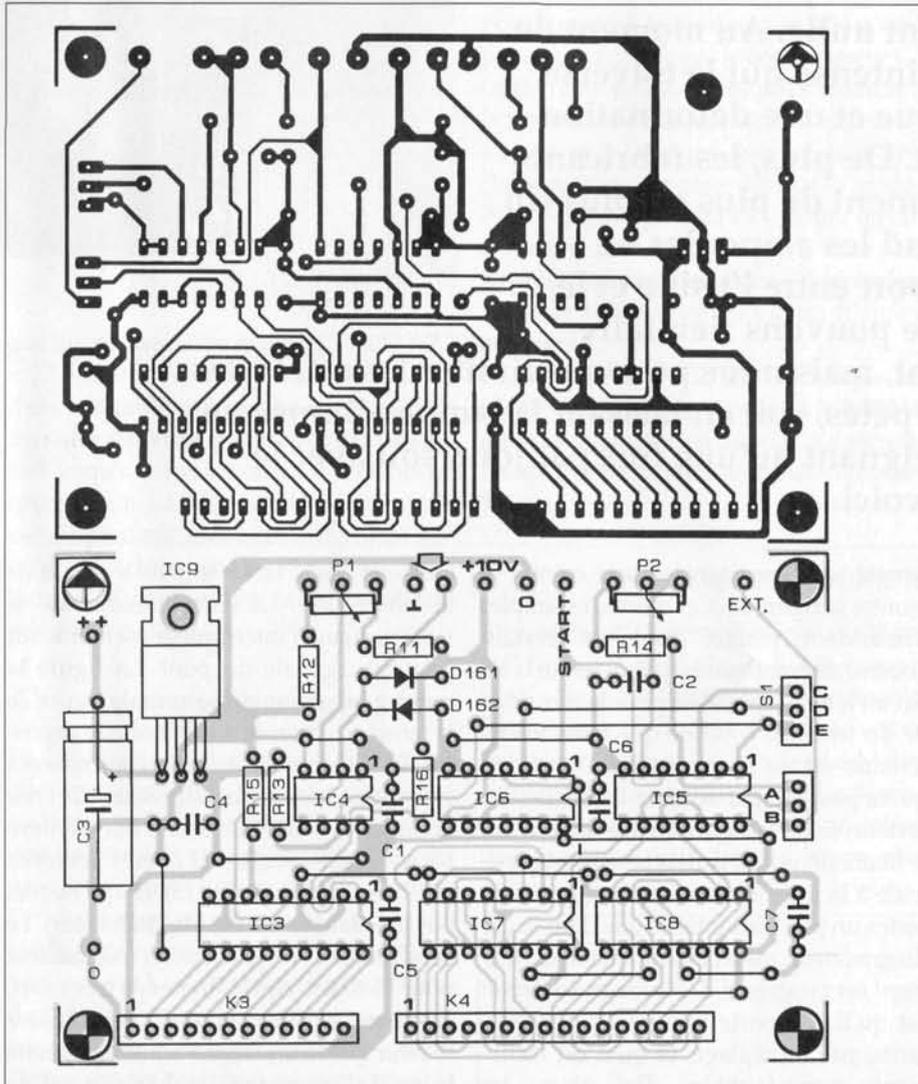


Figure 8 - Le brochage des différents circuits intégrés utilisés dans l'oscilloscope.



La platine de base ne pose pas de problème spécial, elle n'est photographiée (figure 7) que du côté composants. Les deux platines s'assemblent en sandwich ; mécaniquement au moyen d'entretoises, électriquement par des fils.

L'oscilloscope tel qu'il est décrit ici est utilisable malgré sa plage de tension limitée à 1,2 V et le réglage passablement imprécis de la fréquence de balayage, ou base de temps. Il est possible de l'installer, par exemple, comme indicateur dans un amplificateur de sono, avec un diviseur de tension d'entrée fixe. Il est possible aussi de lui adjoindre deux petites platines d'extension, qui seront décrites dans le prochain numéro, pour obtenir d'une part un réglage précis de la base de temps entre 1 micro-seconde et 2 ms par LED, d'autre part la possibilité d'afficher des tensions d'entrée continues ou alternatives avec une sensibilité réglable entre 50 mV et 2 V par LED. Ces extensions utilisent les bornes *Start* et *Ext* qui restent libres pour l'instant.

Pour toute alimentation, une tension continue filtrée de 13 V, comme celle que fournit n'importe quel bloc secteur de 12 V / 300 mA, suffit à l'oscilloscope à LED.

906038

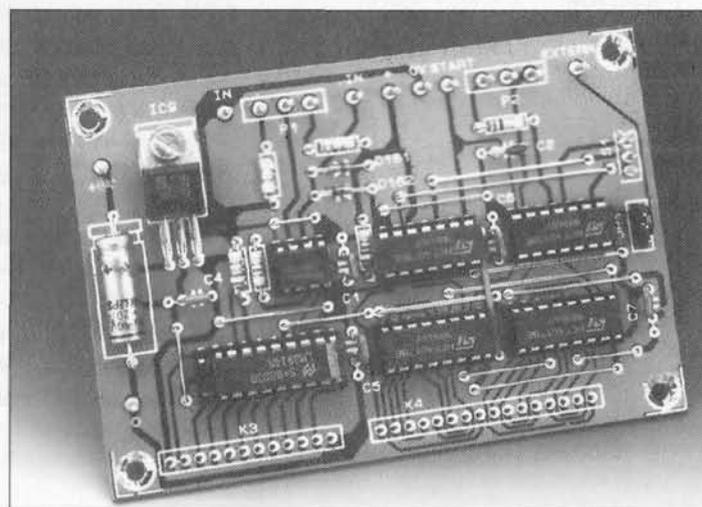
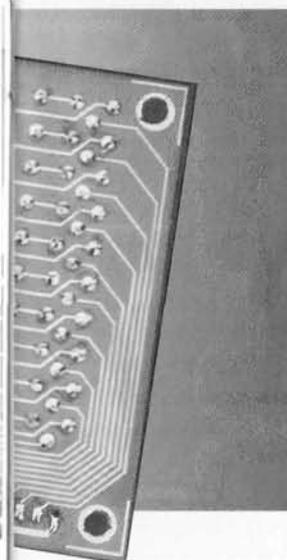
Figure 3 - Monotonie, ordre, régularité, simplicité, répétitivité. Il y a cent soixante risques d'erreur dans l'implantation des diodes.

Figure 4 - L'implantation des composants de la carte de base.

Figure 5 - L'écran terminé n'attend que d'être raccordé à la carte de base.

Figure 6 (voir page précédente) - Pour éviter le recours au circuit double face, nous avons prévu de raccorder entre elles toutes les cathodes de chaque rangée par un fil rigide à quelques millimètres de la surface de la platine. Attention aux ponts de soudures, calculez le risque !

Figure 7 - La carte de base se place sous l'écran. Les dessinateurs ont eu la bonne idée de disposer les trous des angles aux mêmes entraxes.



La durée de vie d'un filament de lampe à incandescence est théoriquement de 2000 heures. En pratique, elle est inférieure pour plusieurs raisons. Le filament souffre des déformations mécaniques que lui imposent les allumages répétés. Le filament d'une lampe éteinte présente à froid une résistance pratiquement nulle. Au moment de l'allumage, le courant très intense qui le traverse provoque un choc thermique et une déformation sous l'effet de la dilatation. De plus, les fabricants s'ingénient à rendre le filament de plus en plus fin ; la limite a été atteinte quand les ampoules ne supportaient plus le transport entre l'usine et le rayon du magasin. Nous ne pouvons rien faire quant à la taille du filament, mais nous pouvons limiter les effets des allumages et extinctions répétés, soit en laissant la lampe allumée en permanence, ou en ne l'éteignant qu'une fois par jour, soit avec le démarreur progressif que voici.



Une lampe s'use davantage du fait des allumages que de la durée d'utilisation. Un point plus fin du filament s'usera plus vite que le reste, car un fil fin présente une résistance plus forte et le courant y produit une élévation de température plus importante. Ce « point chaud » deviendra de plus en plus fin avec le temps, car le métal s'évapore plus vite à cet endroit. Le filament devient plus fin et le point plus chaud, jusqu'à la rupture. Une ampoule qui est encore bonne à 99% passe à la poubelle, ce qui est regrettable autant du point de vue de la phynance que de celui de la pollution. Le gradateur, ou démarreur progressif, que voici vous permet de gagner sur ces deux tableaux.

### simplicité d'abord

Il existe différents moyens de limiter l'intensité du courant à la mise sous tension. Le premier qui se présente à l'esprit est d'utiliser un gradateur à triac ou à thyristor. Les gradateurs effectuent habituel-

lement un découpage de phase comme le montre la figure 1a. Ces montages simples demandent malgré tout un certain nombre de composants, parmi lesquels un circuit intégré spécialisé pour la commande du triac. La solution que nous avons retenue est de ne permettre l'allumage qu'au passage par zéro de la tension du secteur, selon la figure 1b. De cette façon, le filament ne voit jamais la tension maximale à la mise en service. Le courant est certes un peu plus intense que dans le cas du gradateur, mais l'échauffement du filament est progressif. L'avantage du circuit est qu'il comporte très peu de composants, pas de réglage, et qu'il est facilement reproductible. De plus, les composants sont ordinaires et aucun n'est critique. Inutile d'ajouter que le montage est très petit et bon marché.

### le fonctionnement

Comment fonctionne le circuit ? Un pont redresseur, constitué des quatre diodes D1

à D4, est inséré en série dans le circuit de la lampe (L1). La tension redressée se trouve, quand l'interrupteur est fermé, sur l'autre diagonale du pont. La figure 3a montre la tension du secteur, la figure 3b la tension redressée aux bornes du thyristor Th1. Quand la tension commence à croître aux bornes du redresseur, elle croît aussi sur le collecteur de T1. Elle est limitée par le diviseur R3/R4 à une fraction de la tension redressée (1/23), ce qui ne met pas en danger la vie du transistor. Le condensateur ne joue aucun rôle notable pour l'instant. Après un temps très court, la tension de collecteur de T1 est suffisante pour que le thyristor s'amorce. Comme le seuil d'amorçage du thyristor est de 0,7 V, la tension aux bornes du pont redresseur est alors de  $0,7 \times 23 = 16$  V. Le transistor ne joue aucun rôle jusqu'ici car la tension sur sa base est de :  $(2,2 / 102,2) \times 16 = 0,34$  V. Cette tension est inférieure au seuil caractéristique de la jonction base-émetteur et rien ne se produit. L'entrée en conduction du transistor ne se produit

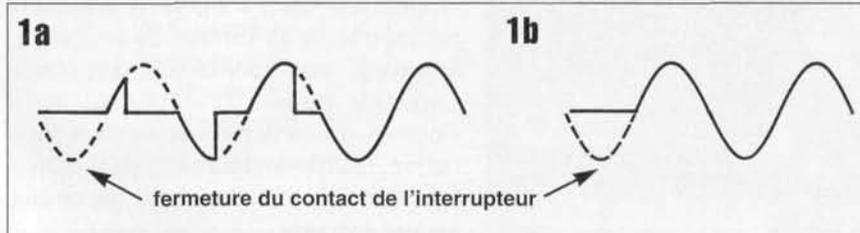


Figure 1a - Le moyen idéal de prolonger la vie du filament : un véritable gradateur. Figure 1b - Le moyen économique que nous avons retenu : l'allumage au premier passage à zéro qui suit la mise sous tension.

# d'ampoules à incandescence

**pour augmenter la durée de vie de vos lampes à incandescence, au risque d'aggraver le chômage dans l'industrie de la transformation des métaux**

que quand la tension atteint  $0,7 \times 102 / 2,2 = 32$  V. Cette valeur n'est jamais atteinte dans les conditions normales, puisque le thyristor s'amorce quand la tension atteint 16 V et qu'une fois amorcé il représente un court-circuit. La lampe est alimentée, à travers le pont redresseur et le thyristor jusqu'au prochain passage à zéro de la tension. À ce moment, le même phénomène recommence.

## entre les passages à zéro

Le fonctionnement que nous venons de décrire suppose que la tension appliquée au montage démarre de zéro. Le filament voit une tension quasiment nulle qui croît progressivement jusqu'au maximum; l'échauffement est progressif. Le filament souffre, au contraire, quand il est soumis brutalement à une tension élevée qui produit une surintensité. C'est ce qui se passe dans un montage ordinaire quand l'interrupteur est fermé au moment où la tension de la sinusoïde est maximale.

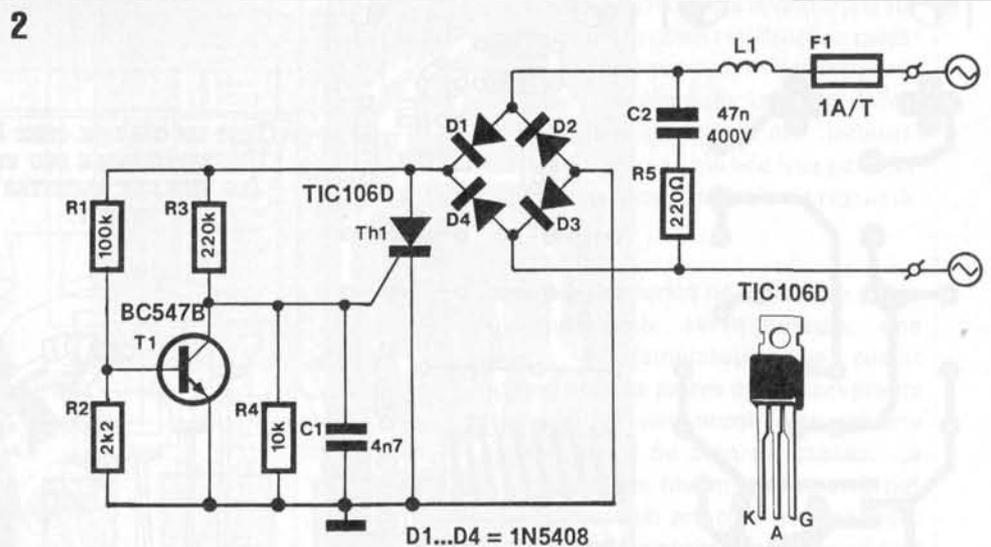
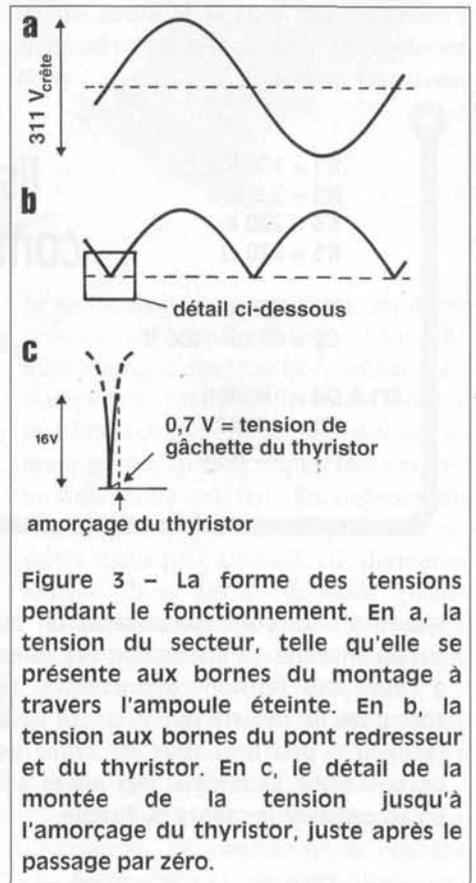
L'économiseur d'ampoules permet de garantir la mise en service au zéro de tension. Quand la tension de la sinusoïde est maximale, celle du diviseur R3/R4 est largement suffisante pour amorcer le thyristor, mais celle du diviseur R1/R2 est suffisante, elle, pour mettre en conduction le transistor T1, qui vient court-circuiter R4 et interdire l'amorçage du thyristor. Comme l'entrée en conduction du transistor demande quelques micro-secondes, une pointe de tension indésirable apparaît sur son collecteur, comme le montre la figure 4. Cette pointe serait suffisante

pour amorcer le thyristor, si elle n'était pas court-circuitée par le condensateur C1. Le thyristor ne peut donc pas s'amorcer si la tension est supérieure à 32 V environ. Il ne pourra le faire que juste après le prochain passage par zéro, dès que la tension à ses bornes dépassera 16 V, avant qu'elle n'atteigne 32 V. Le courant à la mise sous tension dans ces conditions est fortement limité et l'espérance de vie du filament augmente.

La combinaison C2/R5/L1 bloque les pointes de tension que produit inévitablement la commutation du triac. La sécurité est assurée par un fusible rapide de calibre 1 A.

## le circuit imprimé

L'ensemble du montage se loge sur le circuit imprimé de la figure 5. Les composants hauts, comme le porte-fusible, l'inductance, le bornier et le triac seront montés en dernier. Le montage doit être inséré en série avec la lampe. La platine équipée sera installée soit dans un coffret isolant séparé, soit dans la lampe elle-même.



la sécurité

Attention ! Ce montage est relié directement au secteur. Il doit satisfaire à un certain nombre de conditions pour garantir votre sécurité. La distance entre les conducteurs qui véhiculent la tension du secteur et les autres composants doit être de 6 mm au moins. L'ensemble doit être installé dans un coffret isolant où aucune partie sous tension ne sera accessible de l'extérieur. Les tests et mesures sur ce montage en fonctionnement présentent un danger mortel.

906105

liste des composants

- R1 = 100 kΩ
- R2 = 2,2 kΩ
- R3 = 220 kΩ
- R5 = 220 Ω

- C1 = 4,7 nF
- C2 = 47 nF/ 400 V

- D1 à D4 = 1N5408
- T1 = BC547B
- Tr1 = TIC106D

- L1 = bobine d'antiparasitage 3 A.
- F1 = fusible rapide 1 A avec porte-fusible pour circuit imprimé

Figure 4 – Les formes de tension à la mise sous tension sont aléatoires. Le pire des cas, pour la longévité du filament, est l'allumage au maximum de tension représenté ici en a et b. En c, l'impulsion court-circuitée par le transistor, mais trop tard : le thyristor est déjà amorcé quand le transistor conduit. Le condensateur C1 est prévu pour absorber la pointe en attendant que le transistor fasse son office.

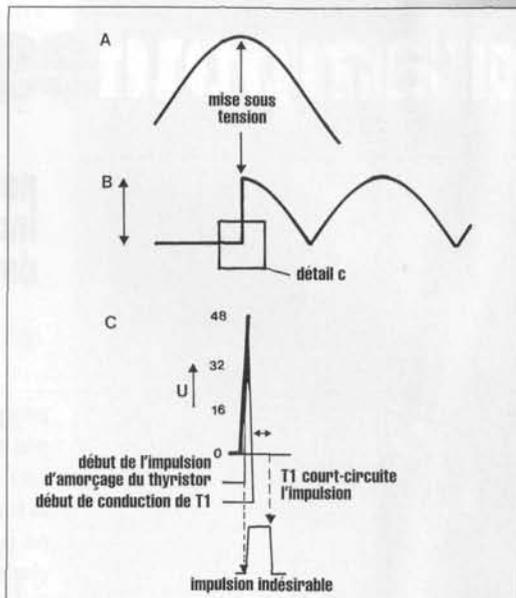
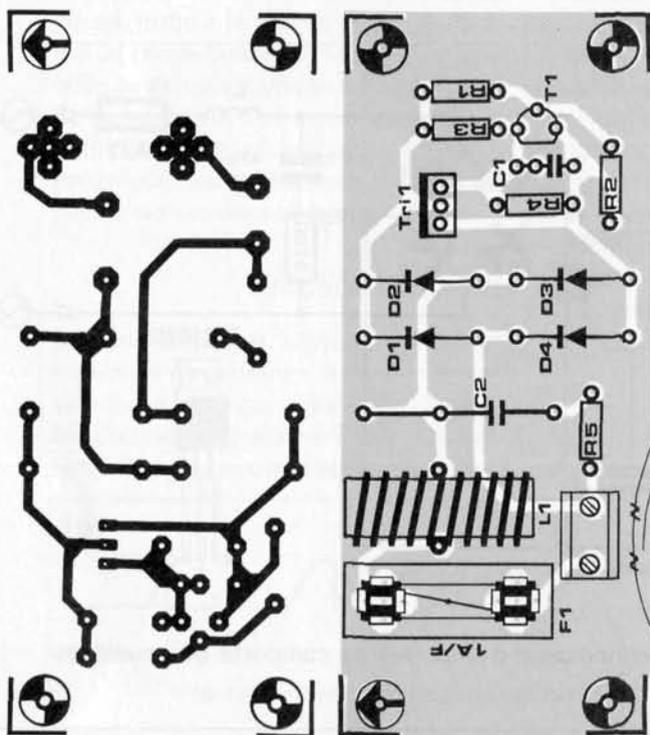
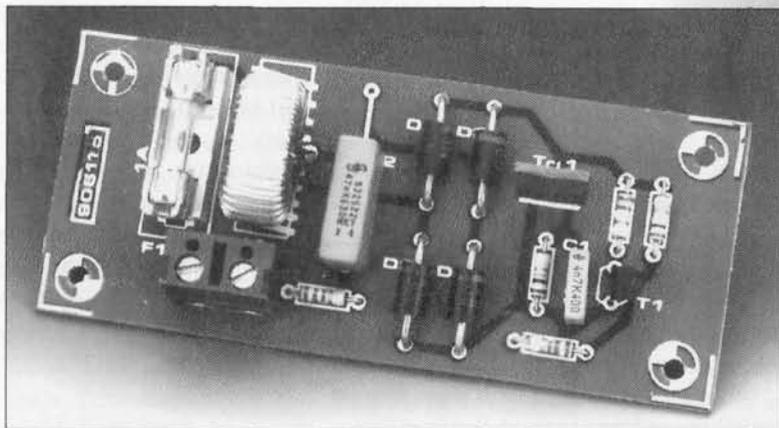
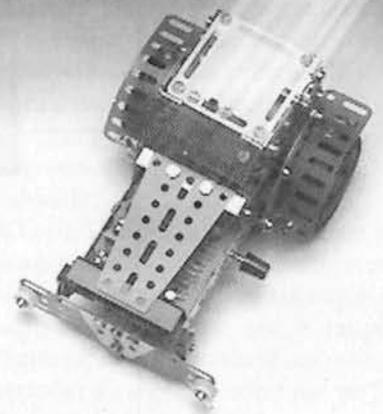


Figure 5 – Le côté composants (a) du circuit imprimé. La disposition est aérée à cause des tensions importantes. Le côté piste (b) montre que le circuit peut recevoir à peu près tous les types de porte-fusible. La largeur des pistes est en accord avec le calibre du fusible.



# chariot photophile

Pourquoi ce chariot se meut-il? Parce qu'il a vu de la lumière (*phôs* ou *phôta* au pluriel, lumière en grec). Il roule vers le point de son environnement qu'il perçoit comme le plus lumineux. S'il rencontre un obstacle, il est capable de manœuvrer pour le contourner et reprendre sa course. Cherche-t-il la lumière dans l'obscurité uniquement? Non, il se règle de façon à ne pas réagir à la lumière ambiante et à rouler à la rencontre du Diogène qui se présente en plein jour avec sa lanterne allumée. Intéressant? À tel point que le concepteur et réalisateur s'est vu voté une motion de félicitation par le conseil d'administration... et un blâme pour avoir plus que de raison distraité ses collègues avec le chariot!

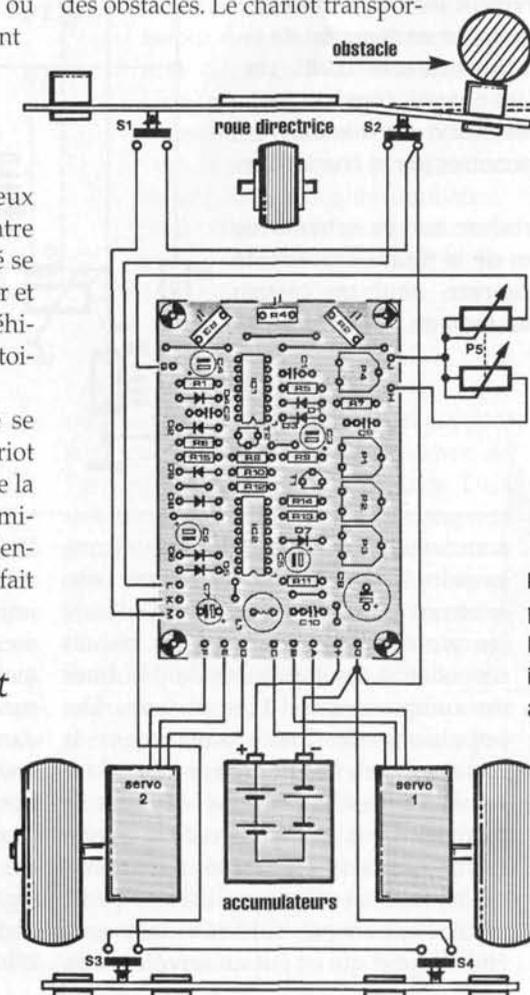


Commençons par une brève description. Le chariot photophile se déplace vers le point de son environnement qu'il perçoit comme le plus lumineux. Il est capable, pour parvenir à son but, de contourner, après les avoir heurtés, les obstacles qui se trouvent sur sa trajectoire. Cet "organisme" électromécanique est loin de la perfection de ceux, vivants, que fournit la nature, puisqu'il n'est doté que de deux sens: une vision primitive, réalisée par trois LDR (*Light Dependant Resistor* ou photorésistance) dont deux commandent différemment les organes locomoteurs, deux servo-moteurs retouchés; un organe du toucher, réalisé par deux paires de microrupteurs, dont les ordres sont prioritaires sur ceux de la vision. Lorsque le chariot rencontre un obstacle, le microrupteur concerné se ferme, ordonne à un moteur de s'arrêter et à l'autre de faire marche arrière. Le véhicule vire de façon à dévier de sa trajectoire primitive puis reprend sa course. À côté de la direction dans laquelle se trouve la source la plus intense, le chariot ne perd pas de vue le niveau absolu de la lumière qui l'inonde. Si ce niveau diminue, comme à la tombée du jour, il ralentit sa marche, jusqu'à s'arrêter lorsqu'il fait trop sombre.

## vue d'ensemble du projet

Avant d'entrer dans les détails voyons l'engin tout entier schématisé sur la figure 1. L'objectif fixé était d'en permettre la réalisation par le maximum de lecteurs. Sa conception, des deux points de vue, aussi bien mécanique qu'électronique, évite les complications. Il

a donc trois roues: deux roues motrices à l'arrière, entraînées chacune par son moteur, et une troisième, directrice, à l'avant. Il n'y a pas d'organe de direction à proprement parler puisqu'il suffit que la vitesse de rotation de chacune des deux roues motrices varie différemment pour que le chariot vire. Les organes du toucher, situés à l'avant et à l'arrière, répondent aux déformations que subissent les pare-chocs lorsqu'ils rencontrent des obstacles. Le chariot transpor-



te son circuit de commande, dont les repères facilitent le câblage, et son alimentation. L'électronique embarquée occupe une surface relativement modeste. Elle est complétée par celle des servo-moteurs qui, après quelques très simples modifications, en fait des organes de locomotion tout à fait adaptés à notre usage. Leur prix a baissé, ces dernières années, dans des proportions gigantesques et ne représente donc pas un obstacle rédhibitoire à la réalisation de ce projet.

Le dispositif nécessite une tension d'alimentation comprise entre 4 et 6 V. Quatre accumulateurs au cadmium/nickel, ou une petite batterie au plomb, lui fourniront le courant nécessaire à sa consommation, comprise entre 100 et 250 mA suivant les circonstances. Nous reviendrons sur les problèmes de construction mécanique, qui peuvent éventuellement poser problème aux amateurs d'électronique que sont nos lecteurs. N'abusons pas plus de leur patience et abordons sans plus tarder le circuit de commande.

Figure 1 - Le chariot ne comporte guère plus que deux servo-moteurs, une batterie d'accumulateurs, un circuit imprimé et deux paires de microrupteurs actionnés par des butoirs. Ce schéma peut servir de plan de câblage. La couleur des fils en provenance des servo est en principe standardisée: les rouges seront connectés en A et D, les noirs en C et F et les fils véhiculant les signaux (blancs, jaunes, violets... suivant les fabricants) en B et E.

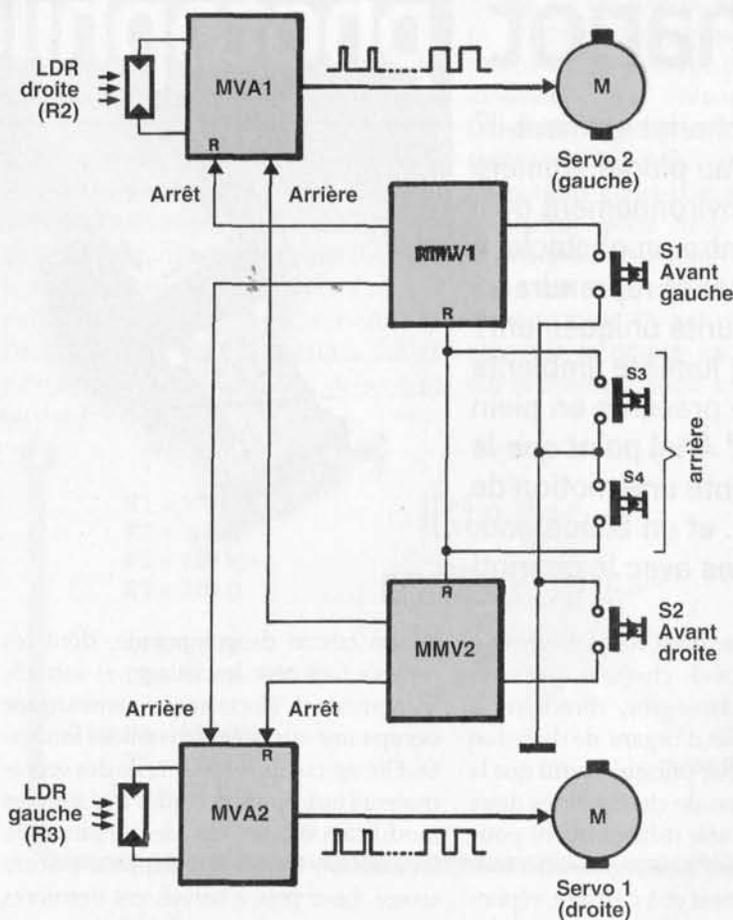


Figure 2 - L'électronique est de conception relativement simple. Les multivibrateurs astables (AMV) pourvoient les servo-moteurs en impulsions dont la largeur (durée) augmente en fonction de la quantité de lumière reçue par les photorésistances (LDR). Les microrupteurs (S1 à S4), montés derrière les butoirs, commandent, à l'aide des multivibrateurs monostables (MMV) les manœuvres rendues nécessaires par les obstacles rencontrés par le chariot sur sa trajectoire.

Figure 3 - Il n'est pas difficile de retrouver sur ce schéma de principe les traits du schéma fonctionnel de la figure précédente complété par quelques composants discrets, dont un certain nombre de potentiomètres nécessaires au réglage des différentes fonctions.

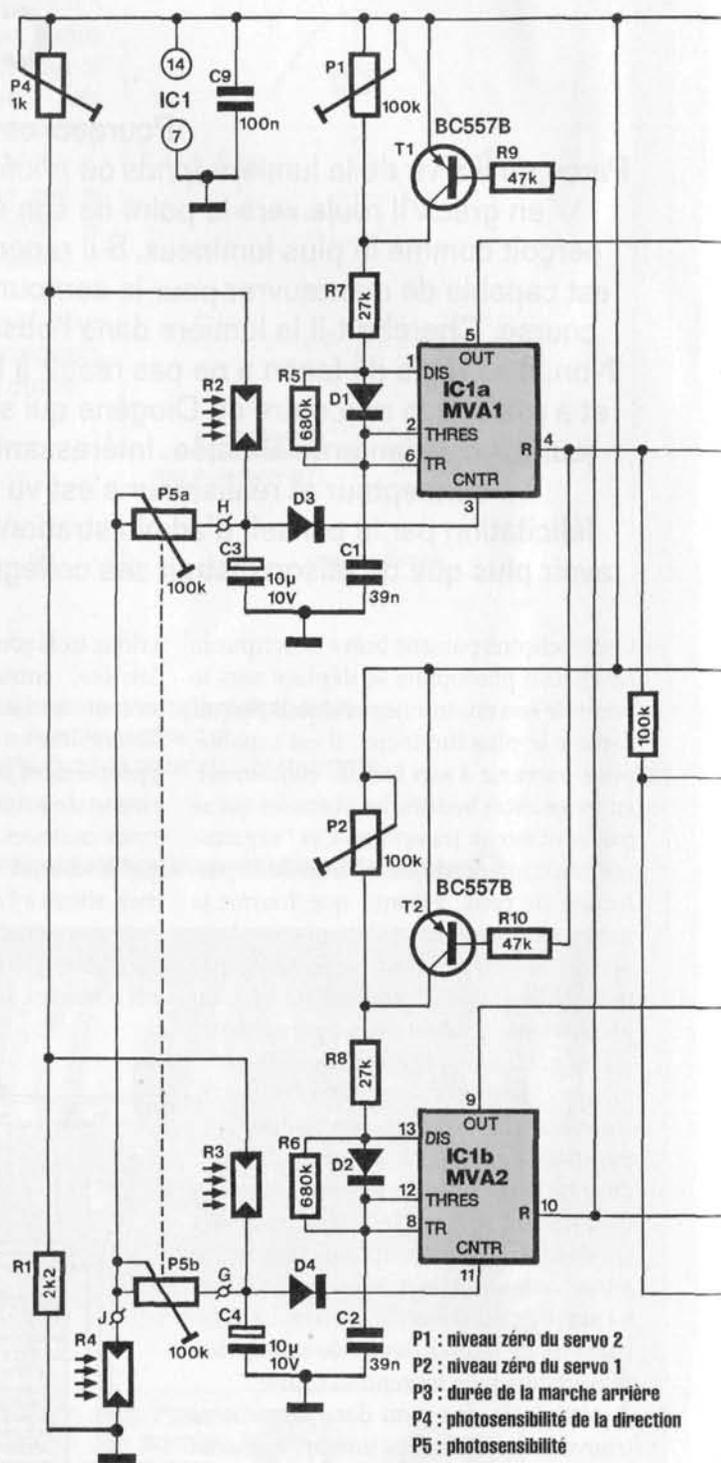
### le circuit de commande

Le circuit de commande comprend diverses fonctions électroniques représentées schématiquement sur la figure 2. On y distingue deux parties qui correspondent à ses deux paires d'organes, ceux du toucher, les microrupteurs S1 à S4 associés aux pare-chocs, ceux de la vision, les photorésistances R2 et R3. Les **multivibrateurs astables** (MVA1 et MVA2) commandent chacun leur moteur en fonction de la lumière reçue par les « yeux » tandis que les **multivibrateurs monostables** (MMV1 et MMV2) leur transmettent les ordres qu'ils reçoivent des « palpeurs ».

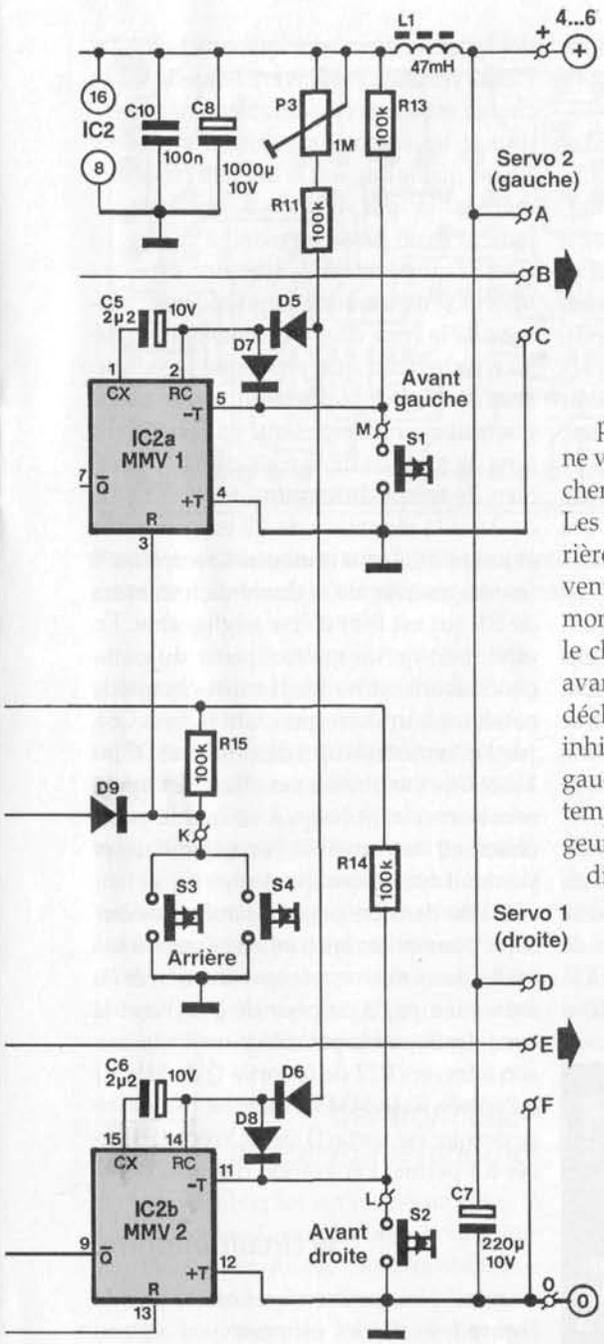
Les ordres transmis aux moteurs à la sortie des multivibrateurs astables le sont

sous forme d'impulsions de largeur (comprendre "durée") variable. Comme nous le savons (au moins depuis le n° 43 d'ELEX) les servo-moteurs de modèles réduits répondent à des impulsions dont la durée est comprise entre 1 ms et 2 ms. Des impulsions de 2 ms commandent la marche avant, des impulsions de 1,5 ms l'arrêt et des impulsions de 1 ms la marche arrière. La détection de la largeur des impulsions n'est bien sûr pas l'œuvre du moteur lui-même mais d'une petite carte électronique contenue dans son emballage et qui en fait un servo-moteur.

La mise hors circuit du potentiomètre de rétroaction du détecteur de largeur des impulsions - nous verrons plus tard comment - permettra de faire tourner les moteurs en continu et non plus par bonds successifs de courte durée dans un sens ou dans l'autre. Cette petite intervention nous fournira les moteurs d'entraînement dont nous avons besoin. Ils continueront à répondre comme nous le souhaitons à des variations de largeur d'impulsion. Le signal de commande est disponible à la sortie de chaque multivibrateur astable, câblé de façon à produire des impulsions



- P1 : niveau zéro du servo 2
- P2 : niveau zéro du servo 1
- P3 : durée de la marche arrière
- P4 : photosensibilité de la direction
- P5 : photosensibilité



IC1 = TLC555  
 IC2 = 4538  
 D1...D9 = 1N4148

dont la largeur varie en fonction de la quantité de lumière reçue par la photorésistance correspondante : plus la lumière est intense, plus larges sont les impulsions. Remarquez le croisement (chiasme), qui peut rappeler celui de nos organismes : de même que nos membres droits répondent aux sollicitations de l'hémisphère cérébral gauche et vice versa, de même la photorésistance placée à droite commande-t-elle le moteur gauche et réciproquement. Vous en comprenez sans doute la nécessité (pour le montage) : puisque le chariot doit se diriger du côté

de la photorésistance qui reçoit le plus de lumière, la rotation de la roue opposée doit être plus rapide que celle située du même côté. Si c'est la photorésistance de droite qui perçoit la source lumineuse la plus importante, c'est le servomoteur de gauche qui mettra la sauce de façon que le chariot vire à droite. Passons maintenant à ce que nous avons désigné du nom de palpeur : le chariot, bien que doté d'yeux, ne voit pas les obstacles, il lui faut les toucher pour réagir.

Les microrupteurs S1 et S2, disposés derrière le pare-chocs avant (flexible), activent chacun un multivibrateur monostable. Supposons par exemple que le chariot heurte un obstacle de son aile avant gauche. La fermeture de S1 déclenche alors MMV1 dont une sortie inhibe MVA1 de sorte que le moteur gauche cesse de tourner. Dans le même temps, en réponse au même ordre, la largeur des impulsions produites par MVA2 diminue, ce qui, nous l'avons dit plus

haut, équivaut à un renversement de vapeur : le moteur droit entraîne la roue correspondante en marche arrière. Pendant quelques secondes, le chariot (vu d'en haut) pivote autour de sa roue gauche dans le sens des aiguilles d'une montre. Une fois qu'il a modifié ainsi sa trajectoire, il reprend sa course vers la source qu'il perçoit à cet instant comme la plus lumineuse.

Est-il utile de préciser que dans le cas d'un choc antérieur droit, le chariot pivote dans l'autre sens, entraîné par sa roue gauche, la droite lui servant de point fixe : c'est MMV2 qui joue alors le rôle principal. Lors de l'une ou l'autre de ces manœuvres, il est possible que le chariot vienne à toucher, de l'arrière cette fois, un autre obstacle. L'un des microrupteurs S3 ou S4, peu importe lequel, va alors se fermer et remettre à zéro les deux multivibrateurs monostables. Le chariot repasse alors immédiatement en marche avant. S'il retrouve derechef le barrage qui a suscité la première manœuvre, il la répète au risque de toucher à nouveau de l'arrière, donc d'être relancé en avant etc. S'il s'est introduit, comme une boule de billard électrique, entre deux obstacles assez proches l'un de l'autre, il ira et viendra pendant quelque temps mais finira par s'en sortir, il est peu probable qu'il reste définitivement bloqué dans cette position.

Retrouvons le schéma fonctionnel, complété en schéma de principe, sur la figure 3. Il n'est pas très compliqué malgré les apparences comme nous le verrons au moment du câblage : il ne comporte essentiellement que deux circuits intégrés et leur environnement. Le premier, IC1, est chargé de produire, en fonction de l'éclairement des photorésistances, les signaux que les servo-moteurs interprètent. C'est un double temporisateur analogique CMOS, un TLC556, qui contient deux 555 câblés pour l'occasion en multivibrateurs astables : rien que de très classique ou presque. Presque, parce que le rapport cyclique (durée de l'état actif sur celle de la période) du signal produit par un 555 câblé normalement en astable ne peut être inférieur à 50%. Nous savons en effet que la période et la forme du signal sont déterminées par la charge, à travers deux résistances en série, et la décharge, à travers une seule d'entre elles, d'un condensateur. Nous avons besoin d'un rapport beaucoup plus petit pour commander les servo-moteurs. Il nous faut en effet un signal dont la fréquence soit de l'ordre de 50 Hz (20 ms pour la période) et des "créneaux positifs" (en fait des "merlons" nous disent les architectes) dont la durée soit comprise entre 1 et 2 ms. Ceci nous donne un rapport cyclique compris entre 1/50 et 2/50 (5 à 10%). La charge doit être plus rapide que la décharge. « C'est possible » nous dit le professeur Hassoun\*, il suffit de déplacer la résistance de décharge (R5 ou R6) et de la remplacer, pour la charge, par une simple diode (D1 ou D2). « Et les photorésistances dans tout ça ? » Patience, nous y viendrons. Réglez en attendant les résistances de P1 et P2 de façon qu'au repos la durée des impulsions soit de 1,5 ms et provoque l'arrêt des moteurs.

En activité, la résistance de chaque capteur, R2, R3 ou R4 (sur le rôle duquel nous revenons plus loin), varie en fonction de la lumière qu'il reçoit. La tension aux points H et G des différents diviseurs de tension situés sur la gauche du schéma va donc varier en fonction de la lumière reçue par les capteurs. Ces tensions variables – tensions de modulation – sont appliquées par l'intermédiaire des diodes D3 et D4 aux entrées CNTR (pour Control, ici "modulation") des multivibrateurs astables. En leur donnant un nom, nous avons dit leur rôle : si la tension augmente sur la broche 3 (ou 11) d'MVA1 (ou MVA2), la largeur des impulsions de sortie

\* Hassoun Céhef bien sûr.

(broches 5 ou 9) augmente aussi. La tension de modulation augmente lorsque la résistance du capteur associé diminue, c'est-à-dire lorsqu'il reçoit plus de lumière. Le moteur correspondant, moteur gauche pour R2 ou droit pour R3, tournera donc dans le sens direct lorsque R2 ou R3 seront suffisamment éclairés. La tension de modulation n'a cependant d'efficacité pour les multivibrateurs astables qu'à partir du moment où elle dépasse les deux tiers de la tension d'alimentation. L'intensité lumineuse devra donc dépasser un certain seuil pour que les impulsions augmentent de durée et que les moteurs tournent. Ce seuil, réglable à l'aide du potentiomètre stéréo P5, est déterminé par la luminosité ambiante dont R4, troisième œil, permet de prendre la mesure. Les photorésistances sont disposées à l'avant du chariot, R4 au milieu, entre R2 (commande du moteur gauche) du côté droit et R3 (commande du moteur droit) du côté gauche. Bien que ces composants soient identiques et non polarisés, il suffira de les disposer de telle façon que leur face sensible soit tournée vers l'extérieur du circuit imprimé. Nous savons comment et pourquoi la lumière commande la marche ou l'arrêt du chariot, retrouvons maintenant sur le schéma

l'autre fonction dont ce véhicule est doté, la reconnaissance d'obstacles, et voyons comment elle opère.

Passons rapidement sur les capteurs S3 et S4 du pare-chocs arrière qui sont reliés l'un et l'autre, directement ou par l'intermédiaire de D9, aux entrées de remise à zéro des multivibrateurs monostables. Ces entrées, bien qu'aucun signe d'inversion ne le manifeste (ni barre ni petit rond), sont actives à l'état bas et forcent alors la sortie  $\bar{Q}$  à 1. Leur seul rôle est de rétablir la marche normale du chariot lorsqu'une manœuvre ordonnée par les capteurs S1 et S2 lui a fait toucher de l'arrière-train un obstacle. Les microrupteurs S1 et S2 ont d'autres effets puisqu'ils sont reliés aux entrées de déclenchement (*Tr* pour *Trigger*) des multivibrateurs monostables. Supposons que S1 par exemple se ferme et déclenche MMV1 (application d'un front descendant sur l'entrée - *Tr* avec l'entrée + *Tr* au niveau logique bas) dont la sortie  $\bar{Q}$  passe au niveau logique bas. Bien que les entrées de remise à zéro des MVA soient marquées R et non  $\bar{R}$  elles sont actives, comme celles des MMV, sur un front descendant: MVA1 est inhibé et la roue gauche se bloque. Ce niveau bas de  $\bar{Q}$  a une autre conséquence: appliqué à la base de T2 par l'intermédiaire de R10 il

débloque ce transistor qui court-circuite P2. La résistance à travers laquelle C2 se charge est ainsi considérablement amoindrie et les impulsions durent moins de 1,5 ms quelle que soit la lumière reçue à ce moment-là par R3. *Ergo conclusio*, le moteur droit passe en marche arrière. Si c'est S2 qui se ferme, la situation est exactement symétrique de la précédente: blocage de la roue droite et inversion, grâce au court-circuit que provoque la saturation de T1 et à la diminution de la longueur des impulsions qui en résulte, du sens de rotation de la roue gauche. Combien de temps dure cette situation? Plus de 2 s si la résistance de P3 est maximale et jusqu'à 0,2 s au minimum, temps qu'il faut augmenter de la durée de fermeture de S1 qui est loin d'être négligeable. En effet, tant qu'un microrupteur du pare-chocs avant est fermé, il court-circuite le condensateur correspondant (C5 ou C6), par l'intermédiaire des diodes D5 et D7 ou D6 et D8 et neutralise ses effets: le chariot recule en virant jusqu'à ce que le pare-chocs ait retrouvé sa forme initiale et poursuive encore quelque temps sur sa lancée. Une dernière mesure s'avérerait nécessaire pour éviter les conflits: dans les cas où les deux microrupteurs sont activés en même temps, le palpeur de gauche et la roue droite ont la priorité puisque la liaison à travers R12 de la sortie  $\bar{Q}$  de MMV1 à l'entrée R de MMV2 (broche 13) inhibe ce dernier (sa sortie  $\bar{Q}$  sur la broche 9, forcée à 1 permet l'activation d'MVA2).

## elex-abc

### rapport cyclique

Le rapport cyclique d'un phénomène périodique en créneaux est la durée d'une impulsion rapportée (en pourcentage) à celle de la période. Un rapport cyclique de 20% signifie que le niveau logique du signal est haut pendant 1/5 de la période. Pour un tel rapport, peu importe que la période soit d'une seconde ou de deux minutes, nous n'aurons de niveau haut que pendant 2/10 de seconde dans un cas ou 24 s dans l'autre. C'est une donnée relative.

### multivibrateur monostable

De même que celle d'une bascule, la sortie d'un multivibrateur monostable ne connaît que deux états. De ces deux états un seul (mono-) est stable. Elle ne connaît l'autre que pendant une durée limitée. Un monostable peut être utilisé lorsque l'on a par exemple besoin d'une temporisation: si l'interrupteur (à bascule) donne l'image de la bascule, le bouton poussoir ou la minuterie donnent celle du monostable qu'ils sont en fait.

### multivibrateur astable

De même que celle du monostable, la sortie du multivibrateur astable ne connaît que deux états. La différence est qu'aucun des deux n'est stable, de sorte que la sortie d'un astable oscille constamment entre les deux. Rien n'empêche d'appeler un multivibrateur astable, générateur de signaux rectangulaires. C'est en fait un oscillateur.

### largeur d'impulsion

Une impulsion n'a bien sûr pas de "largeur" mais une durée et une amplitude (intensité, tension...) que l'on représente dans un système d'axes par des longueurs auxquelles cette durée et cette amplitude sont proportionnelles. Sur l'écran de l'oscilloscope, une impulsion peut être "large" d'une division, sa durée est donc d'une division multipliée par ce que pointe l'index du commutateur de balayage: 10 ms/division par exemple.

### le circuit imprimé

Comme vous pouvez le constater sur la figure 4, le chariot est pourvu d'un vrai circuit imprimé à (faire) graver, après avoir trouvé les composants aux bonnes cotes (2,5 ou 5 mm de distance entre les connexions suivant les cas pour les condensateurs à sorties radiales par exemple), faute de quoi les ennuis sont à craindre. Vérifiez ensuite la qualité du circuit: continuité des pistes, plutôt fines, absence de liaisons mal't'à-propos, puis perçage. Ensuite, bouchez les trous avec les broches des composants les moins hauts pour commencer, sans oublier les ponts de fil ni monter à l'envers les composants qui sont polarisés etc. Installez éventuellement les circuits intégrés sur des supports. Les liaisons avec l'alimentation, les servo-moteurs, les microrupteurs sont convenablement repérées et la figure 1 vous en facilitera le câblage. Une fois ces opérations terminées, les soudures sont examinées sous un bon éclairage:

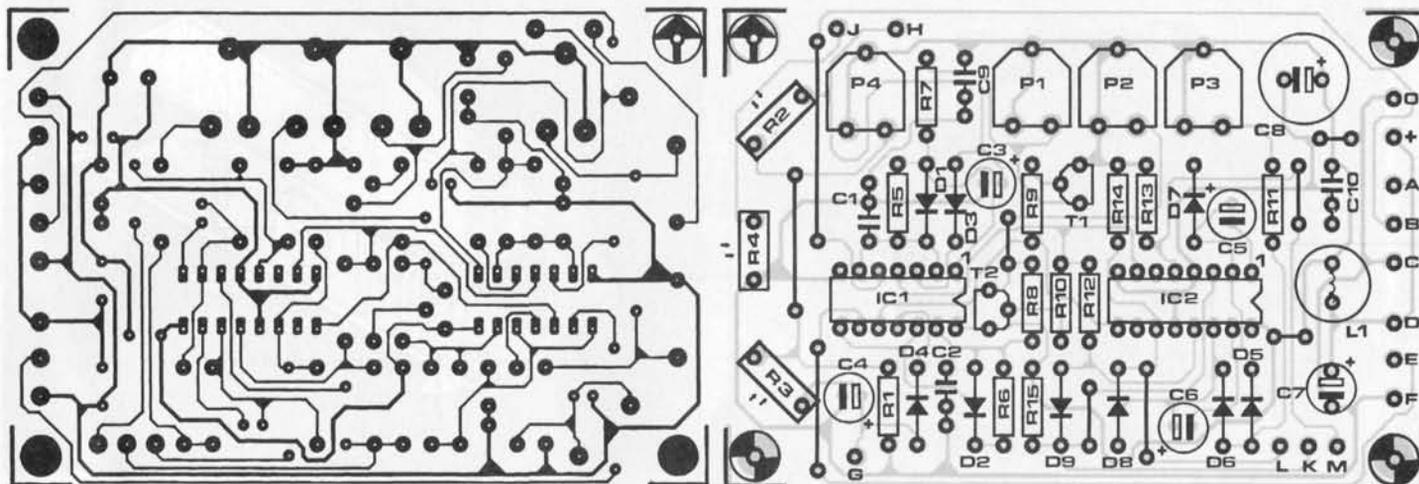


Figure 4 – Si la gravure du circuit imprimé est faite avec soin, la fabrication de la carte de commande n'est plus qu'une question de routine.

attention aux "collages" et aux ponts. Adaptez ensuite les "yeux" du chariot à ses besoins: leur angle de vision est en effet plus important qu'il n'est nécessaire. Des "œillères" sont donc recommandées. Prenez modèle sur celles, en carton noir mat, de la figure 5. Elles ne sont pas indispensables mais améliorent notablement la précision des déplacements du mobile. En leur absence, son comportement risque d'être beaucoup trop aléatoire: l'œil gauche ne doit en principe pas voir ce qui regarde l'œil droit et réciproquement.

### transformation des servo-mécanismes

Avant d'acheter les servo-mécanismes (à sortie rotative), pensez aux roues que vous monterez dessus: un manufacturier français d'enveloppes de roues (c'est comme ça qu'il appelle les pneumatiques) disait que l'automobile était un accessoire des roues, c'est le moment de le constater. Nous l'avons dit précédemment, une fois choisis, les servo-mécanismes (à sortie rotative) ne sont pas utilisables tels quels comme organes de propulsion du chariot. Ceci bien qu'ils ne manquent de rien: éventuellement dotés d'un étage de démultiplication, ils disposent en principe d'un détecteur de largeur d'impulsion associé à un amplificateur de commande et d'asservissement. Leur consommation relativement faible, leur encombrement et leur masse réduits conviennent parfaitement au présent projet. Comme ils ne lui sont pas tout à fait adaptés, voyons les modifications à leur apporter. Pour commencer faites le bon choix: vos servo-mécanismes sont (relativement) bon marché, à sortie rotative et susceptibles d'être opérés au tournevis. Lorsqu'on les

ouvre, on découvre invariablement un carter de démultiplication, un petit moteur électrique et un circuit imprimé avec un potentiomètre. On commence par mettre le potentiomètre hors circuit: coupez ses fils de liaison avec la carte et mesurez sa résistance qui est, en général, de l'ordre de 5 k $\Omega$ . Remplacez-le par deux résistances identiques dont l'ensemble ait la même valeur (aux tolérances près, donc 2,7 k $\Omega$  pour le potentiomètre susdit): le point commun des deux résistances raccordé là où l'était le curseur et les autres extrémités là où l'étaient celles du potentiomètre. S'il n'y a que deux fils (rhéostat), une seule résistance suffit. Cette opération terminée – c'est la plus compliquée – passez à la suivante qui consiste à faire sauter d'éventuelles butées mécaniques situées la plupart du temps sur la roue à pignon la plus proche de l'arbre de sortie: il est en

liste des composants

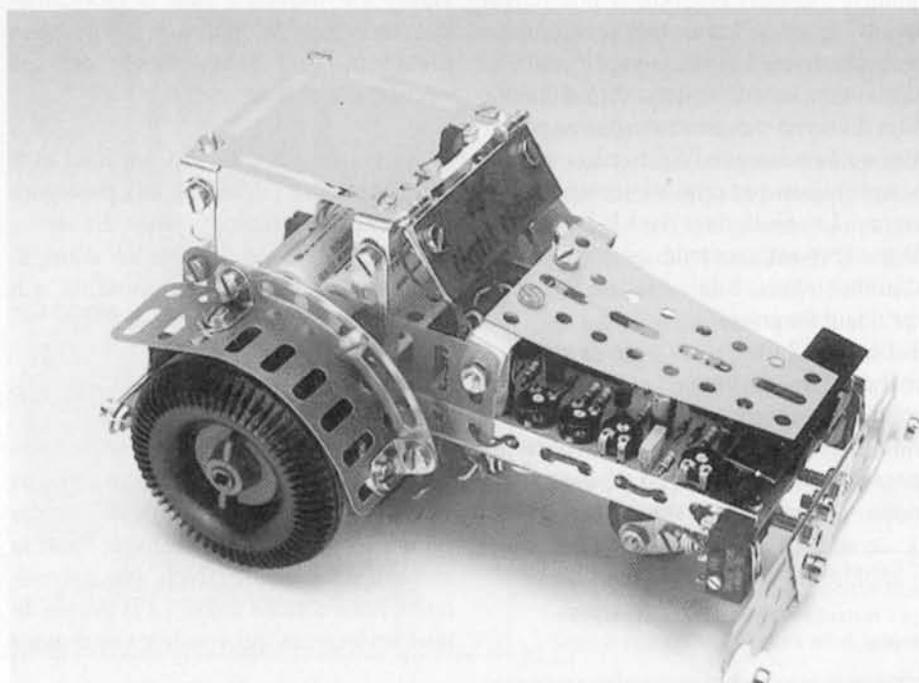
R1 = 2,2 k $\Omega$   
R2 à R4 = LDR  
R5, R6 = 680 k $\Omega$   
R7, R8 = 27 k $\Omega$   
R9, R10 = 47 k $\Omega$   
R11 à R15 = 100 k $\Omega$

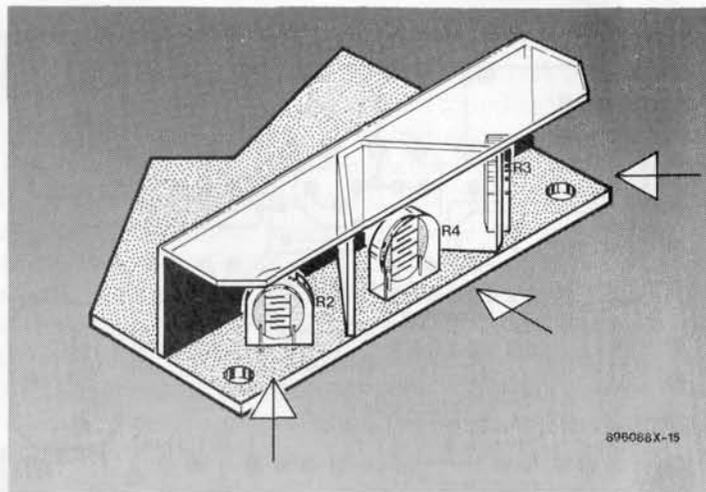
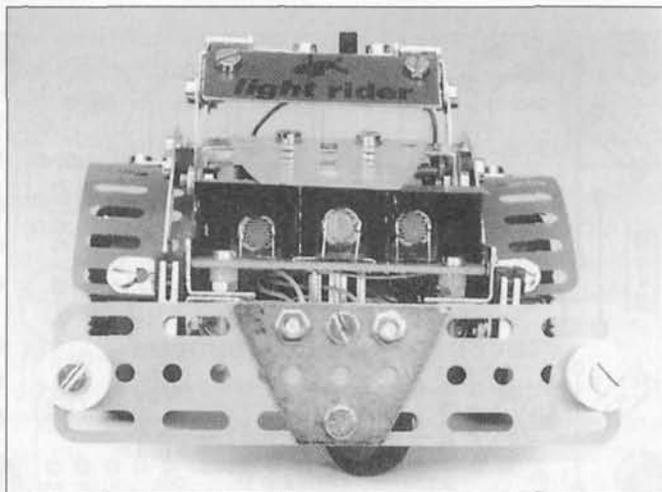
C1, C2 = 39 nF  
C3, C4 = 10  $\mu$ F/10 V (radial)  
C5, C6 = 2,2  $\mu$ F/10 V (radial)  
C7 = 220  $\mu$ F/10 V (radial)  
C8 = 1000  $\mu$ F/10 V (radial)  
C9, C10 = 100 nF

D1 à D9 = 1N4148  
T1, T2 = BC557B  
IC1 = TLC555  
double temporisateur analog. CMOS  
IC2 = 4538  
double multiv. monostable de précision

P1, P2 = 100 k $\Omega$ , ajustable  
P3 = 1 M $\Omega$ , ajustable  
P4 = 1 k $\Omega$ , ajustable  
P5 = 2  $\times$  100 k $\Omega$ , linéaire

L1 = 47 mH  
S1 à S4 = microrupteurs





effet indispensable que les roues du chariot tournent sans obstacle de 0° à l'infini dans les deux sens, ce que ne permettent pas en principe les servo-mécanismes. Un petit coup de scalpel ou de couteau bien aiguisé devrait suffire à effacer ce relief inutile.

Laissez encore un moment la boîte ouverte, nous n'en avons pas fini avec ce chapitre que doivent compléter quelques remarques importantes concernant les branchements. Dans la plupart des cas la couleur des fils de sortie des servo-mécanismes utilisés en modélisme permet d'en reconnaître la fonction : rouge (+) et noir ou marron (-) pour l'alimentation ; blanc, jaune, orange ou violet pour l'entrée des signaux. Dans d'autres... voyez votre revendeur. Ensuite, il est important que les roues du chariot tournent dans le même sens, qui dépend du point de vue où l'on se place : avez-vous remarqué que, vues du cadran ou du mécanisme, les aiguilles de votre montre tournaient dans le sens contraire des aiguilles d'une montre ? Que ferez-vous si la "marche avant" se traduit pour une roue par une marche arrière ? Si vous aviez le malheur d'inverser les connexions de l'alimentation du servo-mécanisme, vous ne réussiriez qu'à en détruire l'électronique pour la simple raison que cette alimentation est la sienne. La solution est dans la boîte, là où le moteur est raccordé, ce sont ses fils d'alimentation, à la sortie de SA carte, qu'il faut inverser.

Est-ce tout ? Oui, vous pouvez songer à installer les moteurs. Les habitués du modélisme suggèrent que nous avons oublié de protéger notre carte contre les parasites : ils ont raison d'y penser mais nous l'avons fait sans attendre leur

\*\* Ce mot nous vient de Francis Bacon, devons-nous le considérer comme "franglais" ? Il est vrai qu'il écrivait en latin, mais ça n'excuse rien puisqu'ils l'avaient déjà brûlée !

Figure 5 - Si le champ de vision de chaque photorésistance est trop étendu, le chariot ne saura pas de quel côté se diriger. Équipez-les d'oculaires pour le limiter : un simple écran de carton (noir mat de préférence) suffit à cacher à chaque capteur ce qui ne le regarde pas : ce qui éclaire le véhicule sur sa gauche, pour le capteur de droite, par exemple, et les variations de luminosité qui n'affectent pas le niveau de la lumière ambiante pour le capteur médian. Il est bien sûr possible de perfectionner cette optique.

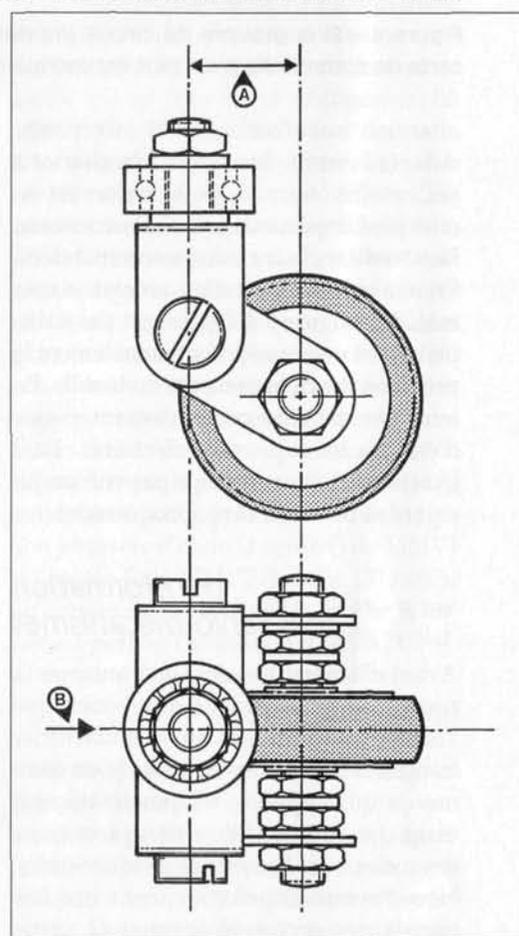


Figure 6 - Attention, avec la fabrication des tampons, le montage de la roue pivotante est sans doute ce qui nécessite le plus de doigté.

reproche. Le filtre L1/C8 (en haut et à droite sur la figure 3) la protégera d'impulsions parasites issues du servomoteur qui peuvent dépasser 2 V d'amplitude. La valeur des composants qui constituent le filtre n'est pas cruciale\*\*

### construction automobile

Construction automobile : ainsi parlons-nous d'une construction qui ne se meut guère, bien qu'elle soit vouée aux déplacements... ici de l'électronique par la mécanique. Difficile ? Non, pas précisément, nous dirions même : à la portée de tous les lecteurs qui voudront se donner

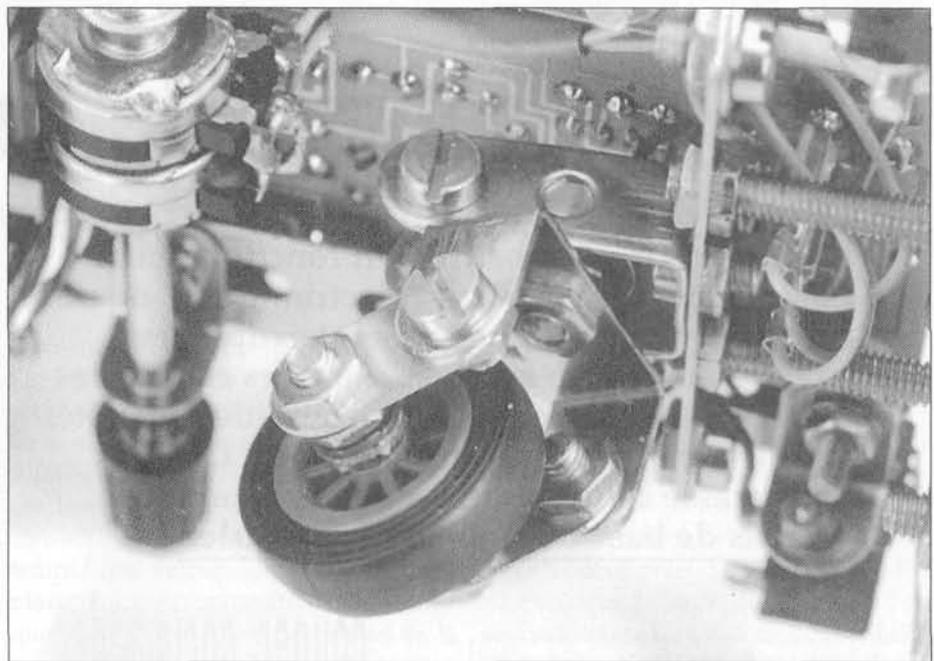
un petit peu de peine. Qu'ils s'inspirent des illustrations s'ils ne savent pas par quel bout prendre la chose.

Le matériau de base importe peu, pourvu qu'il ne soit ni trop lourd ni trop léger. Le seul plan à respecter pour que le dispositif fonctionne comme il a été prévu est celui donné par la figure 1. Le plus simple est de se servir de boîtes de construction du genre Fischer, Lego, Meccano ou autre. Le châssis du chariot présenté a lui-même été fabriqué à l'aide d'un équivalent de Meccano bon marché en provenance d'Europe orientale. Les roues motrices sont extraites d'une boîte Fischer. La face plate de leur jante en rend le montage plus

facile sur les moteurs utilisés : il est possible de les coller ou de les visser directement sur l'arbre. Leur taille est aussi intéressante : vous avez sans doute déjà remarqué que plus le diamètre des roues motrices d'un véhicule était important plus sa vitesse de translation, à vitesse de rotation égale de l'arbre, était grande. La roue avant pivote en fonction de la direction dans laquelle se déplace le chariot. Elle ne le fait correctement que si elle est montée avec un minimum de soins, l'axe de rotation de son support dans le plan de symétrie bilatérale du véhicule. Voyez sur la **figure 6** comme elle se présente. Autres accessoires à soigner, les butoirs qui devront être assez élastiques pour se déformer et activer les microrupteurs au moindre choc. Il n'est pas conseillé d'invertir S1 ou S2 qui n'ont, comme vous l'avez lu plus haut, pas le même rôle. Il n'en est pas de même pour S3 et S4, câblés en parallèle, qu'un seul interrupteur pourrait théoriquement remplacer. Il était cependant mécaniquement plus facile d'en monter deux. D'autres solutions sont cependant envisageables. Le bouton que vous voyez dépasser sur le côté de notre chariot est celui du potentiomètre stéréo du réglage de la sensibilité à la lumière. Choisissez judicieusement son emplacement de façon qu'il reste d'accès facile. Il est raccordé aux points G (du côté de C4 et R3 sur la platine) H et J (de l'autre côté).

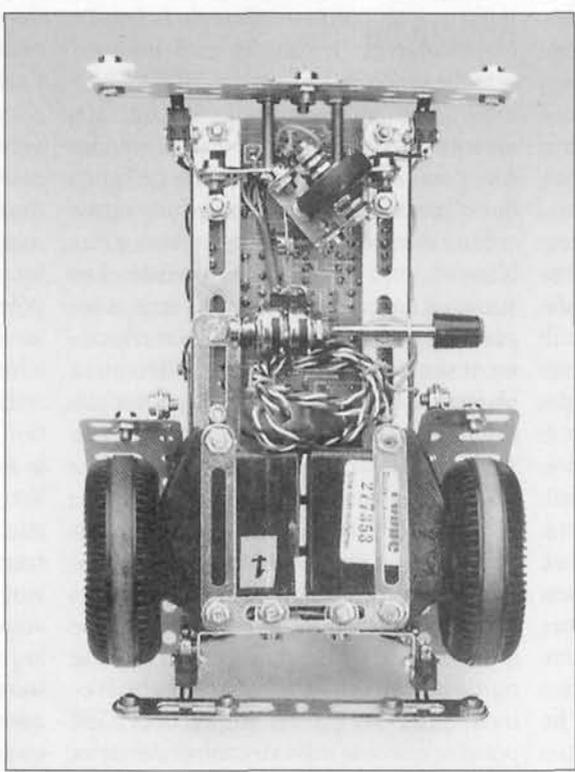
**mise au point**

Vous n'aurez pas besoin d'un banc de mesure ou d'appareils sophistiqués pour les différents réglages qui ne nécessitent que l'œil, l'oreille, les pinces d'Adam et un tournevis. Donnez pour commencer à P5 son minimum de résistance (si vous l'avez câblé dans les règles de l'art, vous le tournerez dans le sens contraire des aiguilles d'une montre) et P4 au maximum. La photosensibilité du chariot est alors



minimale. Réglez maintenant P1 et P2 de façon que les deux moteurs s'arrêtent. Tournez ensuite P5 dans l'autre sens (résistance maximale), puis aveuglez les photorésistances et ramenez le curseur de P4 un poil avant que les moteurs commencent à tourner, ce qu'ils font bien sûr dès que les photorésistances retrouvent la lumière.

**Figure 7 - Des marques et des couleurs. Attention lors du câblage : si le moteur supporte les inversions de polarité, sa carte électronique d'asservissement risque gros à être branchée à l'envers.**



La troisième photorésistance, R4, permet, avec P5, d'adapter la réponse des deux autres en fonction de la luminosité ambiante. Avec le potentiomètre, le dispositif restera sensible dans les conditions les plus extrêmes (pièce très ensoleillée par exemple). Il n'est pas tout à fait indispensable et on peut le remplacer par deux résistances fixes de 47 kΩ, entre les points J et G pour l'une et les points J et H pour l'autre. Il suffira alors d'adapter l'éclairage du local au fonctionnement du chariot. Le dernier point de réglage est celui de la marge de manœuvre du chariot lorsqu'il rencontre un obstacle. Cette durée se règle à l'aide de P3 entre 0,2 et 2 s. Sa valeur optimale dépend de la propulsion.

Le mieux, nous semble-t-il est qu'elle permette un quart de tour en marche arrière après le choc. Il n'est pas interdit de la raccourcir, mais cela ne fait qu'obliger le chariot à un plus grand nombre d'allers et retours pour contourner les obstacles.

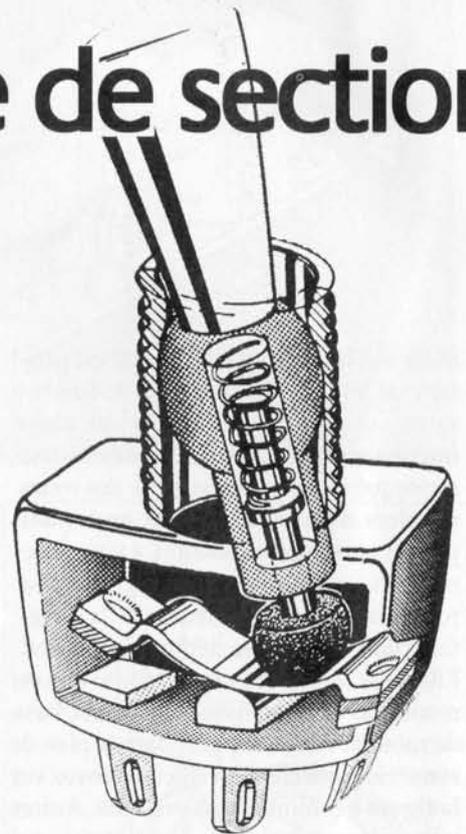
Vous en savez assez maintenant pour vous mettre à l'ouvrage, fabriquer le chariot comme nous le décrivons ou l'améliorer, à votre convenance. Ne faites pas vos essais, comme celui qui l'a conçu, au vu et au su de gens qui auraient gardé une âme d'enfant... Vous risqueriez de ne pas pouvoir les mener à bien... Prévoyez, nous l'avons omis, un interrupteur marche-arrêt sur la ligne d'alimentation, il vous évitera d'avoir à déconnecter les accumulateurs lorsque vous le rangerez.

Bonne route!

896088

# appareillage de section

La plupart des dispositifs qui fonctionnent à l'électricité, qu'ils soient "électroniques" ou non, contiennent un ou plusieurs interrupteurs, commutateurs, inverseurs... dont les catalogues des revendeurs proposent une grande diversité. Lequel convient à telle application? Le choix embarrasse celui qui manque des quelques notions de base dont nous allons parler.



couper, commander  
plus vite que l'éclair

Peu d'amateurs traitent les interrupteurs et autres *switch* (voir plus loin) avec le soin qui leur revient. La plupart pensent à tort qu'un composant dont la fonction se réduit à l'ouverture et à la fermeture de contacts mérite peu de considération et qu'il faut être stupide ou niais pour traiter d'un pareil sujet. Grave erreur, dont on peut prendre conscience en parcourant les catalogues lorsqu'on a à faire le bon choix. Si les choses étaient aussi simples, les fabricants ne diversifieraient pas autant leur production, sans parler des grossistes et des détaillants qui, s'ils pouvaient ne tenir en stock qu'un seul type d'interrupteur ne s'en priveraient pas: ils n'ont rien à y gagner, s'ils le font, c'est parce que chaque composant répond à un type d'utilisation. Il est donc nécessaire de les connaître pour les employer au mieux. Prenons un exemple: si l'on a besoin d'un simple inverseur unipolaire, il n'est pas conseillé de jeter sa main au hasard dans le tiroir où sont rangés ces composants et de souder le premier venu sur le circuit. On commence par soumettre l'objet à une inspection minutieuse pour savoir si son **pouvoir de coupure** et son **pouvoir de fermeture** sont satisfaisants. Ensuite, s'il est marqué "250 V" par exemple, cela ne suffit pas pour dire qu'il est possible de mettre directement la tension du secteur à ses bornes: il faut qu'il satisfasse aussi aux normes de sécurité (**tension d'isolement**) qui n'ont pas été « inventées » pour faire suer l'utilisateur mais pour sauver biens et vies, sinon les siens, au moins ceux de ses proches et de quelques autres. Si le composant est sûr, en soi, encore faut-il le bien monter. Toutes ces raisons et d'autres encore font qu'il est bon de regarder la chose d'un peu plus près.

en courant

Pour commencer, rappelons (avec le professeur Einstern) que sans différence de potentiel électrique, il n'y a pas de courant. Nous sommes cependant obligés, pour être clair, de distinguer les deux grandeurs. Nous pouvons le faire si nous disons que la différence de potentiel qui donne lieu aux courants dont nous parlerons est peu élevée compte tenu des caractéristiques de l'appareillage utilisé. Un interrupteur, ou un membre de la famille (commutateur, inverseur etc.) ne peut remplir sa fonction dans un circuit déterminé que s'il est capable d'atteindre, sans avoir trop à en souffrir, les objectifs qui lui sont posés. Lors de la fermeture de lignes qui véhiculent des courants de forte intensité, il est important que les contacts s'établissent avec une grande rapidité. Les surfaces en contact doivent l'être aussi parfaitement que possible et simultanément sur toute leur étendue. À défaut, la **résistance de contact** ne serait plus négligeable et les portions conductrices s'échaufferaient d'autant plus vite qu'elles seraient plus réduites pour, progressivement, se détruire. Le ralentissement de la détérioration dans le temps de la qualité des surfaces (le nombre de manœuvres est toujours limité) n'est obtenu que si la commutation s'effectue de façon qu'aucune partie ne s'en échauffe, même très brièvement, plus vite que les autres. Ceci n'est possible que si la mise en contact des deux

surfaces s'effectue aussi rapidement que possible. Il n'est pas grave que l'interrupteur soit "dur à la détente" pourvu qu'une fois la détente activée, la gâchette lâche le "percuteur", contact mobile, qu'un ressort, le plus souvent, entraîne rapidement vers le contact fixe, à la fermeture (ou à une certaine distance du contact fixe, à l'ouverture). Le ressort n'a pas pour seul rôle d'emporter le contact mobile à grande vitesse vers le contact fixe, il les maintient fortement appliqués l'un contre l'autre une fois la liaison établie. Dans le cas d'une arme à feu, la rapidité de mouvement du percuteur a pour but de restituer en un minimum de temps un maximum d'énergie, dans celui d'un interrupteur, d'établir un contact aussi total et instantané que possible entre les pôles. Encore faut-il qu'au cours du temps les surfaces conductrices le restent. Elles nécessitent donc un certain entretien pour rester propres. Le dépoussiérage, élimination de la couche d'oxyde susceptible de se former en particulier, s'effectue lors de l'ouverture et de la fermeture des contacts par un mouvement de friction des surfaces l'une sur l'autre. Les catalogues parlent dans ce cas de « contacts autonettoyants ». C'est ainsi qu'à côté de la fréquence maximale de commutation (nombre de manœuvres par heure, fréquence de travail à charge maximale en cycles par minute ou en hertz) limitée par

# nement et de commande

## OU «PETIT PRÉCIS D'INTERRUPTEUROLOGIE» D'APRES ELEX

l'inertie mécanique du dispositif, certaines fabrications spéciales, de relais en particulier, mentionnent une fréquence minimale: « commuter une fois par semaine par exemple », pour que les contacts restent propres.

La destruction des contacts est favorisée par leur surchauffe, ou la composition chimique de l'atmosphère dans laquelle ils travaillent. Dans le premier cas, il suffit de choisir le composant dont les caractéristiques correspondent à la tâche à remplir. Dans le second, si l'atmosphère est corrosive (ou/et explosive), on utilise des composants spéciaux dont les contacts sont à l'abri dans un compartiment étanche. Les relais électromagnétiques ont alors la préférence. Ils sont plus faciles à enfermer dans une enceinte imperméable, dans laquelle on a fait le vide ou que l'on a remplie d'un gaz inerte (qui ne provoque aucune réaction chimique des corps avec lesquels il est en rapport). Les métaux et alliages utilisés pour les contacts jouent aussi un rôle primordial. L'argent par exemple, bien meilleur conducteur de l'électricité que le cuivre (et dont l'oxyde est encore plus conducteur), diminue considérablement la résistance de contact et donc l'échauffement des surfaces. À côté de lui on rencontre aussi l'or et d'autres métaux précieux, seuls ou alliés, tels que le rhodium ou le palladium. Même s'ils n'interviennent qu'en surface, leur épaisseur joue aussi son rôle. Les propriétés électriques et mécaniques de ces dépôts varient en effet beaucoup avec celle-ci, leur composition et les techniques de revêtements électrolytiques auxquelles ils sont dus. Ainsi la résistance de contacts revêtus d'une couche de métal ou d'alliage précieux peut dépendre de l'intensité du courant qui la traverse. Dans tous les cas, au-delà d'un certain seuil, les contacts se ramollissent, ce qui diminue leur résistance, mais à un niveau encore supérieur, ils fondent. Les températures de ramollissement (inférieures à 200°C pour l'or, l'argent et le cuivre) sont atteintes pour des chutes de tension, même très brèves, de l'ordre du 1/10 V, celles de fusion pour

moins de 5/10 V (la résistance est de l'ordre de la dizaine de milliohms). Qui dit fusion dit vaporisation et destruction de la surface: le respect des conditions d'utilisation indiquées par les fabricants est donc tout à fait conseillé si l'on veut conserver à l'objet ses propriétés dans le temps. Les valeurs données sont des maximum, qui n'apparaîtront en principe que dans les conditions extrêmes de la mise sous tension ou de la coupure. En résumé, nous pouvons dire que tous les dispositifs ne permettent pas de commuter tous les courants. Trois facteurs caractérisent les contacts: le matériau qui les constitue, les surfaces en présence et la pression avec laquelle elles sont appliquées l'une contre l'autre.

**L'argent ne fait pas  
le bonheur  
(l'or non plus, d'ailleurs)  
mais quels contacts !**

### *en tension*

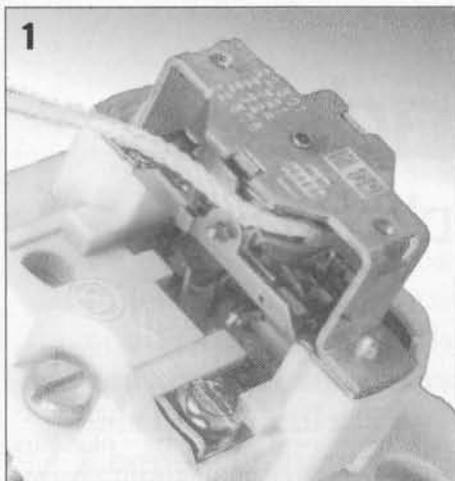
Considérons maintenant les différences de potentiel. Lorsque l'on met un circuit hors tension, il est important que les pôles entre lesquels règne la différence de potentiel soient assez éloignés pour qu'aucun courant ne circule entre eux. On ne considère pas seulement ici la différence de potentiel qui règne lorsque le circuit est ouvert mais celle, bien supérieure, présente à l'ouverture d'un circuit autoinductif (un circuit qui contient des bobines, qu'elles soient de relais, de transformateurs, de moteurs etc.) si rien n'est fait pour absorber l'énergie électromagnétique restituée sous forme électrocinétique. L'augmentation brutale de la résistance entre les deux contacts de l'interrupteur qui fermait le circuit (de presque zéro à une valeur très très grande en aussi peu

de temps que possible\*) fait naître à ses bornes une force électromotrice très élevée. Dans le pire des cas, cette force électromotrice peut atteindre plusieurs milliers de volts dans un circuit alimenté sous quelques volts seulement. Elle se traduit par une différence de potentiel élevée entre les deux pôles de l'interrupteur. Un arc électrique de courte durée (ou que l'on souhaite tel) se forme alors, l'étincelle de rupture, qui détériore les contacts par transport de matière de l'un à l'autre. Le meilleur moyen d'éviter l'arc est d'ouvrir le circuit aussi rapidement que possible. De même que la fermeture, la vitesse de l'ouverture n'est pas celle de l'utilisateur ou de son doigt sur le levier de commande, mais celle que permet un mécanisme déclencheur, à ressort le plus souvent.

Condensateurs, résistances de décharge, diodes de roue libre etc. absorbent éventuellement l'énergie emmagasinée sous forme électromagnétique.

En haute tension, à la mise hors tension de circuits fortement inductifs, plusieurs techniques permettent de protéger les pôles de l'appareillage des effets de l'arc. Un bain d'huile ou un gaz sous pression peuvent lui éviter de se former: ce bain (réfrigérant) ou la pression du gaz limitent l'ionisation des molécules de l'air qui le transforme en conducteur de l'électricité. D'autres interrupteurs ou contacteurs-discontacteurs ont leurs pôles placés dans des boîtes en matière isolante incombustible. Ces pôles se séparent dans l'air mais sont pourvus d'un électro-aimant de soufflage magnétique dont la bobine excitatrice est traversée par le courant à couper. Puisque l'arc est constitué de charges électriques en mouvement, c'est un conducteur, il est donc susceptible d'être soumis aux effets d'un champ magnétique. L'électro-aimant de soufflage ne vise qu'à l'allonger, donc à allonger pour lui la distance qui sépare les deux pôles. Le refroidissement qu'il gagne à cette promenade l'essouffle, si vous permettez cette image, comme un courant d'air la flamme d'une bougie. Il est peu probable qu'un électronicien amateur ait un jour besoin de semblables dis-

\* Ouvrir un circuit c'est introduire entre deux contacts une résistance que l'on souhaite infinie.



positifs. Il était bon cependant que nous les mentionnions puisque les notices des fabricants précisent dans certains cas le « pouvoir de coupure en circuit inductif » de leurs produits, bien inférieur, et vous comprendrez maintenant pourquoi, au pouvoir de coupure « en circuit résistif ». Ce « pouvoir de coupure » est une limite d'utilisation de l'interrupteur. Il est toujours supérieur en alternatif à ce qu'il est en continu pour les tensions. Un interrupteur donné est par exemple prévu pour couper 250 V en alternatif ou 30 V en continu. C'est parce qu'en alternatif, la tension indiquée est une valeur efficace (RMS ou *Root Mean Square* en anglais). Le passage périodique de la tension par 0 V, inconnu en continu, facilite évidemment la coupure.

\*\* Le mot anglais *switch*, interrupteur est encore un mot emprunté, sans doute à des conducteurs de bœufs ou des cochers des Provinces Unies ou du Hanovre. Il désignait alors une sorte de baguette flexible.

**Figure 1** – L'interrupteur à tirette, assez peu commun, est aussi un interrupteur à bascule. On pouvait le disposer assez loin de l'utilisateur et tout près de l'utilisation.

**Figure 2** – Interrupteur miniature à levier. C'est plus précisément un inverseur unipolaire. La direction du levier indique toujours la broche avec laquelle la broche médiane est en court-circuit.

**Figure 3** – Interrupteur à glissière bipolaire (deux rangées de contacts) à trois positions.

**Figure 4** – Commutateur rotatif. S'il est à contacts court-circuitants, lors du passage d'un plot à l'autre, le circuit n'est pas ouvert et les deux plots sont en service en même temps.

**Figure 5** – Le micro-rupteur est le plus souvent utilisé dans les circuits de détection.

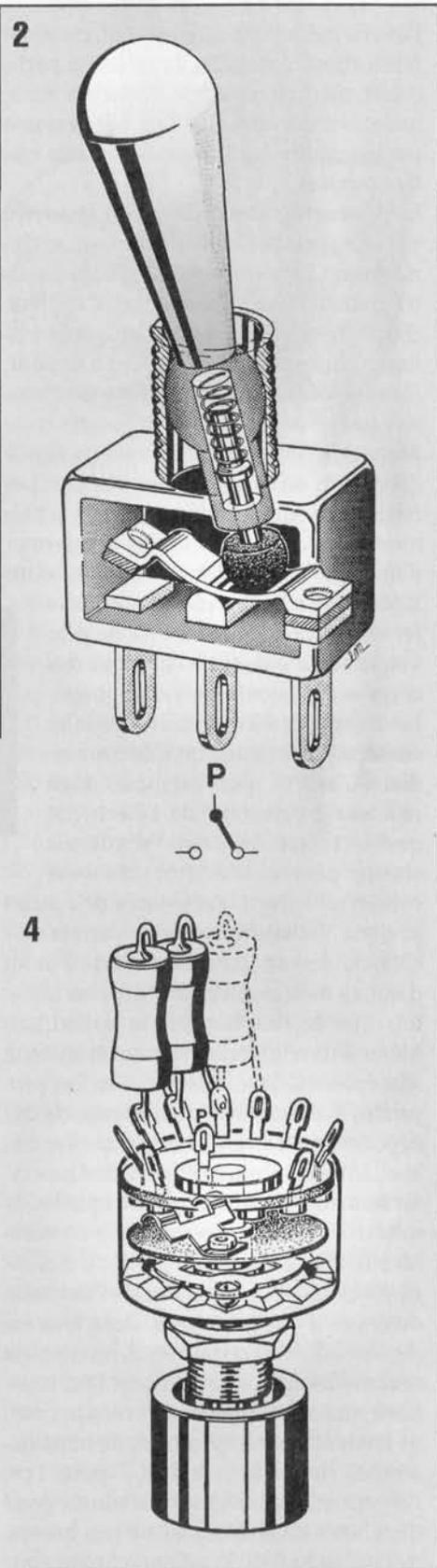
À côté de la tension pour laquelle est fait un dispositif de coupure, il faut parfois s'inquiéter de la distance qui sépare ses contacts ouverts (et d'autres contacts éventuellement) ainsi que des normes de sécurité auxquelles il satisfait. Dans ce dernier domaine, une tension élevée présente un risque plus immédiat qu'un fort courant. En cas d'erreur – compte tenu du fait que l'intensité du courant n'est pas négligeable, puisqu'on le sait, c'est l'intensité qui tue – l'utilisateur court le risque d'un choc électrique, éventuellement mortel. Si c'est l'intensité du courant qui est élevée, on doit plutôt s'attendre à l'incendie, qui laisse (dans le meilleur des cas) une plus grande marge d'action.

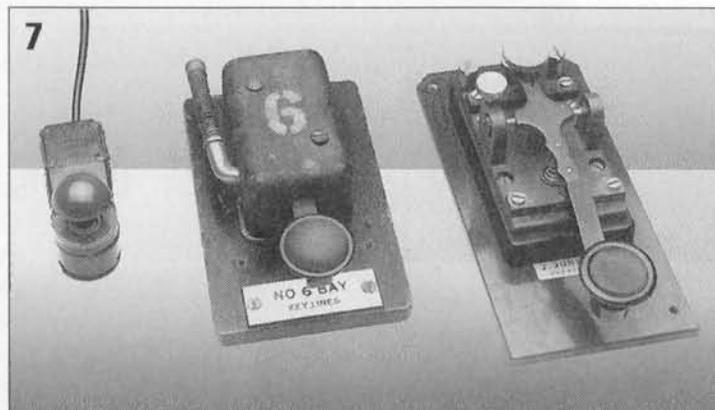
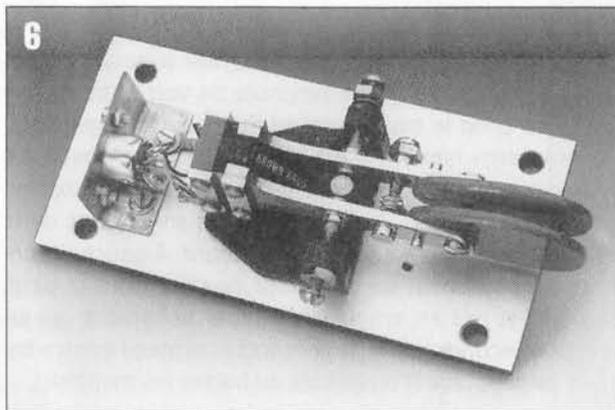
En résumé, la mise hors tension nécessite des dispositifs dont les pôles s'éloignent rapidement l'un de l'autre, à une distance suffisante et qui le reste. Ensuite, pour des raisons de sécurité, les parties normalement sous tension doivent être suffisamment éloignées des parties conductrices accessibles à l'utilisateur : pour ne citer qu'un exemple, éviter d'utiliser des interrupteurs à levier métallique pour intervenir sur le secteur.

### interrupteurs mécaniques

On distingue en gros trois grands types d'interrupteurs. Le plus vieux et le plus

usuel est l'interrupteur manuel mécanique. C'est, dans la plupart des cas, un interrupteur à bascule (figure 1). On utilisait aussi, il n'y a pas si longtemps, des interrupteurs rotatifs. La rotation d'abord résistante de leur bouton tendait un ressort. À partir d'un certain seuil, le ressort entraînait une partie mécanique mobile qui fermait ou ouvrait alors rapidement





les contacts avec un petit claquement sec, comme un ordre ou un coup de *switch*\*\* cinglant (badine). En électronique, le modèle à levier (figure 2), plutôt robuste, est aussi un interrupteur à bascule. Il ne faut en revanche pas trop demander à un commutateur à glissière miniature, bipolaire, à trois positions comme celui de la

figure 3 qui a l'avantage d'un faible encombrement. Le commutateur rotatif de la figure 4 est beaucoup mieux connu, mais son câblage mérite un minimum d'attention. Il en existe un certain nombre de modèles, à contacts court-circuitants (maintien du contact lors du passage d'une position à l'autre) ou non (ouverture du circuit entre deux positions, les plus utilisés) qui permettent de nombreuses combinaisons. Nous utilisons encore dans nos montages des micro-rupteurs à leviers comme celui de la figure 5, surtout comme capteurs (de position ou de passage : fin de course, ouverture de porte etc.) N'oublions pas dans cette énumération les manipulateurs morse des figures 6 et 7, les poussoirs à enclenchement des lampes de chevet (un coup j'pousse et ça s'allume, un coup encore et ça s'éteint). Vous en connaissez certainement d'autres...

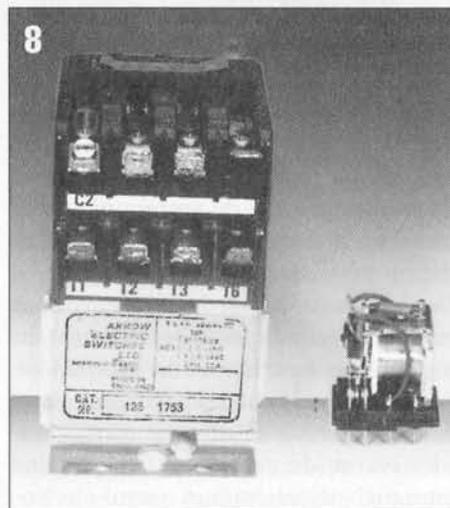


Figure 6 - Un manipulateur morse moderne qui, associé à un peu d'électronique, produit automatiquement des traits ou des points suivant la touche que l'on appuie sur le contact médian. Il est cependant préférable, pour apprendre à émettre en morse, d'utiliser un manipulateur non automatique.

Figure 7 - C'est avec des manipulateurs de ce type antédiluvien qu'il faut apprendre le morse.

Figure 8 - Un petit relais industriel (environ 8 cm de haut) et un modèle un peu moins imposant.

qui permettent de commander l'allumage d'une lampe à partir de plusieurs points éloignés l'un de l'autre; les dispositifs de protection des installations électriques: relais des dispositifs différentiels à courant résiduel (DDR), relais magnétiques, thermiques ou magnétothermiques des disjoncteurs. Passons sur les contacteurs, relais dont les contacts principaux établissent et coupent l'alimentation de dispositifs très puissants, pour revenir aux relais un peu particuliers utilisés en (relative-ment) basse puissance comme ceux de très petite taille qui s'implantent directement sur les circuits imprimés, les relais ILS (ou relais à tiges), interrupteurs à lames

**elex-abc**

**tension d'isolement**  
 La tension d'isolement est la tension maximale que l'on peut appliquer entre les parties normalement sous tension et une référence métallique (enveloppe, support etc.) Elle est de 2120 V (tension crête) pour les appareils de classe I, normalement pourvus d'une prise de terre, ou de 4240 V pour ceux de classe II, qui en sont dépourvus.

**résistance de contact**  
 Deux surfaces solides en contact provisoire ne se touchent qu'en un nombre de points limités qui dépend, entre autres choses, de leurs formes respectives (un contact à grille permet d'augmenter le nombre de ces points) des matériaux qui les constituent et des pressions auxquelles ils sont soumis. Le courant ne passe en principe que par ces points dont le nombre peut diminuer lorsqu'augmente celui des impuretés. Les résistances de contacts (neufs) rencontrées en électronique pour des interrupteurs ou des relais de bonne qualité est de l'ordre de 10 mΩ.

**pouvoir de coupure**  
 C'est, en principe, la possibilité de couper le courant de court-circuit présumé (en KA efficace).

**pouvoir de fermeture**  
 C'est la possibilité d'établir un courant dans un circuit sous une tension donnée.

**interrupteurs électromagnétiques**

Dans un grand nombre de cas, il est indispensable d'établir une certaine distance entre l'interrupteur, en fait le bouton de l'interrupteur, et le circuit dans lequel il intervient. Bien qu'on puisse se servir alors d'un levier à rallonge, d'une ficelle, voire d'une commande pneumatique, l'électro-aimant offre des solutions plus élégantes ou plus accessibles. C'est ainsi qu'est né le relais (figure 8) imaginé à l'origine pour commander, avec une puissance très faible, des puissances électriques beaucoup plus grandes. Un relais est constitué d'une ou plusieurs paires de contacts dont l'ouverture ou la fermeture est imposée par les mouvements d'une armature métallique, soumise à la présence ou à l'absence d'un champ magnétique produit par la circulation d'un courant dans une bobine. Lorsque la circulation du courant est interrompue dans la bobine, un ressort rappelle l'armature à sa position de repos. On trouve des relais à usage domestique comme les télérupteurs

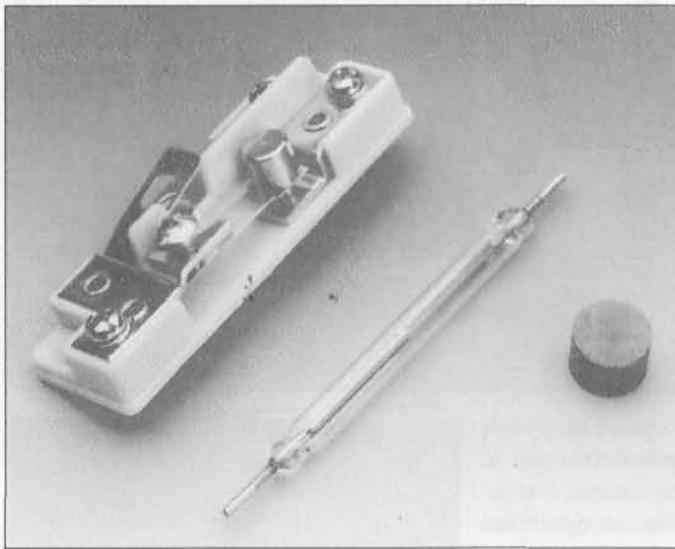


Figure 9 – Un relais à tiges (ou relais ILS) a ses contacts enfermés et protégés par une ampoule de verre. On en fait un relais reed si on le soumet au champ électromagnétique d'une bobine dans laquelle il est placé comme un noyau. La présence d'un champ magnétique fait plier les tiges flexibles qui portent ses contacts. D'autres modèles sont inclus dans un boîtier Dip semblable à un circuit intégré. À gauche nous avons ouvert pour vous un détecteur de choc dont le petit marteau, s'il est mis en branle, va frapper le contact qui lui fait face. Une seconde paire de contacts le protège contre les tentatives de sabotage : l'ouverture du boîtier les mobilise.

souples pourvues de contacts (enfermés dans une ampoule de verre) qui se ferment ou s'ouvrent en fonction d'un champ magnétique extérieur (figure 9). Dans certains relais, les contacts sont ouverts ou fermés par le déplacement du mercure en fonction de la position de l'ampoule qui le contient. Ne nous attardons sur les relais électromagnétiques, utilisés encore de nos jours dans certains centraux téléphoniques semi-électroniques, que pour préciser que ce sont surtout des relais reed c'est-à-dire des relais à tiges, ampoules de verre montées dans une bobine. Leurs contacts ont l'avantage d'être à l'abri de l'air et de ses pollutions. En téléphonie, cependant, l'avenir est au tout électronique, comme le paragraphe suivant.

### commutation électronique

L'électronique dispose de relais et d'interrupteurs qui assurent des fonctions identiques à celles de leurs homologues mécaniques. Les relais électroniques présentent cependant sur les relais électromécaniques de nombreux avantages. Sans parler de leur petite taille, ils ne contiennent pas de partie en mouvement, raison pour laquelle on les appelle relais statiques (ou *solid state relay* avec l'accent anglais, *solid* indiquant ici "sans tube, ni gaz, ni vide, ni liquide"). On ne parle en principe de relais statique que s'il y a, comme pour les relais électromagnétiques, séparation galvanique entre le circuit de commande et le circuit de puissance. C'est ce que réalise par exemple un triac commandé par une photodiode. Un transistor ordinaire, à l'opposé, peut remplir une tâche semblable, mais sans séparation galvanique. Le courant de base commande l'ouverture ou la fermeture du transistor, donc la

circulation d'un courant maximum ou minimum dans son circuit de collecteur. Le transistor n'est pas le seul dispositif à semi-conducteur utilisé pour commuter, il en existe d'autres tels que le thyristor ou le triac qui remplissent plus spécifiquement cette fonction. Pour transformer ces composants en véritables relais statiques, avec séparation galvanique entre les circuits de commande et de puissance, on utilise un transformateur d'impulsions ou un photo-coupleur. Le rapport de transformation d'un transformateur d'impulsions est en principe unitaire. Le photo-coupleur réunit, éventuellement dans le même boîtier, une LED, placée dans le circuit de commande, et une photodiode ou un phototransistor, dans le circuit de puissance. L'isolement électrique entre les deux circuits est généralement dans ce cas de plusieurs kilovolts. Rien n'empêche cependant de séparer les deux composants par de très longues distances, couvertes par une fibre optique.

De même qu'à leurs collègues mécaniques se posent aux commutateurs et relais statiques des problèmes lorsqu'ils ont à couper le jus à des circuits inductifs. Il ne s'agit pas alors d'étincelles ou d'usure prématurée de contacts, mais de différences de potentiel importantes qui dépassent les maximums tolérés par les composants. Une diode de roue libre (dans le cas d'un fonctionnement en continu) ou un diac (composant qui ne s'ouvre, dans un sens ou dans l'autre, que si la différence de potentiel entre ses bornes vient à dépasser un certain niveau), câblé en parallèle aux bobines, évite à d. d. p. due à la force électromotrice d'induction d'atteindre des sommets dangereux. Dans d'autres cas, l'énergie électromagnétique du circuit inductif est absorbée par un condensateur ou une résistance de décharge. Une varia-

tion peut aussi éviter que la surtension ne dépasse ce que les composants tolèrent : nous avons rencontré plusieurs fois cette sorte de résistance variable, stabilisatrice de tension, qui se comporte (presqu')en court-circuit quand la différence de potentiel à ses bornes s'élève par trop, et passe inaperçue le reste du temps.

### combinaisons et fonctions

Il est parfois nécessaire d'associer plusieurs composants du même type pour répondre à certains problèmes. Il est possible par exemple de commuter en très haute tension avec plusieurs paires de contacts prévus pour des tensions beaucoup moins élevées, câblés en série, si la sécurité le permet. Il est de même possible de couper des courants très intenses avec plusieurs dispositifs qui en supportent chacun une fraction, câblés en parallèle cette fois.

Les interrupteurs ne se distinguent cependant pas uniquement par leurs caractéristiques courant/tension mais encore par leurs fonctions : contacts travail (T dans les catalogues) ou contacts repos (R). Un interrupteur ouvert au repos ou normalement ouvert (NO) est dit à contacts-travail, fermé au repos (NC), à contacts-repos. Ils peuvent être monostables, comme les boutons poussoirs à contacts momentanés, bistables, on parle alors plus volontiers d'inverseurs, du type bascules ou boutons poussoirs à enclenchement, ou encore multistables comme les commutateurs rotatifs. Il existe encore des fabrications spéciales comme les commutateurs à contacts court-circuitants dont nous avons parlé plus haut, dans lesquels les contacts suivants sont établis avant que les contacts précédents soient coupés. Le manque de précision de tous

ces dispositifs mécaniques ou électromagnétiques en rend parfois l'utilisation directe impossible en électronique. Voyons brièvement les dispositifs qui permettent d'adapter leur fonction.

### rebonds

L'ouverture ou la fermeture mécanique de contacts n'est jamais instantanée (pas plus que le point en mathématiques, l'instant n'a de dimensions). La fermeture d'un tel mécanisme à l'échelle d'un opérateur électronique, dont le temps de réponse est très court, est interprétée comme une succession d'impulsions, très fâcheuses lorsqu'il n'en faut qu'une et une seule. Tout se passe pour l'électronique comme si le contact mobile ne venait pas s'appliquer franchement en une seule fois sur le contact fixe mais rebondissait plusieurs fois avant de se stabiliser. C'est pourquoi on parle de "rebonds". La parade est bien sûr apportée par l'électronique d'un dispositif anti-rebonds qui ne réagit qu'à la première impulsion, négligeant les autres, et produit en revanche (ou en sortie) l'impulsion unique en bonne et due forme qui permet au reste du circuit de fonctionner de façon satisfaisante. Puisqu'il s'agit en fait d'oscillations à fréquence élevée, un filtre RC peut éventuellement suffire à limiter leurs effets. Ce dispositif antiparasite ne laisse passer que la partie basse fréquence des oscillations, il n'est cependant pas toujours suffisant. Une bascule monostable offre une solution plus élégante puisqu'elle ne réagit qu'à la première impulsion, à partir de laquelle elle en fabrique une de durée déterminée avant de retrouver sa position de repos. Si le retour à la position de repos est interprété comme un ordre par le circuit aval, il faut trouver autre chose, une bascule bistable par exemple. Un autre article de ce même numéro vous indiquera comment mettre en œuvre ces dispositifs.

Ces quelques lignes sont loin d'épuiser un sujet aussi banal d'apparence. Il est conseillé à l'amateur, lorsque l'occasion s'en présente à lui, de jeter un œil à l'intérieur de ces petits appareils pour en tirer des enseignements quant à la façon dont ils fonctionnent et sont agencés. Les illustrations qui accompagnent cet article ne dévoilent que quelques uns des appareils les plus utilisés dans nos montages. Vous pourrez compléter vous-même par la consultation des catalogues des revendeurs ou des prospectus distribués par les fabricants qui sont parfois très bien faits.

896040

# bases de calcul ou calculs de base

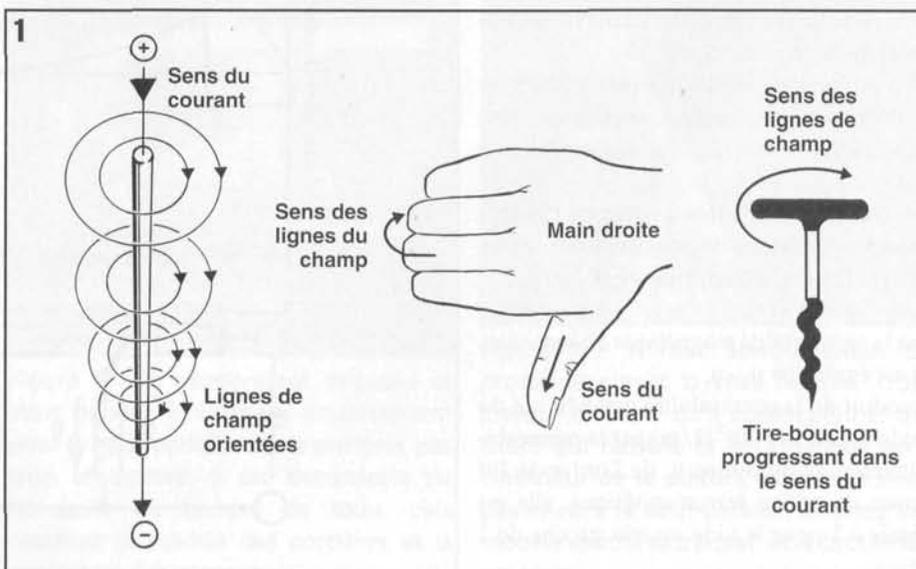
## (espace-)champ magnétique

Les phénomènes électromagnétiques sont le lot quotidien des électroniciens. Deux charges électriques en présence exercent l'une sur l'autre une force électrique qui, comme celle de la gravitation, décroît comme l'inverse du carré de la distance qui les sépare (loi de Coulomb). Si les charges se déplacent l'une par rapport à l'autre, la loi de Coulomb n'est plus suffisante pour décrire la force à laquelle elles sont soumises. Cette partie de la force qui s'exerce sur des charges en mouvement est dite magnétique. Un phénomène magnétique est un aspect d'un effet électrique, c'est pourquoi on parle d'électromagnétisme.

On appelle champ magnétique une région de l'espace dans laquelle une charge en mouvement est soumise à une action magnétique. Qui dit charge en mouvement dit courant électrique. Or les aimants permanents semblent y faire exception. Ils sont pourtant le siège de courants (pivotement des électrons sur leur orbite, dans le cas du fer, ou mouvement des électrons sur les orbites atomiques, dans d'autres cas\*) dont les effets, au lieu de s'équilibrer comme dans les autres corps, se renforcent. Un conducteur parcouru par un courant (constant) est

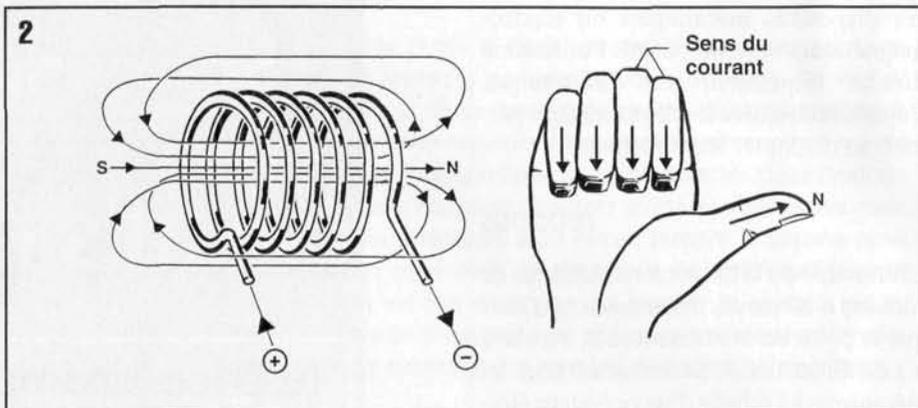
donc à l'origine d'un champ magnétique (constant). Autour d'un conducteur cylindrique rectiligne, les lignes de champ, qui en donnent une représentation (courbes tangentes au vecteur champ magnétique en chacun de ses points), sont concentriques, orientées, et centrées sur le conducteur. Les flèches qui orientent ces lignes sur la figure 1 sont l'image de petites aiguilles aimantées dont le pôle Nord serait la pointe. La règle du tire-bouchon pour droitier\* (dit de Maxwell) permet d'en déduire le sens: un tire-bouchon qui progresse dans le sens du courant, tourne dans le sens des lignes du champ. Cette direction est aussi indiquée

\* Courants ampériens supposés, comme leur nom l'indique, par A. - M. Ampère dès 1820. Ceux qui ne sortent l'adjectif « génial » qu'un tout petit nombre de fois par siècle peuvent en faire usage ici. En fait toutes les substances sont sensibles aux champs magnétiques: elles sont diamagnétiques. Ce diamagnétisme, aimantation proportionnelle au champ magnétique auquel elles sont soumises mais de sens contraire, est très faible. Il est masqué dans les corps paramagnétiques ou ferromagnétiques dont l'aimantation est de même sens que celle du champ magnétique local: les substances ferromagnétiques, à la différence des substances paramagnétiques, peuvent rester fortement aimantées après la suppression du champ magnétisant.



par les quatre doigts de la main droite qui empoigne le conducteur et dont le pouce indique le sens du courant.

Lorsque le conducteur est roulé en hélice, la règle ne change pas, mais il est plus facile de faire représenter la bobine qu'il constitue aux doigts repliés de la main droite: le pouce indique alors le sens des lignes du champ comme sur la **figure 2**. La bobine est dans ce cas une sorte d'aimant à l'intérieur duquel les lignes du champ sont orientées du pôle Sud (racine du pouce) vers le pôle Nord (ongle du pouce).



### circuit magnétique

Si les spires régulières de la figure 2 sont bobinées sur un anneau fermé qui canalise les lignes de champ magnétique (tore électromagnétique), cet anneau forme un circuit magnétique, pour lequel on définit, par analogie avec la force électromotrice, une force magnétomotrice  $\mathcal{E}$ , proportionnelle au nombre  $N$  de spires et à l'intensité du courant qui les parcourt:  $\mathcal{E} = I \cdot N$

qu'on exprime en ampère-tour (l'unité légale de force magnétomotrice est cependant l'ampère).

On définit à partir de là une grandeur  $H$ , champ (d'excitation) magnétique, proportionnelle à la force magnétomotrice et inversement proportionnelle à la longueur (moyenne)  $\ell$  de l'anneau:

$$H = \mathcal{E} / \ell = I \cdot N / \ell$$

On l'exprime en ampère par mètre (A/m) ou en oersted (1 oersted =  $10^3$  A/m).

Poursuivons l'analogie entre la force magnétomotrice et la force électromotrice. De même que la force électromotrice est proportionnelle à l'intensité du courant et à la résistance du circuit dans lequel elle le fait circuler, de même la force magnétomotrice est proportionnelle au flux magnétique  $\Phi$  et à la réluctance  $\mathcal{R}$  du circuit dans lequel elle fait circuler ce flux:  $\mathcal{E} = \mathcal{R} \cdot \Phi$

Si  $\mu$  est la perméabilité du matériau dont est fait l'anneau,  $s$  sa section, sa réluctance est donnée par:  $\mathcal{R} = 1 / (\mu \cdot s)$  et s'exprime en ( $H^{-1}$ ).

Nous définissons le flux à partir de l'induction magnétique  $B$  dite aussi densité de flux magnétique. Elle s'exprime en teslas:

$$B = H / \mu$$

où la perméabilité magnétique du matériau,  $\mu$  est égale:  $\mu = \mu_0 \cdot \mu_r$  produit de la perméabilité magnétique du vide ( $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$  H/m) par la perméabilité relative du milieu  $\mu_r$  de l'ordre de  $10^4$  pour un milieu ferromagnétique, elle est égale à 1 pour le vide ou très proche de 1

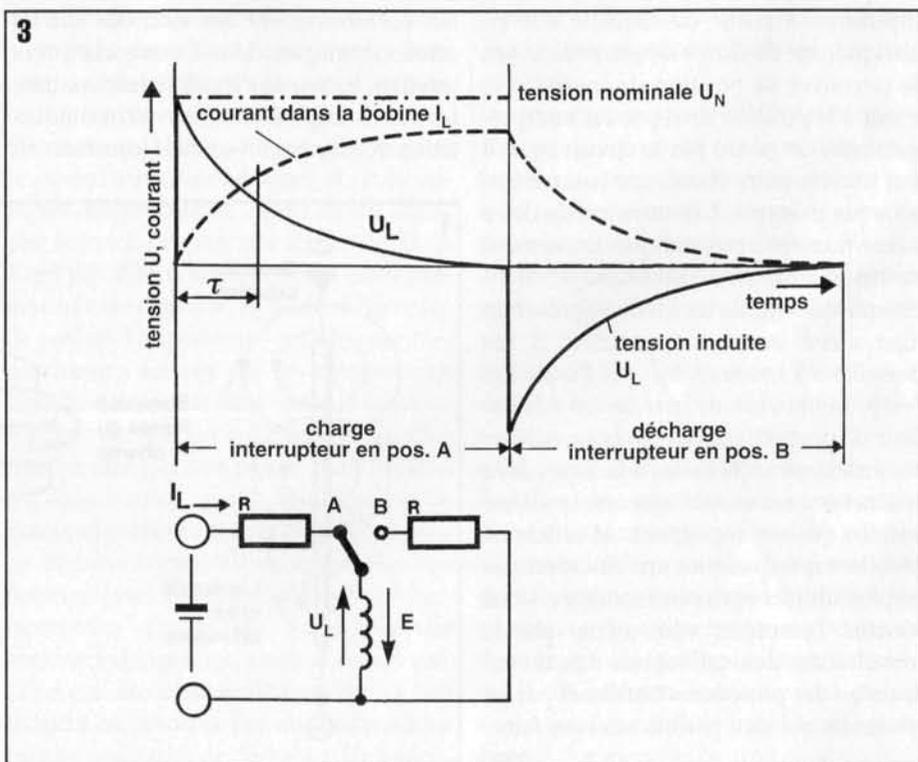
pour les corps diamagnétiques et paramagnétiques (dont l'air).

Le flux enfin, à travers la section  $s$  du matériau perpendiculaire aux lignes d'induction,

est égal à:  $\Phi = B \cdot s$   
il s'exprime en weber dans le système international ( $B$  en tesla et  $s$  en  $m^2$ ). 926036

**Figure 3** - À la fermeture de l'interrupteur le courant s'établit progressivement dans le circuit et la chute de tension  $U_L$  due à la bobine, d'abord maximale, diminue jusqu'à s'annuler, si on néglige la résistance de son fil: la bobine se comporte en récepteur. À l'ouverture de l'interrupteur, la bobine se transforme en générateur (elle ne donne plus lieu à une chute de tension) dont la force électromotrice  $E$ , proportionnelle à l'inductance de la bobine et à la vitesse de variation de l'intensité du courant, tend à maintenir la circulation de celui-ci (dans le même sens). Si on ferme le circuit sur la résistance de droite, l'intensité du courant décroît

progressivement, et la différence de potentiel aux bornes du générateur qu'est la bobine décroît de  $E$  à 0 V. Le sens des d.d.p. ne devrait plus vous poser de problème si vous considérez que dans un cas (récepteur) comme dans l'autre (générateur) le sens du courant qui traverse la bobine est le même. On constate d'autre part que le courant s'établit (ou disparaît) d'autant plus rapidement que l'inductance  $L$  est plus petite et que la résistance  $R$  est plus grande. On définit pour les circuits RL, comme pour les circuits RC, une constante de temps  $\tau = L/R$  en secondes ( $L$  en henrys,  $R$  en ohms) temps que met l'intensité du courant pour atteindre 63% de son intensité définitive.



# MONTER UN AUTO-RADIO

C'est facile, direz-vous, sur les modèles récents, où (presque) tout est prévu par le constructeur. Ça l'est déjà bien moins sur les modèles de voitures plus anciennes ! Les difficultés apparaissent plus grandes encore lorsque le type d'autoradio dont on dispose n'est pas non plus lui-même du dernier cri. Ne renoncez pas : tous les problèmes peuvent se résoudre si vous avez un peu de goût pour le travail manuel. Le point essentiel à surveiller est la fixation mécanique : *tout ce qui n'est pas rigoureusement fixe peut être considéré comme perdu.*



Figure 1 - La patience et le tournevis cruciforme viennent à bout de la garniture intérieure des portières. Si vous ne trouvez pas les vis, regardez sous les baguettes décoratives. Si vous ne les trouvez toujours pas, elles sont remplacées par des agrafes en nylon.



Figure 2 - La manivelle du lève-vitre peut être simplement encliquetée, ou vissée



Figure 3 - Souvent on ne trouve la fixation qu'après avoir repoussé l'habillage avec un tournevis plat: la manivelle est retenue par un clip caché par une bague.



Figure 4 - Attention en soulevant la garniture: on a vite fait de rayer la peinture ou de casser une agrafe. Placez un tournevis à lame large tout près de l'agrafe et soulevez le carton en tournant le tournevis.

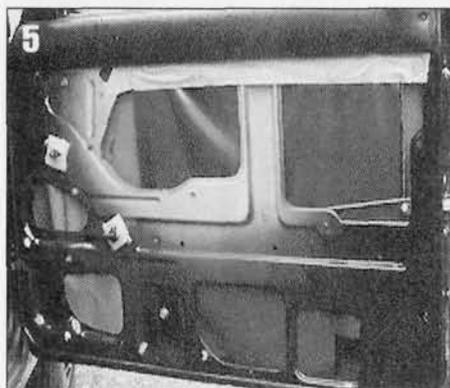


Figure 5 - La portière est dégagée et vous pouvez trouver un emplacement pour le haut-parleur: assez profond, pas trop en arrière. Il est déconseillé de découper les bandes de tôles, cela réduirait la rigidité des portières et la protection des passagers.



Figure 6 - L'emplacement du haut-parleur est trouvé, mais la profondeur est-elle suffisante? Il ne faut pas entraver le mouvement de la glace et du mécanisme.

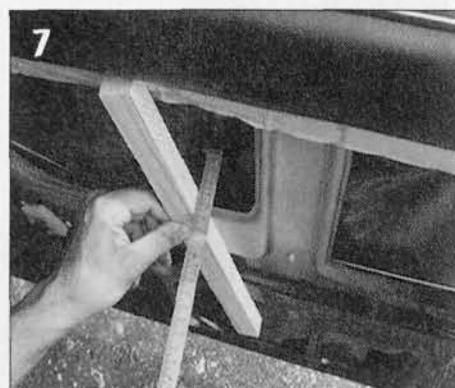


Figure 7 - Il faut donc mesurer la profondeur avec la vitre baissée: trop juste. Il ne reste qu'à confectionner un cadre qui ramène le haut-parleur vers l'intérieur de la voiture. Si vous n'avez pas encore le haut-parleur, achetez un modèle spécial extra-plat, et le problème est réglé.

86802



Figure 8 - Visez juste avant de découper le panneau d'habillage! Les vis traversent la grille, le saladier du haut-parleur, l'entretoise (fabrication maison) et le panneau. Elles sont fixées par un écrou, ou une tôle si elles sont auto-taraudeuses. Le haut-parleur est un modèle Visaton à deux voies.



Figure 9 - Pour éviter d'endommager la surface du panneau d'habillage, vous la recouvrirez de ruban crêpe, comme pour la peinture.

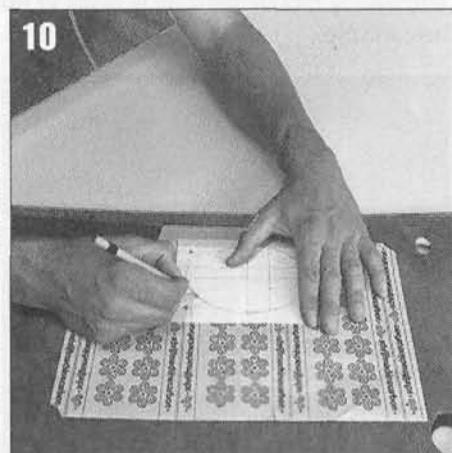


Figure 10 - Un gabarit de découpe est fourni avec le haut-parleur. Vous le fixerez au dos du panneau avec du ruban adhésif, après avoir tout mesuré et vérifié, pour le décalquer. À l'arrière, parce que le dessin est plus facile de ce côté-là et parce que la scie sauteuse fera un travail plus propre.

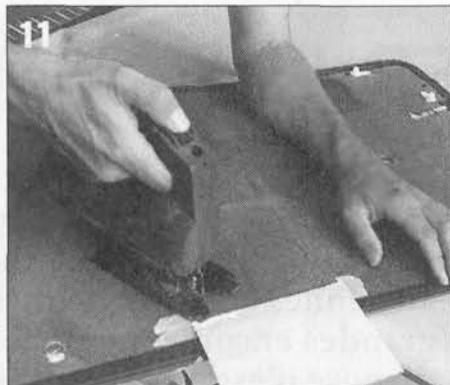


Figure 11 - Utilisez une lame fine pour obtenir une découpe franche. Les trous de fixation ne seront percés que plus tard, quand vous serez sûr que le haut-parleur vient correctement en place.

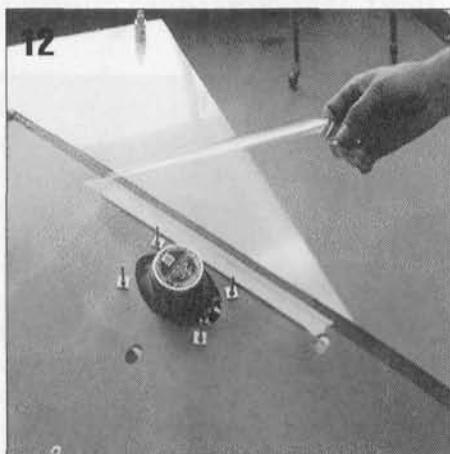


Figure 12 - De petits morceaux de tôle protègent le panneau, et le film de matière plastique est recollé pour empêcher l'eau qui passerait malgré le joint d'atteindre la membrane.



Figure 13 - Les cosses *fast-on* à sertir utilisées couramment en électricité automobile conviennent parfaitement ici. La pince à sertir visible sur la photo, un modèle professionnel, coûte le prix d'un paire de bons haut-parleurs. Empruntez-en une, ou bien travaillez très soigneusement avec un modèle à quatre sous en tôle emboutie. Le câble « pour haut-parleurs » est le plus souvent d'une section ridiculement faible. Prenez plutôt du fil *scindex* de 2,5 mm<sup>2</sup> que vous repèrerez.

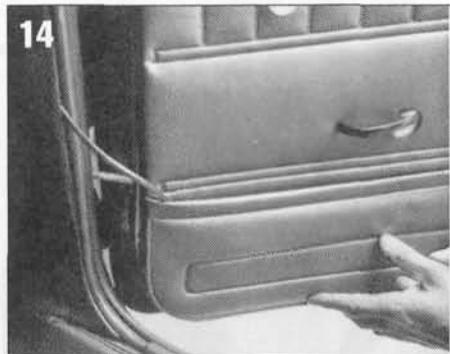


Figure 14 - Le passage des fils par le vide-poche et la garniture du pied de porte n'est pas très élégant, mais il n'impose pas de trous dans la tôle. Cela évite du travail, mais aussi la rouille qui vient se loger facilement près du passage de roue et de la portière.



Figure 15 - Le bricoleur est content quand la voiture, comme cette Lada, est équipée d'origine d'une console pour autoradio. On peut la démonter facilement (quatre vis) pour travailler à l'aise. Elle offre suffisamment de place pour toute l'électronique accessoire.

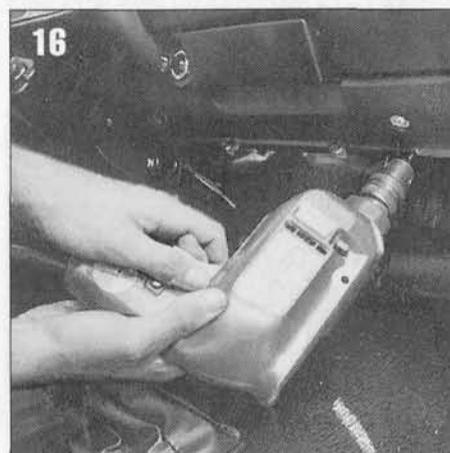


Figure 16 - Il est parfois difficile, avec cette matière plastique omniprésente, de trouver une partie métallique pour raccorder la masse. Il faut gratter la peinture pour assurer un contact correct.



Figure 17 - Il faut choisir la console suivant le modèle d'autoradio: avec deux trous ou avec une découpe rectangulaire unique. Les modèles anciens se montent par l'arrière, les flat nose par l'avant.



Figure 18 - Monter le cache et serrer les écrous (clef de 14 ou clef spéciale).

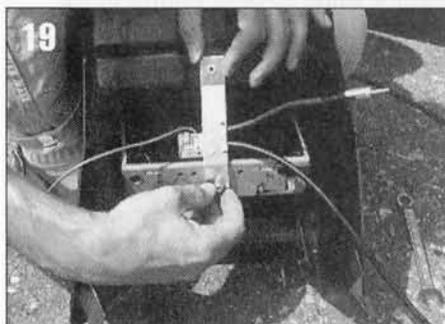


Figure 19 - La solidité est grandement améliorée par une bande de tôle d'aluminium disposée à l'arrière. Profitez-en pour installer le circuit d'antenne automatique (elex n°53, mars 1993, page 18).

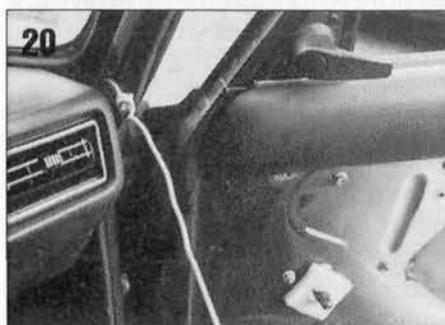


Figure 20 - La pose du câble coaxial de l'antenne. Un petit truc : commencez par pousser un fil rigide en sens inverse, attachez-y le câble, puis retirez le tout.

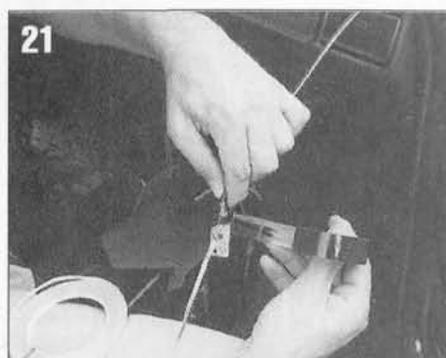


Figure 21 - L'électronique de l'antenne automatique est entourée de ruban isolant.

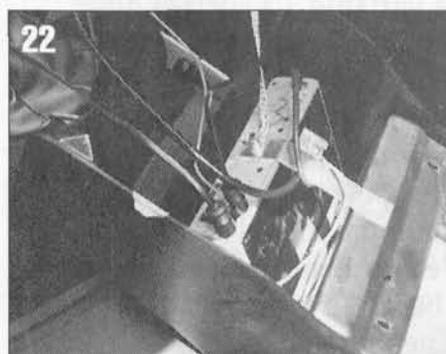


Figure 22 - Toutes les liaisons sont établies: deux haut-parleurs, le câble d'antenne, la masse (ici par une tresse sur le goujon à l'arrière du coffret) et enfin l'alimentation positive. Pour cette dernière, il existe normalement un fusible en réserve, mais le plus simple est d'utiliser le fil de l'allume-cigare, pour pouvoir écouter la radio même quand le contact est coupé.



Figure 23 - Après un test complet, la console est remontée en place. On peut savoir maintenant si un antiparasitage est nécessaire.



Figure 24 - L'antiparasite indispensable est celui des bougies. Il s'agit de bouchons résistants qui s'installent très simplement entre la bougie et le câble.

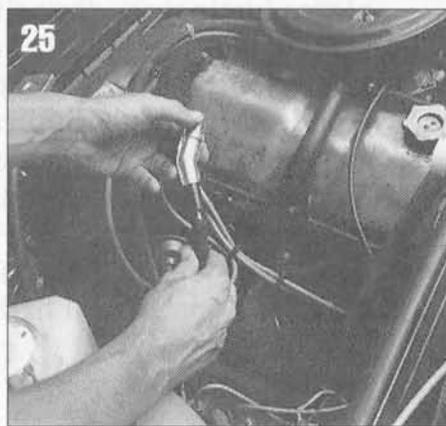


Figure 25 - Un bouchon résistant peut aussi être installé sur le contact central du distributeur. L'antiparasitage du rupteur est un peu plus compliqué. Surprise: l'alternateur n'avait besoin d'aucun antiparasite.



Au temps des tubes, les postes de TSF comportaient presque tous un tube particulier, avec deux plages lumineuses vertes de surface variable. La surface des plages lumineuses donnait une indication de l'accord, leur couleur ressemblait à celle d'un œil de chat et comme tout cela était incompréhensible à beaucoup de monde, on appelait l'indicateur d'accord « œil magique ». Il a disparu avec les postes à lampes, sa fonction est remplie maintenant par un galvanomètre ou une malheureuse LED. L'équivalent moderne que nous avons imaginé n'a pas besoin d'un fort courant de chauffage du filament ni d'une haute tension d'anode.

Si un récepteur de radio moderne comporte un indicateur d'accord, c'est sous la forme d'un galvanomètre ou d'une rangée de LED. Ils remplissent leur fonction correctement, mais l'aspect de l'œil magique, visible même dans l'obscurité, était préférable. Prenons la rangée de LED : il faut toujours comparer la valeur affichée à la valeur de la fin d'échelle. Cet inconvénient n'existait pas avec l'œil magique, puisqu'il était constitué de deux surfaces qui se rapprochaient l'une de l'autre. De plus, comme c'est un instrument totalement électronique, il était, en principe, moins susceptible de s'user qu'un galvanomètre. On peut donc considérer que l'introduction du galvanomètre ou de la rangée de LED est un progrès à rebours. Heureusement, pas pour longtemps : les composants modernes permettent de construire facilement un indicateur à l'ancienne.

### une double rangée de LED

Le moyen le plus simple de créer deux rangées de LED qui se déplacent l'une vers l'autre est d'utiliser un circuit intégré de VUMètre standard. Il contient tous les composants nécessaires pour transformer une mesure de tension en un nombre de LED allumées. En fait, il est prévu pour une seule rangée de LED, et pas pour un affichage dans le style de l'œil magique. La solution est assez simple : le côté gauche de l'œil magique a exactement le

même comportement que le côté droit, comme dans un miroir. Nous pouvons faire la même chose avec deux rangées de LED dont l'une est le « reflet » de l'autre, les deux étant pilotées par le même circuit intégré. La figure 1 montre que nous avons connecté les LED (D7 à D16) du côté gauche en série avec celles du côté droit : les impaires à gauche, les paires à droite.

Quelques-unes des LED du schéma ne font pas partie des rangées, elles ont d'autres fonctions. Tout d'abord D6 ; connectée en parallèle sur la tension d'alimentation par la résistance R12, elle sert seulement d'indicateur de mise sous tension. Quant à D4, elle signale le dépassement d'échelle. Si la tension d'entrée d'IC2 dépasse la valeur pour laquelle D15 et D16 s'allument, la sortie L10 est activée et D4 montre que la valeur affichée n'est plus fiable.

En observant le schéma, on constate que le circuit intégré IC2 comporte dix sorties, mais que cinq groupes de LED seulement y sont connectés. Pourtant toutes les sorties sont reliées aux LED d'une façon ou d'une autre, ce qui cache quelque chose. Si nous avons connecté deux LED à chaque sortie, il y en aurait 20 en tout. Cela représente une quantité importante de composants et une rangée de LED d'une certaine longueur, à moins d'utiliser des LED miniatures, qui sont aussi chères que difficiles à trouver. Pour limiter l'encombre-

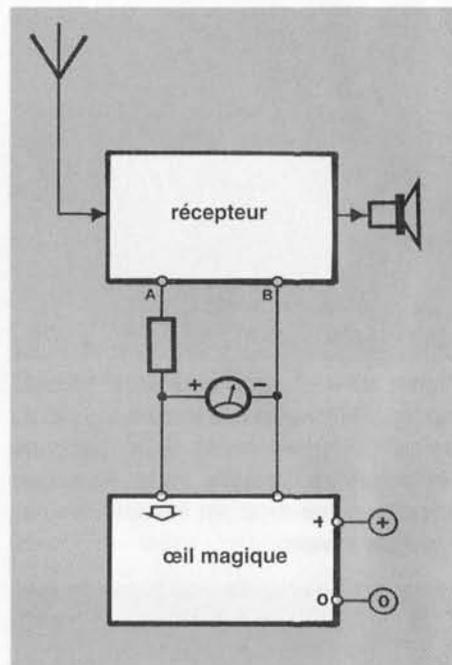


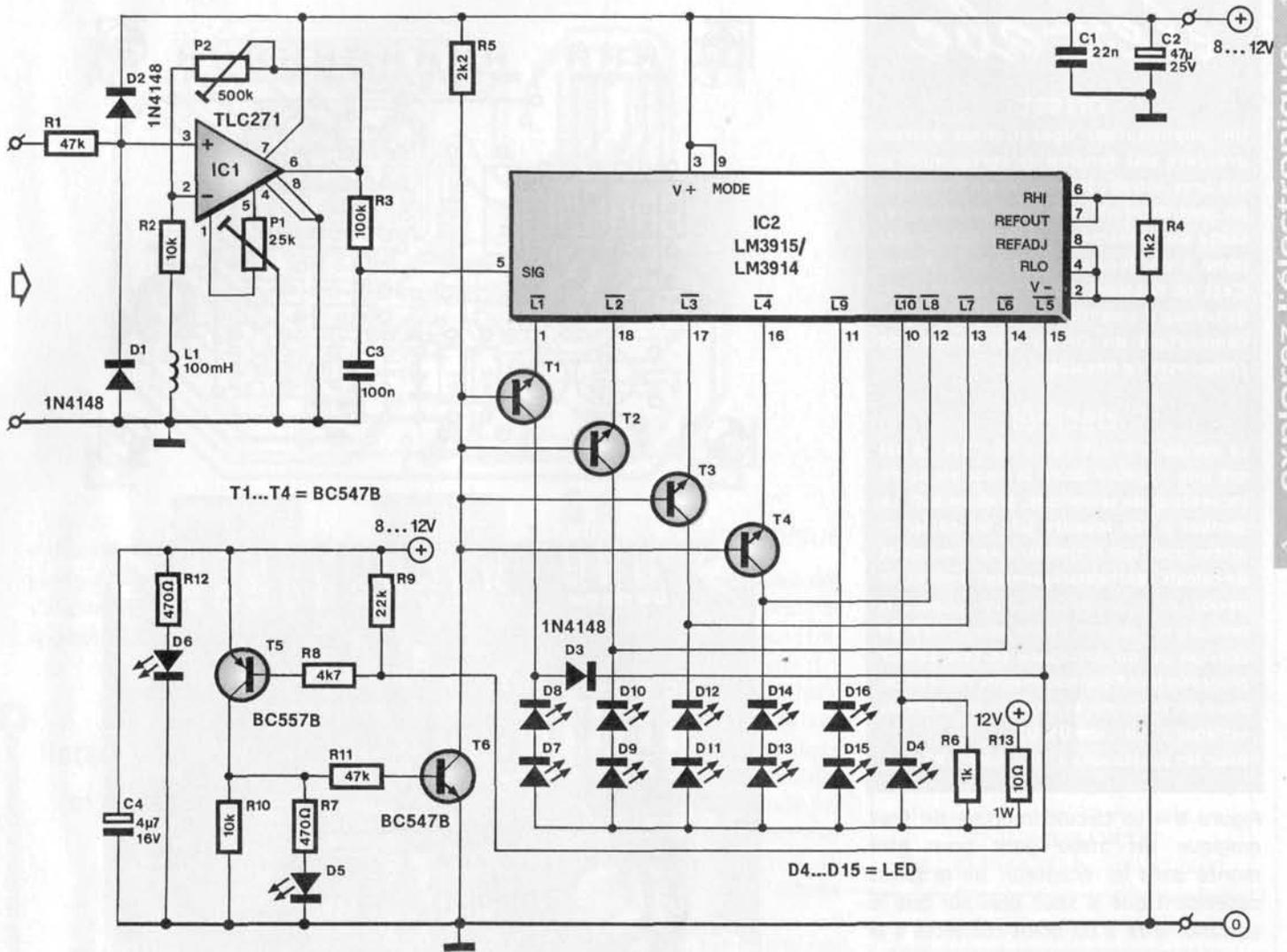
Figure 1 - La connexion de deux LED à une même sortie d'un VUMètre donne un affichage qui reproduit assez bien l'œil magique de l'antiquité.

ment et le prix de revient, nous avons préféré un affichage en deux gammes, avec la LED D5 pour indiquer s'il s'agit de la gamme haute ou de la gamme basse.

### amplification

Avant de voir comment un VUMètre ordinaire devient un indicateur d'accord à deux gammes avec commutation automatique, commençons par le début : l'indicateur d'accord de votre récepteur de TSF. Nous supposons qu'il s'agit d'un galvanomètre et nous avons conçu l'œil magique en conséquence. Dans le cas des indicateurs à LED, le raccordement est souvent moins simple. Dans la plupart des récepteurs, le galvanomètre est un microampèremètre raccordé d'une façon ou d'une autre à l'amplificateur à fréquence intermédiaire. Le plus souvent, il y a une résistance en série, si bien qu'il s'agit d'une mesure de tension. La résistance en série est raccordée au pôle positif du galvanomètre.

Ce qui nous intéresse, c'est le courant qui traverse le galvanomètre. Il produit aux bornes de la résistance de la bobine une tension directement proportionnelle au courant, donc à la déviation de l'aiguille. Cette tension est trop faible pour piloter notre circuit, mais rien n'est plus simple que de connecter un amplificateur en parallèle sur la bobine. Schématiquement, nous obtenons le montage de la figure 2.



Revenons à la figure 1. Le schéma montre un amplificateur non-inverseur organisé autour d'IC1. Le gain est réglable par P2 entre 1 et 51. Ce réglage du gain est nécessaire si on veut pouvoir adapter l'œil magique à n'importe quel récepteur. La quantité de composants qui constituent l'amplificateur laisse supposer qu'il n'est pas tout à fait ordinaire. Tout d'abord, le circuit intégré est protégé contre les inversions de polarité et les surtensions. Dans le cas de tensions d'entrées négatives, la diode D1 conduit ; dans le cas de tensions positives supérieures à la tension d'alimentation, c'est la diode D2 qui conduit. Dans les deux cas, la chute de tension dans la résistance R1 limite à une valeur acceptable la tension vue par le circuit intégré.

Comme la tension appliquée au galvanomètre est une tension continue, la fonction de l'inductance L1 et du condensateur C3 n'est pas évidente. Ces deux composants sont pourtant indispensables, car le courant du galvanomètre est souvent pollué par des restes de signaux à haute fré-

quence (par exemple de l'amplificateur à fréquence intermédiaire). Avec l'inductance L1, le gain dépend de la fréquence. L'augmentation de la fréquence fait augmenter l'impédance de la branche de la boucle de contre-réaction comprise entre l'entrée inverseuse et la masse. De ce fait, le gain diminue et l'amplificateur se comporte en filtre passe-bas. Les signaux à haute fréquence qui réussiraient à traverser ce filtre seront bloqués par un deuxième filtre passe-bas (R3/C3), si bien que c'est un signal suffisamment « propre » qui parvient à IC2.

Suivant le niveau de tension du signal appliqué à l'entrée d'IC2, un certain nombre de LED vont s'allumer (les sorties correspondantes passent au niveau « bas »). En fait, comme les transistors T1 à T4 sont interposés entre les sorties L1 à L4 et les LED, il n'est pas certain que ces LED vont réellement s'allumer. Les transistors doivent être conducteurs si on veut qu'un courant les traverse.

L'entrée en conduction des transistors dépend de la tension sur leur base. Il s'agit

**Figure 2 - L'œil magique se branche en parallèle sur l'indicateur d'accord du récepteur. Pour éviter tous les problèmes de masse, il vaut mieux utiliser une alimentation séparée.**

ici de transistors NPN, il faut donc que la tension sur leur base soit supérieure d'un seuil de diode à celle de leur émetteur. Le schéma montre que cette condition est remplie si le transistor T6 est bloqué ; dans ce cas, la résistance R5 alimente les quatre bases.

Si le transistor T6 ne doit pas conduire, il faut que sa base soit au niveau « bas », ce qui signifie que T5 ne doit pas conduire non plus. Pour cela il faut que la base de T5 soit au niveau haut, puisqu'il s'agit d'un PNP. La résistance R9 « tire » la base vers le haut à condition que la sortie L5 soit elle aussi au niveau haut. Si la tension d'entrée d'IC2 est assez haute pour que L5 soit active, le point commun de R8 et R9 passe au niveau bas, ce qui rend conducteurs T5 directement et T6 indirectement. Les transistors T1 à T4 se bloquent, fer-

# elex-abc

## offset

Un amplificateur opérationnel parfait présente une tension de sortie nulle si ses deux entrées sont au même potentiel. Un amplificateur opérationnel réel présente une tension de sortie qui correspond à un décalage entre les entrées. C'est ce décalage qu'on appelle offset. Beaucoup d'amplificateurs opérationnels comportent un circuit qui permet de compenser ce décalage.

## décibel

Le décibel est le dixième d'un bel. Le bel est une « unité » dont le nom vient de l'inventeur du téléphone, Graham Bell. Le décibel a été inventé par les téléphonistes pour qui il simplifie énormément de calculs. Mathématiquement parlant, le décibel est le logarithme d'un rapport. Il indique le rapport entre une valeur de tension ou de puissance et une valeur préalablement choisie comme référence. Pour les tensions, le nombre de décibels est égal à :  $20 \times \log U1/U2$ , pour les puissances à  $10 \times \log P1/P2$ .

Figure 3 - Le circuit imprimé de l'œil magique est assez petit pour être monté dans le récepteur. Ne le faites cependant que si vous êtes sûr que le galvanomètre a un point connecté à la masse; vous pourrez alors prélever l'alimentation sur celle du récepteur.

Le passage du courant des LED vers les sorties L1 à L4.

Les LED ne peuvent plus être allumées que par les sorties L5 à L9, nous sommes passés dans la deuxième gamme. Pour signaler cet état, la LED D5 est allumée par le courant de collecteur de T5. La sortie L5 allume les deux LED extrêmes D7 et D8 par l'intermédiaire de D3. Cette dernière diode empêche la sortie L1 de commander T5 comme le ferait la sortie L5.

Si la tension d'entrée continue d'augmenter, T1 à T4 restent bloqués puisque L5 reste active, et les sorties L6 à L9 s'activent à leur tour. Les LED D15 et D16 ne s'allument que quand L9 est active, c'est-à-dire que l'œil magique ne peut se fermer complètement que dans la gamme haute.

Le schéma indique que la tension d'alimentation doit se situer entre 8 et 12 V. Il est donc possible en principe de raccorder le montage à l'alimentation du récepteur. Si vous tenez à le faire, soyez prudent. L'un des points d'entrée de l'œil magique est raccordé à la masse de l'alimentation et ce n'est possible que si le galvanomètre,

lui aussi, a un point commun avec la masse. En d'autres termes, il faudrait que le point B de la figure 2 soit relié à la masse du récepteur. Pour éviter tous les problèmes, il vaut mieux prévoir une alimentation séparée, car il est quelquefois difficile de déterminer si le point B est ou non à la masse.

### la construction

Les composants sont relativement nombreux, aussi avons-nous préféré le circuit imprimé à la platine d'expérimentation. La figure 3 montre le dessin des pistes et l'implantation des composants.

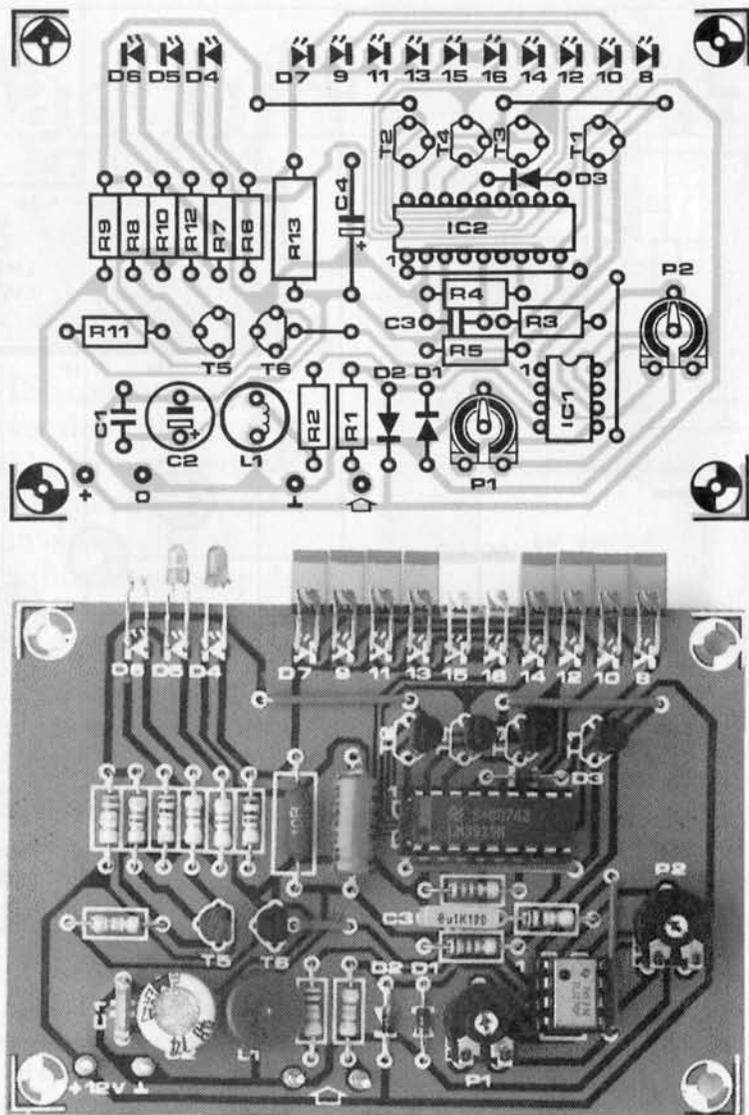
Après la gravure et le perçage, le plus dur est fait, l'implantation des composants n'offre pas de grande difficulté. Un minimum d'attention est nécessaire, car presque tous les composants sont polarisés et doivent être montés dans un sens déterminé.

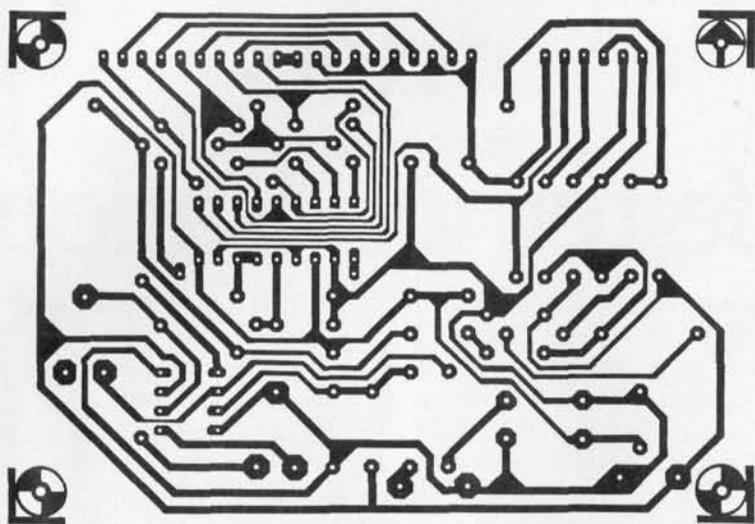
La dernière soudure refroidie, il est temps de s'attaquer au récepteur qui doit recevoir l'œil magique, pour ajouter une

douille par où la tension de mesure sera amenée à l'extérieur (une douille CINCH ou une embase jack de 3,5 mm). Nous supposons que vous montez le circuit dans un coffret séparé et non dans le récepteur.

Vous pouvez maintenant tester et régler le circuit. Commencez par connecter une source d'alimentation convenable, puis raccordez le circuit au galvanomètre du récepteur. Une fois le récepteur accordé sur une station d'une certaine puissance, quelques LED doivent s'allumer. Si oui, le circuit est bon, vous pouvez passer au réglage.

Supprimez la liaison au galvanomètre et court-circuitez l'entrée du circuit. En principe, aucune LED ne doit s'allumer. En principe seulement, car l'amplificateur opérationnel est affecté d'une tension de décalage (offset) qu'il faut annuler en agissant sur le potentiomètre ad hoc P1. L'étape suivante est celle du réglage du gain par P2. Raccordez à nouveau l'indicateur au poste de radio et cherchez un émetteur très puissant. Tournez P2 jusqu'au moment où la LED D4 est sur le point de





s'allumer. Cherchez un émetteur encore plus puissant, ou plus proche ; la LED D4 s'allume et vous pouvez retoucher le réglage de P2.

## liste des composants

- R1, R11 = 47 k $\Omega$
- R2 = 10 k $\Omega$
- R3 = 100 k $\Omega$
- R4 = 1,2 k $\Omega$
- R5 = 2,2 k $\Omega$
- R6 = 1 k $\Omega$
- R7, R12 = 470  $\Omega$
- R8 = 4,7 k $\Omega$
- R9 = 22 k $\Omega$
- R10 = 10 k $\Omega$
- R13 = 10  $\Omega$ /1 W
- P1 = 25 k $\Omega$  ajustable
- P2 = 500 k $\Omega$  ajustable
  
- C1 = 22 nF
- C2 = 47  $\mu$ F/25 V radial
- C3 = 100 nF
- C4 = 47  $\mu$ F/16 V
  
- D1, D2, D3 = 1N4148
- D4 = LED rouge 3 mm
- D5 = LED verte 3 mm
- D6 = LED jaune 3 mm
- D7 à D14 = LED rouges rectangulaires juxtaposables
- D15 et D16 = LED vertes rectangulaires juxtaposables
- T1 à T4, T6 = BC547B
- T5 = BC557B
- IC1 = TLC271
- IC2 = LM3915
  
- L1 = 100 mH
- interrupteur marche-arrêt
- 1 bloc secteur avec sa douille
- 1 jack 2,5 mm avec sa douille

## linéaire ou logarithmique

La plupart des indicateurs d'accord ont une échelle linéaire, mais cela ne veut pas dire qu'il restituent le signal à haute fréquence de façon linéaire. Le S-mètre des récepteurs professionnels a une échelle logarithmique graduée en décibels. Si l'œil magique est raccordé à un appareil de ce genre, il doit avoir une courbe linéaire puisque la correction est déjà effectuée par l'électronique de commande du galvanomètre. Dans ce cas, le circuit intégré à utiliser est le LM3914, avec son échelle linéaire.

Si votre indicateur doit équiper un récepteur qui n'a pas de véritable S-mètre, peu importe le type de circuit que vous utilisez. Dans la plupart des récepteurs (et surtout les plus simples), la courbe du rapport entre l'amplitude du signal et la déviation de l'aiguille est si biscornue qu'on ne voit pas grande différence entre linéaire et logarithmique. Vous pouvez choisir le circuit logarithmique LM3915 pour mieux voir la déviation dans le cas de signaux faibles.

## le plus fort n'est pas forcément le meilleur

En principe, l'accord du récepteur est parfait quand la déviation de l'indicateur est maximale. En pratique, il existe de nombreux récepteurs plus ou moins bien alignés qui ne donnent leur optimum que quand l'accord est juste à côté du maximum. Notre œil magique peut mettre ce défaut en évidence, mais il ne peut pas corriger l'alignement de la chaîne à fréquence intermédiaire.

896111

## ELECTRON SHOP

20-23, avenue de la République  
63100 CLERMONT-FERRAND

- Etude et réalisation de circuits imprimés
- Composants électroniques
- CB et accessoires
- Antennes paraboliques
- Les kits
- La sono et la lumière
- Les appareils de mesure
- La vidéo Surveillance

TÉL. : 73 90 86 11 (BUREAU)  
73 92 73 11 (COMPOSANTS)  
73 90 99 93 (SONO)

Composants électroniques/Micro-Informatique



PLACE DU MARCHÉ (29, RUE DE BOUCHERIES)  
25000 BESANÇON/FRANCE

TÉL. : 81.81.02.19

FAX : 81.82.16.79

MAGASIN INDUSTRIE : 72, RUE TRÉPILLOT  
BP 1525 BESANÇON

TÉL. : 81.50.14.85 - FAX : 81.53.28.00

TSME

Z.A. DES GROSSINES  
17320 MARENNES  
TÉL. : 46 85 37 60  
FAX : 46 85 20 02

VENTE COMPTOIR ET  
CORRESPONDANCE

KITS ÉLECTRONIQUES TSM  
COMPOSANTS ACTIFS/PASSIFS  
MESURES - LIBRAIRIE  
OUTILLAGE - PRODUITS CIF  
CATALOGUE 148 PAGES  
CONTRE  
30,00 F EN CHÈQUE

PRINTS ÉLEKTOR 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**

On a souvent besoin d'un circuit simple qui, après un certain temps, réglable, mais sans grande précision, déclenche une certaine action. Pensez aux minuteriers de cages d'escalier, qui éteignent la lumière automatiquement, sans se préoccuper des usagers, ou aux temporisations des alarmes, qui les mettent en service une fois que l'utilisateur s'en est suffisamment éloigné ou coupent le sifflet aux sirènes avant qu'elles ne soient lasses de siffler ou que leur vacarme ne rende les voisins trop agressifs. Il est facile, avec six composants seulement, de réaliser de tels dispositifs.

### constante de temps RC comme sablier

La façon la plus simple de réaliser un circuit de temporisation est d'utiliser le temps de charge ou de décharge d'un condensateur à travers une résistance. Lorsque l'on charge un condensateur de cette façon, sous une tension constante, il faut toujours un certain temps pour que la différence de potentiel entre ses armatures atteigne un certain niveau. Ce niveau atteint quelque temps après la mise sous tension permet de commander l'ouverture ou la fermeture d'un interrupteur électronique.

Comme le montre la figure 1, cet interrupteur est un transistor qui fonctionne en commutation. À compter de l'instant où l'alimentation est branchée, un courant, le courant de charge de C1, circule à travers R2 et P1. La charge est d'autant plus rapide que l'intensité du courant est plus élevée, donc que les résistances sont plus petites, et que la capacité du condensateur est plus réduite. Au commencement, le

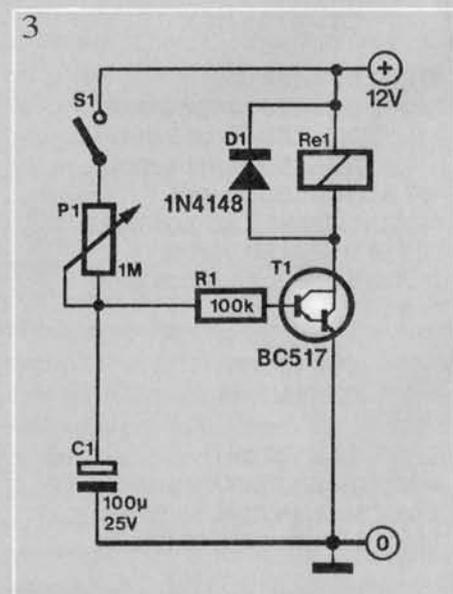
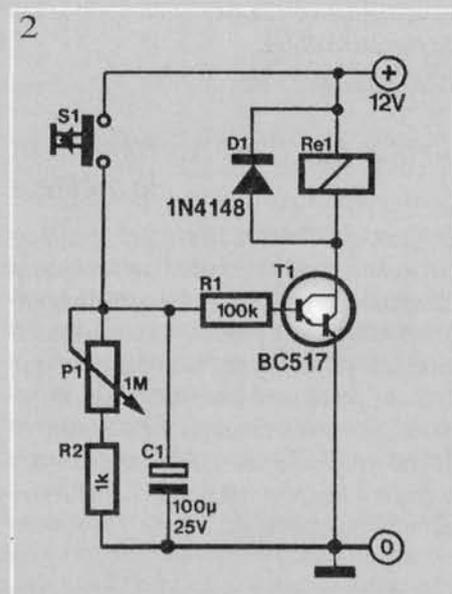
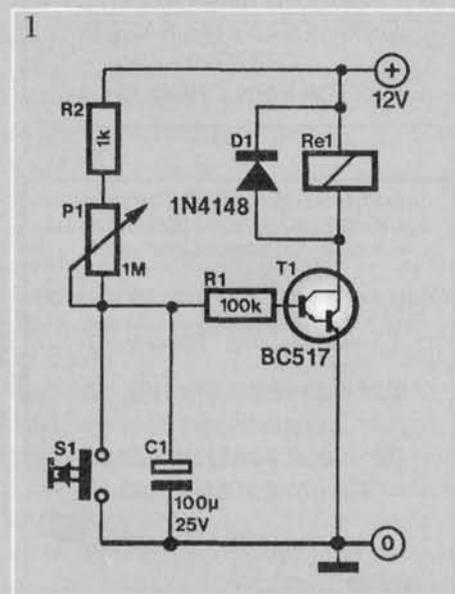
# circuits élémentaires de temporisation

## retard à la mise hors tension

condensateur n'est pas chargé. La tension à ses bornes est nulle et la base de T1 (NPN) est au potentiel de la masse: le transistor est bloqué. Dès que le niveau de la tension dépasse le seuil de base du transistor, environ 1,2 V ici puisqu'il s'agit d'un darlington, le transistor se débloque et ferme le circuit. Son courant de collecteur est tel que la bobine du relais est alimentée: ses contacts sont mobilisés. Aussi longtemps que l'alimentation est branchée, le transistor est saturé et le relais activé, à moins que S1 ne court-circuite le condensateur à la masse. Il se vide alors en moins de temps qu'il ne faut pour le dire, provoque le blocage de T1, donc l'ouverture du circuit d'alimentation du relais qui laisse rappeler ses contacts au repos. La diode de roue libre limite la différence de potentiel due à la force électromotrice induite dans la bobine à la coupure du courant. Le condensateur n'est pas chargé. La tension à ses bornes est nulle et la base de T1 (NPN) est au potentiel de la masse: le transistor est bloqué. Dès que le niveau de la tension dépasse le seuil de base du transistor, environ 1,2 V ici puisqu'il s'agit d'un darlington, le transistor se débloque et ferme le circuit. Son courant de collecteur est tel que la bobine du relais est alimentée: ses contacts sont mobilisés. Aussi longtemps que l'alimentation est branchée, le transistor est saturé et le relais activé, à moins que S1 ne court-circuite le condensateur à la masse. Il se vide alors en moins de temps qu'il ne faut pour le dire, provoque le blocage de T1, donc l'ouverture du circuit d'alimentation du relais qui laisse rappeler ses contacts au repos. La diode de roue libre limite la différence de potentiel due à la force électromotrice induite dans la bobine à la coupure du courant. Le condensateur

Le montage de la figure 1 est donc un circuit de retard à la mise sous tension. On l'utilisera par exemple dans une installation haute-fidélité pour ne mettre en service les haut-parleurs qu'une fois que les amplificateurs de puissance cesseront de leur envoyer des « plops ». Dans ce cas, S1 est inutile.

Il arrive, dans d'autres cas, que l'on veuille couper l'alimentation d'un relais avec un certain retard. Nous utiliserons alors, au lieu de la charge lente d'un condensateur, sa décharge à travers une résistance. Il suffit, en quelque sorte, de retourner le sablier, comme sur la figure 2 où le bouton poussoir et les résistances échangent leurs rôles. Le bouton poussoir, au lieu de la décharge rapide, commande la charge du condensateur et la mise en service pratiquement immédiate du relais. Une fois que S1 est ouvert, le condensateur se décharge lentement à travers P1 et R2 tout en fournissant son courant de base à T1. Aussi longtemps que le condensateur maintient sur la base du transistor un potentiel supérieur à son seuil, le courant de collecteur du transistor alimente la bobine du relais. Lorsque le condensateur est suffisamment déchargé, le transistor se bloque et le circuit prend sa position de repos, jusqu'à ce que S1 soit à nouveau actionné. Ici encore, la constante de temps du circuit RC détermine en grande partie le temps de réponse du dispositif. Le courant de base de T1 intervient aussi, dans une mesure qui peut n'être pas tout à fait négligeable.



### une variante

Dans le premier montage, le relais n'est commandé qu'un peu de temps après le branchement de l'alimentation. On peut cependant imaginer des applications dans lesquelles le dispositif est toujours sous tension. On utilise alors un circuit comme celui de la figure 3 où c'est un interrupteur "bistable" qui donne le signal de démarrage de la temporisation. Le condensateur se charge à une vitesse que permet de régler P1. Nous aurons aussi un retard à la mise hors tension puisque le condensateur ne se décharge lentement qu'à travers R1 et T1.

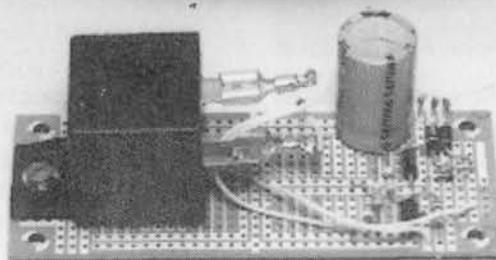
### choix des composants, expérimentation

La temporisation due aux composants de la figure 2 est de 1 mn au maximum alors qu'elle est de 15 s pour les montages des figures 1 et 3: les composants sont les mêmes, certes, mais la différence de niveau des tensions à franchir est de 12 - 1,2 V dans un cas et de 1,2 V dans les deux autres. Si ces durées sont trop courtes pour satisfaire les besoins, on augmente la capacité de C1: plus le réservoir est volumineux, plus lentement varie son niveau.

Pour conclure, remarquons que chacun de ces trois montages peut être utilisé isolément ou en combinaison avec d'autres circuits. Dans les trois cas, le rôle de S1 peut être tenu par les contacts d'un relais, ou par un transistor. Nous ne parlons bien sûr pas du ou des circuits dont Re1 commande l'ouverture et la fermeture.

Voilà de quoi mener quelques expériences et enrichir votre schémathèque qui contient peut-être d'autres circuits du même type: le présent numéro vous en présente encore (au moins) un. Comment cela? Vous ne savez pas ce qu'est une schémathèque: c'est un recueil de notes, un classeur par exemple, dans lequel tous les circuits élémentaires que vous rencontrez lors de lectures ou de réalisations personnelles, sont classés par fonction. Si vous prévoyez qu'un montage contienne une temporisation, vous recherchez, au moment de dessiner le schéma du projet, à l'article « tempos » de votre schémathèque, le circuit élémentaire qui répond aux besoins du moment.

896090



sécurité d'abord

**Dans un certain nombre de pays européens, les automobilistes sont tenus de circuler avec leurs phares allumés. Chez nous, c'est le cas pour les motards. Les différentes études menées par les autorités compétentes tendent à prouver que l'éclairage des phares en plein jour est un facteur de sécurité, non seulement par temps de pluie, mais aussi par grand soleil. Rien ne vous oblige à allumer les phares de votre voiture, mais rien ne vous empêche de le faire, si vous pensez que cela améliore votre sécurité, que cela peut vous éviter de froisser de la tôle ou pire.**

Le risque que vous courez alors est d'oublier d'éteindre les phares quand vous arrêtez la voiture, car les voyants du tableau de bord ne sont guère visibles en plein jour. Vous risquez aussi d'oublier de les allumer au moment de démarrer, car vous n'en avez pas besoin pour rouler. Cela arrive aussi le soir ou la nuit, même à des gens très bien, dans une rue fortement éclairée.

Voilà deux bonnes raisons de confier l'allumage des phares à un automate. Comme vous le feriez vous-même, l'automate ne devra allumer les phares que quand le moteur sera en marche et tour-

nera à un régime suffisant pour que l'alternateur fournisse du courant. On évite ainsi une surcharge indésirable à la batterie dans des conditions difficiles, comme des tentatives de démarrage répétées par grand froid. La deuxième exigence que devra satisfaire l'automate est de couper l'éclairage dès que le tableau de bord n'est plus alimenté, au moment où vous quittez la voiture. De plus, l'éclairage devra rester allumé si vous attendez un certain temps, moteur arrêté, à un passage à niveau ou un pont mobile.

Et avec ça ?  
C'est tout.

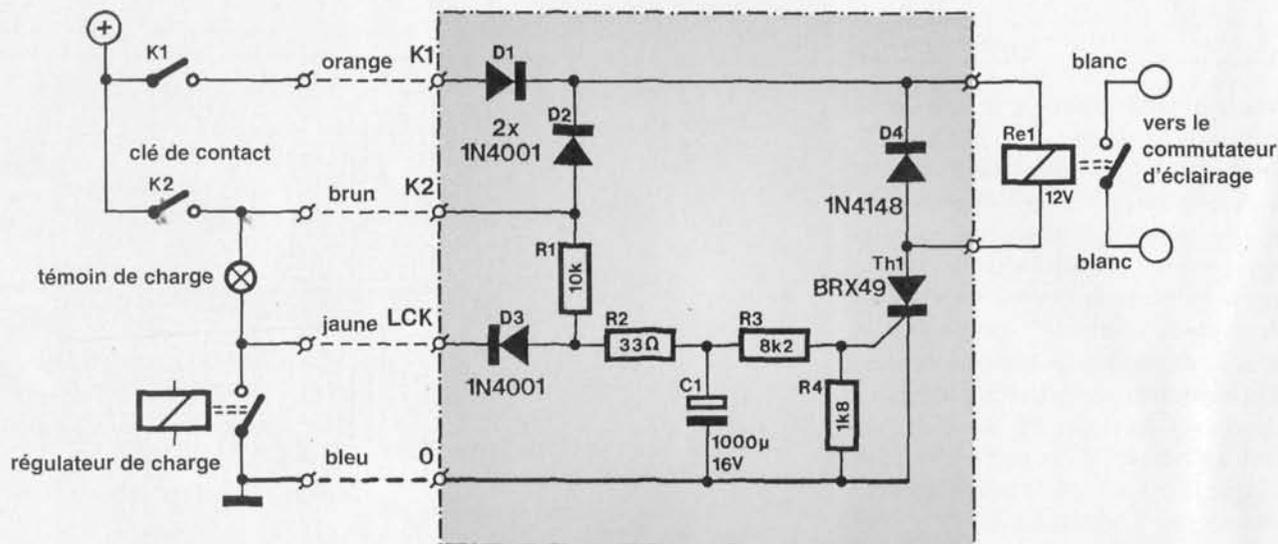


Figure 1 - La partie gauche du schéma est un extrait du schéma électrique de la voiture, la partie droite représente le circuit lui-même. Le travail est réalisé par un thyristor et un relais.

### l'automate

Nous ne nous contentons pas d'établir le cahier des charges de l'automate, nous en avons réalisé un modèle concret. Vous pouvez voir sur la figure 1 qu'il n'est pas très compliqué. La fonction de puissance est remplie par le relais Re1 et le thyristor Th1. Le relais est un modèle « automobile ». Il possède un seul contact travail très robuste. Notre échantillon a une consommation de 85 mA sous 12 V. Le courant de la bobine est commandé par un thyristor en série.

Le thyristor est rendu conducteur par une impulsion de courant à travers sa gâchette. L'impulsion de tension correspondante doit dépasser le seuil de la jonction gâchette-cathode. L'impulsion d'amorçage disparue, le thyristor reste conducteur. Cet état de conduction ne peut être changé que d'une façon : en interrompant le courant qui traverse le thyristor. Si on applique à nouveau la tension au thyristor bloqué, il reste bloqué comme au début. La tension appliquée à la gâchette du thyristor est prélevée sur la tension d'alimentation par les résistances R1 à R3. Un condensateur, C1, est ajouté au circuit. Associé aux résistances, il introduit un retard entre l'apparition de la tension sur R2 (au point commun de R1 et R2) et l'apparition d'une tension suffisante sur la gâchette du thyristor.

Que se passe-t-il quand on tourne la clef de contact ? La figure 1 et le tableau 1 disent tout sur le sujet. La clef de contact en position 0, il ne se passe rien. Les

contacts K1 et K2 sont ouverts, le circuit ne reçoit pas de tension d'alimentation.

Dès que la clef de contact est tournée en position 1, le contact K1 se ferme. La tension d'alimentation parvient à l'anode du thyristor par la diode D1 et la bobine du relais. Maintenant le thyristor est prêt à conduire dès qu'il recevra une impulsion d'amorçage sur sa gâchette. Le circuit électronique fait en sorte que cette impulsion ne puisse pas parvenir à la gâchette dans cette position de la clef.

La clef passe ensuite brièvement en position 2, et arrive à la position 3 pour le démarrage du moteur. En position 2, le thyristor ne peut toujours pas être amorcé : K1 et K2 sont fermés, le thyristor voit une tension d'anode, mais pas de tension de gâchette.

En position 3, seul K2 est fermé, comme il ressort du tableau 1. Le thyristor voit la tension d'anode par la diode D2, mais toujours pas de tension de gâchette. Comment se fait-il, demanderez-vous poliment, que le thyristor ne voie pas de

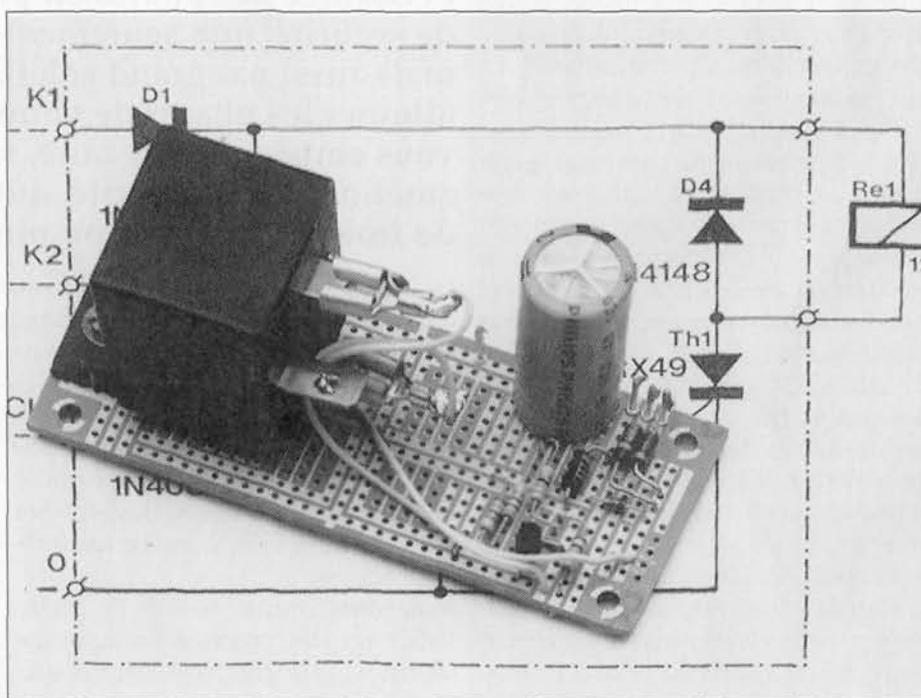


Figure 2 - Le prototype avant sa mise en boîte.

Tableau 1

Position du commutateur de contact	K1	K2
0	ouvert	ouvert
1	fermé	ouvert
2	fermé	fermé
3	ouvert	fermé

Position 0 :  
moteur arrêté, tableau de bord éteint  
Position 1 :  
tableau de bord alimenté seul  
Position 2 :  
moteur et tableau de bord alimentés  
Position 3 :  
démarreur alimenté (un ressort ramène la clef de la position 3 à la position 2)

tension de gâchette ? Puisque K2 est fermé, le courant devrait passer par R1 et R2, charger C1 et traverser la gâchette par R3. Le courant passe effectivement par R1 et R2, mais il est détourné à la masse, via la diode D3, par le régulateur (incorporé à l'alternateur) qui allume le voyant de charge. L'alternateur est sous le capot, le voyant au tableau de bord. Au moment où la clef passe en position 3, le moteur est arrêté, l'alternateur aussi, et le voyant est allumé. De ce fait, la cathode de la diode D3 est au potentiel de la masse, et le courant est détourné de la gâchette. Il en est de même en position 2 quand le moteur est arrêté.

La situation change quand le moteur a démarré et que son régime augmente. L'alternateur tourne assez vite pour charger la batterie et éteindre le voyant de charge. Aussitôt que le contact du régulateur est ouvert et que le voyant s'éteint, la cathode de D3 n'est plus à la masse et la tension de son anode (bloquée jusque là à 0,6 V environ) peut augmenter. Un courant peut enfin circuler vers la gâchette, une fois le condensateur C1 chargé, et amorcer le thyristor. Les valeurs de la figure 1 donnent un délai de 4 secondes environ. Le relais est excité et l'éclairage s'allume.

Le thyristor reste conducteur aussi longtemps qu'il est traversé par un courant suffisant. C'est le cas aussi longtemps que K1 ou K2 restent fermés, c'est-à-dire dans les positions 1 et 2. Si vous devez vous arrêter un certain temps, par exemple à un passage à niveau, ne ramenez pas la clef en position 0, laissez-la en position 1 : le thyristor reste alimenté par K1, D2 et la bobine, le relais reste excité et l'éclairage allumé. Au moment de remettre le moteur

## liste des composants

R1 = 10 kΩ  
R2 = 33 Ω  
R3 = 8,2 kΩ  
R4 = 1,8 kΩ

C1 = 1000 μF/16 V

D1, D2, D3 = 1N4001  
D4 = 1N4148

Re1 = relais automobile  
12 V/100 mA

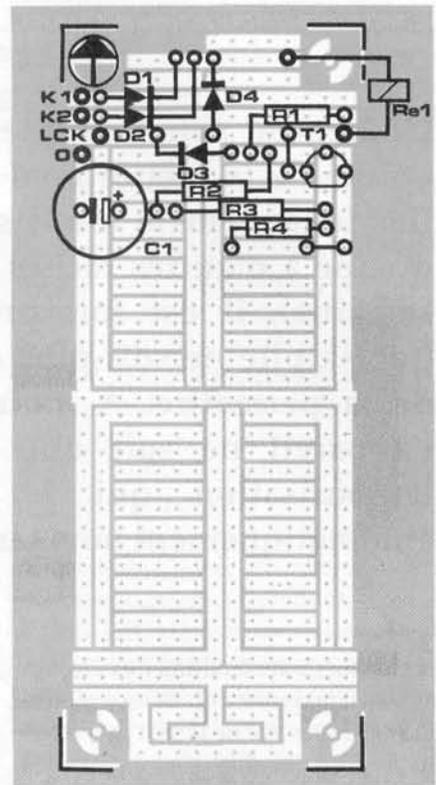


Figure 3 - Un montage aussi simple se passe aisément de circuit imprimé.

Passez ensuite au fil du témoin de charge. Il suffit (!) de déposer le tableau de bord. Le bon côté de la lampe est celui qui a la tension la plus basse dans la position 2, entre 0 et 1,4 V. Il est prudent d'insérer un fusible (1 A) dans cette liaison.

Le raccordement du contact du relais aux phares, suivant le type de voiture, peut être plus commode dans le commutateur d'éclairage ou dans la boîte à fusibles. De toute façon, il faut connecter le contact du relais en parallèle sur le commutateur qui allume normalement les feux de croisement.

Le circuit lui-même doit être protégé par un coffret en plastique solide logé derrière le tableau de bord. Une fois le circuit installé, vous le testerez encore complètement, pour être sûr qu'il fonctionne dans toutes les positions de la clef de contact. Puisque vous venez de changer les piles de votre calculette, essayez de calculer combien la sécurité va vous coûter en carburant pendant un an, sachant que les feux de croisement consomment 45 W chacun, que l'alternateur a un rendement de 60% en moyenne (il ne tourne pas toujours à son régime optimal), qu'un cheval-vapeur vaut 736 watts, que le rendement du moteur thermique à combustion interne d'essence de pétrole est de 20% environ dans les conditions normales de température et de pression.

896037

On repose son multimètre entre deux mesures et l'on oublie de le mettre hors tension. Si la seconde mesure a lieu le lendemain (ou le samedi suivant), parce que l'on a occupé à d'autres tâches le reste de la journée (ou de la semaine), il est fort probable que sa pile ne soit plus en état de la permettre. À moins que l'appareil ne soit doté d'une temporisation qui le mette automatiquement hors tension.

# interrupteur automatique

fonctionnement

L'inconvénient des multimètres électroniques analogiques est qu'ils ressemblent beaucoup à ceux qui ne le sont pas – électroniques. La pile dont sont équipés les seconds ne sert qu'à leur ohmmètre, elle ne débite pas quand les appareils fonctionnent en ampèremètre ou en voltmètre. Il n'en va pas de même de celle des premiers qui alimente un amplificateur, en service quelle que soit la fonction. Qui a échangé son multimètre ordinaire contre un modèle électronique, oublie régulièrement de le mettre hors tension lorsqu'il le repose. De même, après une série de mesures, on abandonne un instant l'appareil pour effectuer un calcul que l'on prévoit simple, le calcul se prolonge et la pile en fait les frais inutiles. Si aucune LED témoin n'avertit de l'oubli, LED souvent absente pour éviter une dépense d'énergie supplémentaire, l'appareil reste allumé. Les caleuses, pratiquement toutes pourvues d'une mise hors tension automatique, la font souhaiter pour le multimètre. S'il est numérique, il est possible que la persistance de l'affichage prévienne l'utilisateur que les piles sont en service, à condition qu'il y fasse attention. Dans tous les cas, le petit accessoire que nous allons décrire a des chances d'être vite amorti.

## le remède

De ce qui précède, nous pouvons conclure que le manque d'attention est consommateur d'énergie, d'énergie polluante et coûteuse, puisqu'il est difficile de recycler des piles, qui sont relativement chères. Nous n'avons pas la prétention d'intervenir sur la cause première, le facteur humain, si proche et si inaccessible, mais nous avons la possibilité de modifier le multimètre, sans lui faire prendre de risques. Le circuit de la figure 1 a pour fonction de le mettre hors tension lorsqu'il n'est pas en service. Il n'est sous tension, pendant quelques bonnes dizaines de secondes, temps suffisant pour effectuer un certain nombre de mesures, qu'après la fermeture, brève, des contacts du bouton poussoir S1.

nir sur la cause première, le facteur humain, si proche et si inaccessible, mais nous avons la possibilité de modifier le multimètre, sans lui faire prendre de risques. Le circuit de la figure 1 a pour fonction de le mettre hors tension lorsqu'il n'est pas en service. Il n'est sous tension, pendant quelques bonnes dizaines de secondes, temps suffisant pour effectuer un certain nombre de mesures, qu'après la fermeture, brève, des contacts du bouton poussoir S1.

Le circuit de temporisation, d'une grande simplicité, se branche aux bornes de la pile, avant l'appareil de mesure, qui vient à droite sur la figure 1 entre les points repérés (+) et (0). L'interrupteur à proprement parler est un transistor qui fonctionne en commutation : saturé ou passant, il ferme le circuit, bloqué, il l'ouvre. Cet interrupteur électronique ouvre ou ferme le circuit sur la ligne plus de l'alimentation. Comme vous le remarquez, T1 contient en fait deux transistors, montés en darlington. L'intensité du courant de collecteur-émetteur dépend donc d'un courant de base relativement minuscule.

L'ouverture ou la fermeture de l'interrupteur dépend de la différence de potentiel entre la base et l'émetteur. Nous venons effectivement de dire qu'elle dépendait de l'intensité du courant de base, mais le courant de base ne circule que si la différence de potentiel est suffisante ou suffisamment négative : le transistor n'est saturé, puisque c'est un PNP et un darlington, que si la différence de potentiel entre la base et l'émetteur est de  $-1,2\text{ V}$ . La tension sur l'émetteur (la différence de potentiel entre l'émetteur et la référence) est celle du pôle plus de la pile, la tension sur la base dépend de celle qui règne aux bornes de C1, donc de la charge de ce condensateur qui s'effectue à travers les résistances R1 et R2. Dans la situation décrite par la figure 1 où S1 est ouvert, C1 peut se charger jusqu'à ce que la tension à ses bornes soit celle disponible aux bornes de la pile. Une fois qu'il est chargé, que le courant ne circule donc plus dans la dérivation R1 et R2, puisque la différence de

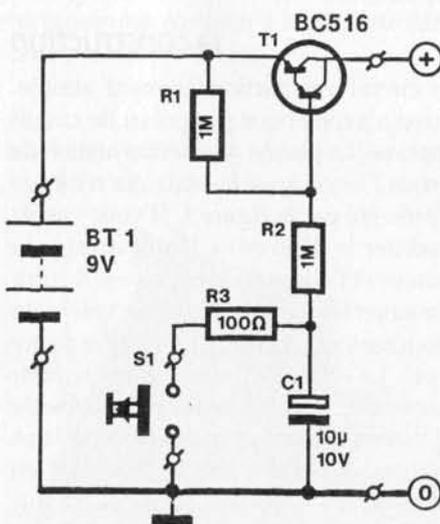


Figure 1 – Ce montage est d'une grande simplicité : le transistor sert ici d'interrupteur, commandé par la tension qui règne sur sa base. Tant que la différence de potentiel entre l'émetteur et la base n'est pas inférieure à  $1,2\text{ V}$  le transistor ferme le circuit.

de potentiel est suffisante ou suffisamment négative : le transistor n'est saturé, puisque c'est un PNP et un darlington, que si la différence de potentiel entre la base et l'émetteur est de  $-1,2\text{ V}$ . La tension sur l'émetteur (la différence de potentiel entre l'émetteur et la référence) est celle du pôle plus de la pile, la tension sur la base dépend de celle qui règne aux bornes de C1, donc de la charge de ce condensateur qui s'effectue à travers les résistances R1 et R2. Dans la situation décrite par la figure 1 où S1 est ouvert, C1 peut se charger jusqu'à ce que la tension à ses bornes soit celle disponible aux bornes de la pile. Une fois qu'il est chargé, que le courant ne circule donc plus dans la dérivation R1 et R2, puisque la différence de

potentiel est nulle, la base est au même potentiel que l'émetteur, de sorte que T1 est bloqué (nous verrons en fait qu'il se bloque avant).

En d'autres termes, le transistor ouvre le circuit et le multimètre n'est plus alimenté: la pile ne débite plus qu'un courant, dit de fuite, tout à fait négligeable.

Appuyons maintenant sur S1. La durée de fermeture des contacts, brève à notre échelle mais longue à celle de la constante de temps  $R3 \cdot C1$ , est suffisante pour permettre la décharge du condensateur. En conséquence, la différence de potentiel entre les armatures de C1 est très proche de 0 V, celle qui règne entre la base et l'émetteur de T1 est négative. De combien la tension de base est-elle inférieure à la tension d'émetteur? Regardons le circuit de base pour le savoir.

Dès l'instant où le condensateur reprend sa charge à travers R1 et R2, le courant, même très petit, circule à nouveau. Gardons le doigt sur S1: tout au commencement de la charge, la différence de potentiel est de 9 V aux bornes de la dérivation R1/R2. Au point commun de ces deux résistances elle est de 4,5 V. L'est-elle vraiment? N'avons-nous rien oublié? Il en serait ainsi si nous n'avions pas connecté la base du transistor à ce point commun: les seuils de base des transistors limitent maintenant la chute de potentiel sur R1 aux environs de  $2 \cdot 0,6$  V. La tension sur le point commun entre les résis-

## PRÉVIENT LE GASPILLAGE DE LA PILE D'UN INSTRUMENT DE MESURE

tances et la base de T1 est donc de  $9 - 1,2$  V, bien supérieure à ce que nous disions. L'intensité du courant de base est limitée par R2 à une valeur inoffensive. Le but fixé est cependant atteint: la tension de base de T1 (suffisamment inférieure à celle qui règne sur l'émetteur) permet la circulation d'un courant de base. L'interrupteur T1 est fermé et l'appareil de mesure, alimenté, est en service.

Avez-vous relâché S1? Dans sa position de repos, ce poussoir permet à C1 de ne pas se décharger. La tension monte au croisement R1/R2, sur la base de T1, jusqu'à un maximum à partir duquel le transistor se bloque. Le maximum de tension, à partir duquel la circulation du courant de base est compromise, est bien sûr de 7,8 V (tension d'alimentation amputée du double seuil de base du darlington).

### installation et adaptation

Les composants, peu nombreux, n'occupent pas une grande surface. Servez-vous de l'implantation sur un bout de platine d'expérimentation de format 1 que nous proposons sur la **figure 2** pour les câbler. Le brochage du BC516 est identique à celui du BC547 (boîtier TO92 avec base médiane). Pour augmenter la durée de

mise en service, augmentez la capacité de C1. Il n'est pas non plus interdit d'en mettre une plus petite pour la raccourcir.

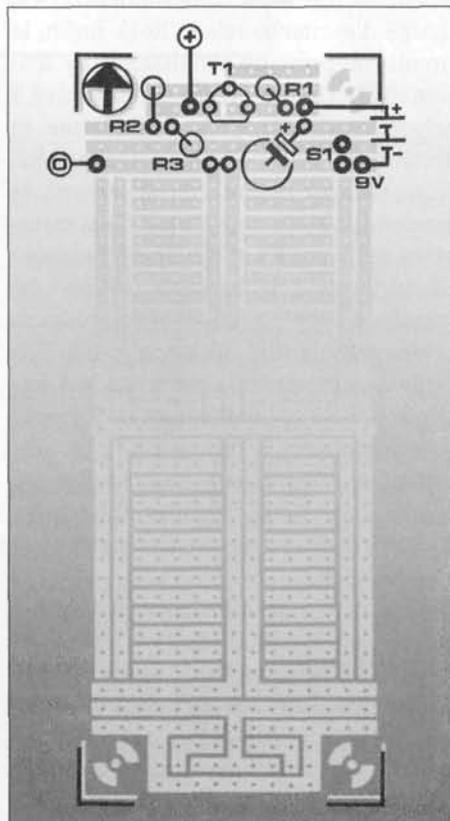
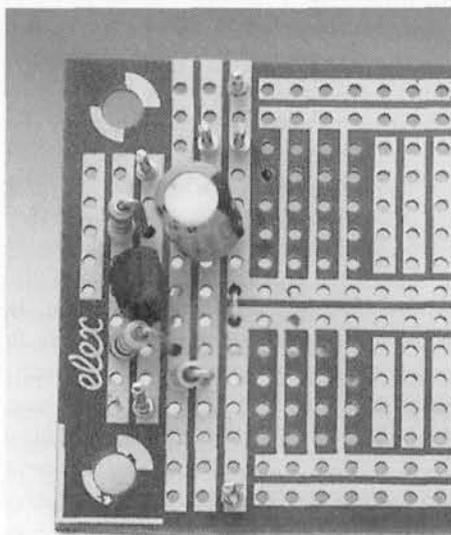
Voyons maintenant les caractéristiques du montage et l'influence qu'il peut avoir sur l'alimentation de l'appareil. La chute de tension émetteur-collecteur pour une alimentation de 9 V et une charge de 1 k $\Omega$  est (par hasard égale à un seuil de diode) de 0,6 V. Si la charge apportée par le multimètre est de 100  $\Omega$ , la chute de tension s'élève (l'élevage des chutes est-il contingenté?) à 2 V. Si le multimètre est encore plus gourmand, une augmentation de l'intensité du courant de base est indispensable pour que le transistor soit convenablement saturé. Diminuez alors R2 jusqu'à 100 k $\Omega$  par exemple. Ne pas perdre alors de vue qu'il faut compenser cette diminution par une augmentation de la capacité de C1 pour conserver une durée de conduction du transistor du même ordre. Dans tous les cas gardez cependant à R2 une valeur aussi élevée que possible. Vous limiterez ainsi la consommation du dispositif au minimum. Elle est de toute façon très petite.

Où installer le montage? Dans le boîtier du multimètre de préférence: la pile conserve alors son compartiment. La seule chose à faire est d'interrompre la ligne d'alimentation positive entre la pile et le circuit de l'appareil de façon à y placer T1 en série, sans oublier bien sûr de raccorder les masses.

Le montage, conçu pour la mise hors tension automatique d'un appareil de mesure, n'a pas que cette utilisation possible. Branchez par exemple en sortie une ampoule de feu arrière de bicyclette, alimentez le tout sous les 6 V d'un adaptateur secteur: si vous choisissez judicieusement la résistance de base et la capacité de C1, vous le transformerez en une minuterie de cage d'escalier des plus économiques.

896108

Figure 2 - Le montage occupe peu de place, d'autant moins que les résistances sont câblées « à la japonaise », verticalement.



### liste des composants

R1, R2 = 1 M $\Omega$   
R3 = 100  $\Omega$

C1 = 10  $\mu$ F/10 V

T1 = BC516  
S1 = bouton poussoir à contacts travail

Dans les installations simples d'alarmes automobiles ou domestiques, on fait souvent appel à un interrupteur caché pour la mise en service et hors service. Un peu de patience et de flair permettent cependant à un « bon » cambrioleur de le trouver assez facilement. La serrure magnétique présentée ici n'a pas cet inconvénient : elle peut être dissimulée derrière la planche de bord et être manœuvrée par un aimant fixé à votre porte-clefs. L'interrupteur est donc totalement invisible mais il peut être actionné facilement et sans contorsion.

En principe, rien ne s'oppose à l'utilisation d'un interrupteur caché dans une installation d'alarme. Il faut alors qu'il soit installé de façon à ne pas pouvoir être trouvé par une personne non autorisée, ou bien, s'il est visible, il ne doit venir à l'idée de personne que c'est un interrupteur. Dans la pratique, ces exigences sont difficiles à concilier. Un cambrioleur entraîné sait où il faut chercher, et, suivant le dicton, « qui cherche trouve ». C'est seulement si la recherche devient trop longue que le cambriolage perd son intérêt. En plaçant l'interrupteur dans le mur d'une maison ou derrière la planche de bord d'une voiture, on le rend parfaitement invisible, si bien que seul le propriétaire est à même de mettre en service ou d'arrêter l'installation d'alarme.

Le composant essentiel de la serrure magnétique est une ampoule *reed* ou interrupteur à lame souple (ILS). Cet interrupteur est actionné par un aimant fixé au porte-clefs.

### le circuit

La figure 1 montre à l'extrême gauche l'ILS et l'aimant qui l'actionne. Il doit, bien sûr, être relié au reste du montage, mais il peut être disposé loin du circuit et la liaison être réalisée par des fils longs, voire très longs. À l'autre extrémité, vous voyez le relais Re1 qui commande l'installation d'alarme

# interrupteur magnétique pour alarme



un aimant en guise de clef

soit par son contact à ouverture, soit par son contact à fermeture. Le circuit est constitué, dans les grandes lignes, d'un multivibrateur monostable (IC1a), d'une bascule bistable (IC2a) et d'un clignotant (IC2b). Le transistor commutateur T1 est chargé d'exciter le relais (Re1). Enfin, le circuit comporte un stabilisateur de tension (IC3). Dès qu'un aimant se trouve à proximité de l'ILS S1, il se ferme et décharge le condensateur C5 à travers R2. Normalement (quand S1 est ouvert), la tension sur le condensateur C5 est maintenue à 5 V par R1 et R2. La décharge de C5 applique à la broche 1 d'IC1a une impulsion négative (un front descendant). Le monostable ainsi déclenché produit en sortie une impulsion d'une seconde déterminée par R3 et C6. Pendant la durée de cette impulsion, la broche 4 d'IC1a, normalement au niveau haut, passe au niveau bas. Cette impulsion négative d'une seconde sert de signal d'horloge à la bascule IC2a.

Le monostable est utilisé pour donner à la bascule un signal d'horloge unique et calibré. Si l'interrupteur S1 était connecté directement à l'entrée de la bascule IC2a, les rebonds inévitables lors de la commutation donneraient une rafale d'impulsions d'horloge. Rien ne permettrait alors

de prédire dans quel état se retrouverait la bascule après le dernier rebond.

C'est aussi pour éviter les commutations intempestives que l'interrupteur S1 est suivi du réseau R2/C5. Si l'interrupteur ne se ferme que très brièvement, par exemple en cas de choc ou de vibration de l'ampoule, le monostable ne réagit pas. Le réseau RC fait aussi office de filtre contre les perturbations électriques, comme des inductions dans le fil qui relie l'ILS au circuit. Ces inductions pourraient, sans l'intégration, donner lieu à des déclenchements intempestifs du monostable.

### inverseur électronique

La bascule IC2a connaît, par définition, deux états stables : l'un avec la sortie Q à l'état haut, l'autre avec Q à l'état bas. La sortie  $\bar{Q}$ , ou sortie *complémentée*, prend toujours l'état opposé à celui de la sortie Q.

Après chaque impulsion d'horloge, le niveau des sorties change. Une bascule de ce genre fonctionne comme un télérupteur : une pression pour allumer, une pression pour éteindre, et ainsi de suite. C'est exactement ainsi que fonctionne le circuit de la figure 1. On approche l'aimant de S1 : la bascule passe à un ; on

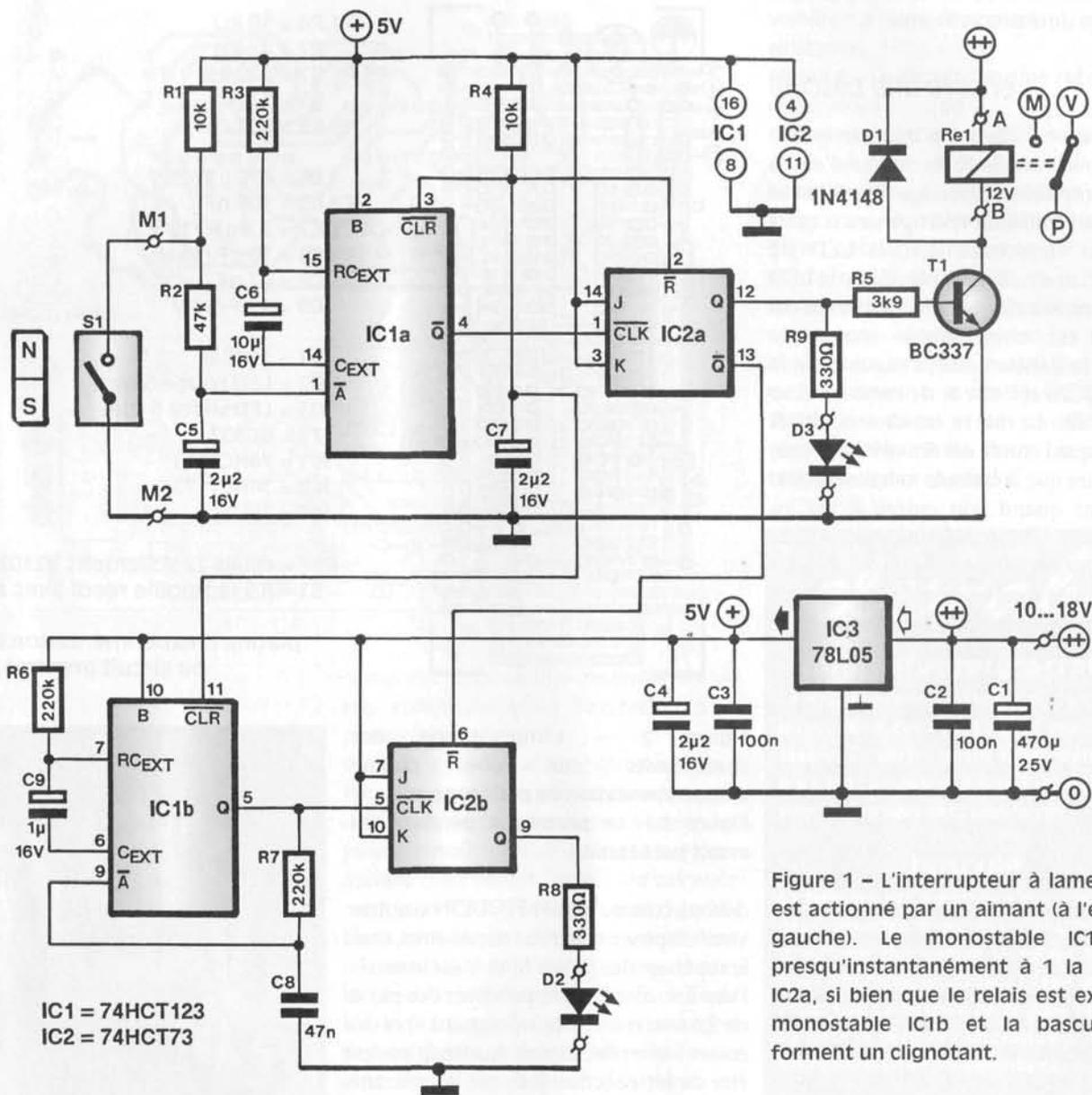


Figure 1 - L'interrupteur à lame souple est actionné par un aimant (à l'extrême gauche). Le monostable IC1a met presque instantanément à 1 la bascule IC2a, si bien que le relais est excité. Le monostable IC1b et la bascule IC2b forment un clignotant.

IC1 = 74HCT123  
IC2 = 74HCT73

*témoin de remise à zéro*

approche à nouveau l'aimant : la bascule passe à zéro. À la mise sous tension, la bascule est toujours remise à zéro par un état bas sur son entrée  $\bar{R}$  (broche 2). Ce niveau bas est dû au condensateur C7, qui est encore déchargé à la mise sous tension et se charge lentement à travers R4. La résistance R7 et le condensateur C7 constituent le circuit de remise à zéro à la mise sous tension, non seulement pour IC2a, mais aussi pour IC1a et IC1b. Comme la sortie Q de la bascule IC2a est reliée à la base du transistor T1 (par la résistance de limitation R5), l'état de la bascule détermine si le transistor est conducteur ou bloqué. À la mise sous tension, la bascule est à zéro, sa sortie à l'état bas ; le transistor ne reçoit pas de courant de base, il est bloqué. Le relais est au repos, son contact repos (P-V) est fermé, la LED D3 est éteinte.

Comme il s'agit d'un commutateur destiné à une installation d'alarme, nous l'avons pourvu d'un deuxième voyant, la LED D2. Elle clignote pour prévenir l'utilisateur, après la mise sous tension, que la bascule est remise à zéro. Comme il y a toujours une des deux LED allumée, vous savez que le circuit est alimenté. Après la mise sous tension, dès que vous avez mis IC2a à 1 à l'aide de l'aimant, la LED D3 s'allume en permanence et D2 cesse son clignotement avertisseur. Le relais change d'état, puisque le transistor reçoit un courant de base, et il ferme son contact travail P-M. Le clignotement de D2 est dû à la partie de circuit autour d'IC1b. Ce monostable se comporterait exactement comme IC1a si le signal de sa sortie Q n'était pas ramené à l'entrée de déclenchement (broche 9). La

conséquence est que l'entrée de déclenchement reçoit une impulsion chaque fois que le temps du monostable est écoulé. Ce bouclage de la sortie vers l'entrée transforme le monostable en astable, en générateur de signaux rectangulaires. Il est nécessaire d'introduire un certain retard entre le passage à zéro de la sortie et le démarrage du monostable pour la pseudo-période suivante. À défaut de retard, la sortie n'aurait pas le temps de passer à l'état bas, les impulsions seraient trop brèves pour être prises en compte correctement par IC2b. L'allongement de la durée de l'état bas est produit par le réseau R7/C8. La tension sur le condensateur passe au niveau bas un peu plus tard que celle de la sortie Q. Ainsi le monostable est déclenché à nouveau par sa broche 9 un peu après la fin de son impulsion de sortie. Le réseau R7/C8 per-

met à IC2b de recevoir des impulsions d'horloge de durée suffisante.

### encore une bascule

Tout comme IC2a (et n'importe quelle bascule), la bascule IC2b change d'état à chaque impulsion d'horloge. Elle aussi se comporte comme un télérupteur à contact inverseur : une impulsion, la LED D2 s'allume ; une nouvelle impulsion, la LED D2 s'éteint, et ainsi de suite. De plus ce clignotant est muni d'une commande d'arrêt : la liaison entre la sortie  $\bar{Q}$  de la bascule IC2a et l'entrée de remise à zéro ( $\bar{R}$ ) d'IC2b. La barre au-dessus du R indique que l'entrée est active à l'état bas, c'est-à-dire que la bascule fonctionne normalement quand son entrée  $\bar{R}$  est au niveau haut. C'est le cas seulement si IC2a est en position zéro, par exemple aussitôt après la mise sous tension. Si le circuit est activé par un aimant, IC2a est mise à un, sa sortie complémentée  $\bar{Q}$  passe à zéro, ce qui remet et maintient à zéro la bascule IC2b. La LED D2 reste éteinte, le clignotant est arrêté.

La tension de la batterie d'une voiture en marche est particulièrement instable : l'alternateur débite ou non, les équipements électriques consomment ou pas, tout ce monde-là produit des parasites. Pour s'affranchir de toutes ces perturbations, le circuit est alimenté par l'intermédiaire d'un régulateur de tension, IC3. Il encaisse les variations, aidé par les condensateurs C1 à C4. Les chimiques C1 et C4 comblent les « trous » de la tension de batterie, alors que C2 et C3, plus rapides, court-circuitent les pointes de tension de courte durée que les électrochimiques ne peuvent pas traiter à cause de leur inductance propre.

La diode D1 offre un chemin de fuite à l'extra-courant de rupture qui naît dans la bobine du relais au moment où le transistor se bloque. Sans elle, le transistor T1 verrait sur son collecteur une surtension mortelle.

### construction

Le circuit se contente d'une platine d'expérimentation de format 1, avec les composants implantés selon la **figure 2**. Les accros du perchlorure pourront graver le circuit de la **figure 5**. Le relais prévu sur le circuit imprimé est de marque Siemens, de type V23027. Il se monte à plat, ce qui permet de loger le montage dans un coffret Heiland HE222 ou Diptal P1362. Si vous choisissez un relais à montage

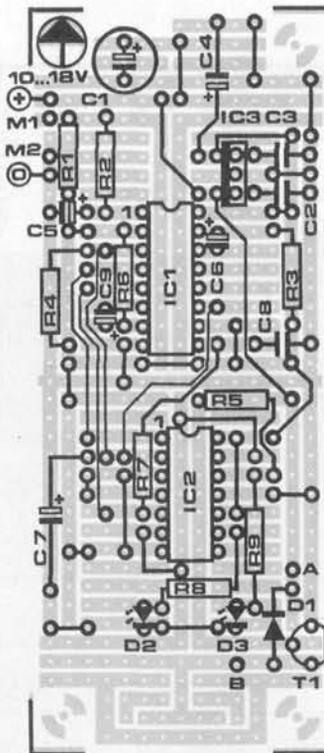


Figure 2 - L'implantation des composants sur une platine d'expérimentation de petit format.

Figure 3 - Le prototype pendant les essais sur l'établi.

debout, comme le 4031 FINDER ou autres, vous disposez des trous nécessaires, mais le repérage des picots M et V est inversé : Pour le raccordement, prévoyez des picots de 2,8 mm (ou cosses « poignard ») et des cosses *fast-on* de 3,2 mm. Aucun fil ne doit être de forte section puisque les courants mis en œuvre sont faibles, même dans le contact du relais. Veillez à la qualité et à la solidité de l'isolant, fixez les fils en place pour éviter qu'ils s'usent en frottant sur des parties métalliques.

Le picot M2 n'est pas indispensable, car rien ne s'oppose à ce que vous raccordiez un point de l'interrupteur à lames souples directement à la masse, au plus près de l'endroit où il est installé. Cet endroit n'est pas indifférent : si c'est derrière une pièce métallique, il faudra vérifier que le métal en question ne s'oppose pas à l'effet de l'aimant sur l'ILS. Évitez aussi la proximité des aimants de haut-parleurs de l'autoradio.

À l'usage, vous constaterez que les ILS sont sensibles à l'orientation du champ magnétique et qu'il faut tenir l'aimant dans une position déterminée. Nous avons choisi un aimant de fermeture de porte de placard ; il présente l'avantage d'être enrobé de matière plastique et de

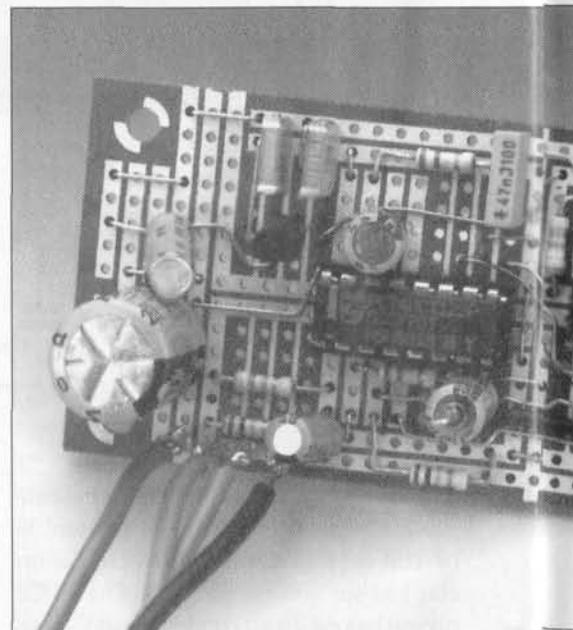
- R1, R4 = 10 kΩ
- R2 = 47 kΩ
- R3, R6, R7 = 220 kΩ
- R5 = 3,9 kΩ
- R8, R9 = 330 Ω

- C1 = 470 μF / 25 V
- C2, C3 = 100 nF
- C4, C5, C7 = 2,2 μF / 16 V
- C6 = 10 μF / 16 V
- C8 = 47 nF
- C9 = 1 μF / 16 V

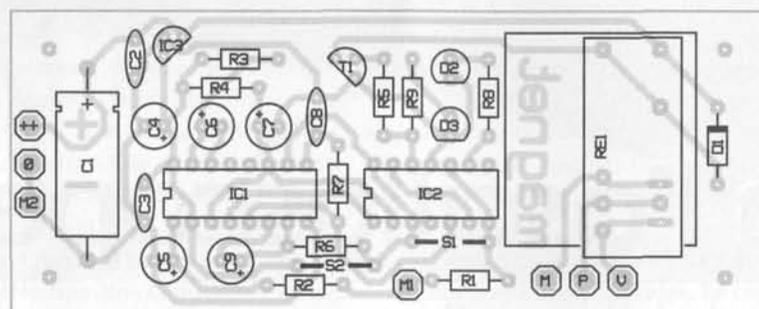
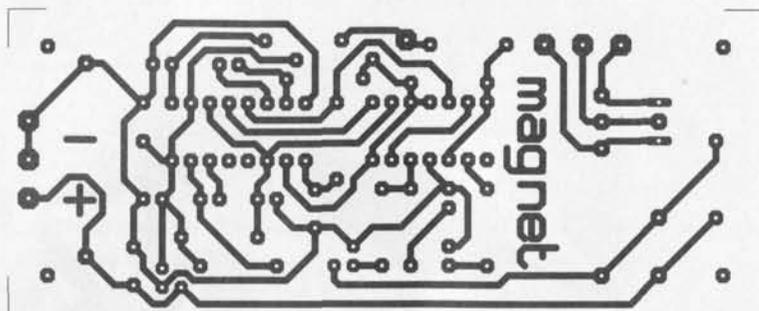
- D1 = 1N4148
- D2 = LED rouge 5 mm
- D3 = LED verte 5 mm
- T1 = BC337
- IC1 = 74HCT123
- IC2 = 74HCT173
- IC3 = 78L05

- Re1 = relais 12 V Siemens V23027-A2-A101
- S1 = ILS (ampoule reed) avec aimant

platine d'expérimentation format 1 ou circuit imprimé



liste des composants



comporter deux oreilles destinées aux vis, très commodes pour l'accrocher à un porte-clefs.

C'est le type de l'alarme qui décidera si vous utiliserez le contact à ouverture (ou contact repos, ou normalement fermé, NC pour *Normally Closed*) ou le contact à fermeture (ou contact travail, ou normalement ouvert, NO *Normally Open*) du relais. Dans tous les cas, l'alarme est en fonctionnement quand les contacts sont dans la position représentée sur le schéma. L'intérêt est que l'alarme est en fonctionnement même après une coupure de courant ou si la bobine du relais est défectueuse.

L'alimentation, entre 10 et 18 volts, peut rester connectée en permanence. La LED rouge D2 clignote pour signaler que l'alarme est en service, le LED verte D3 est allumée en permanence quand l'alarme est hors-circuit.

906007

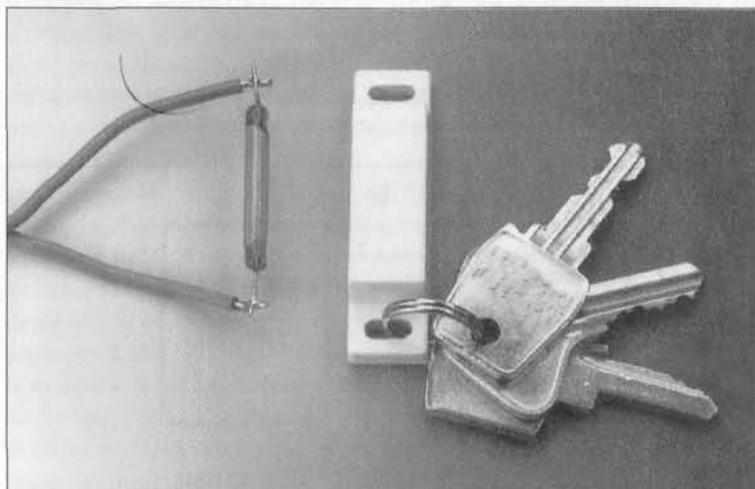
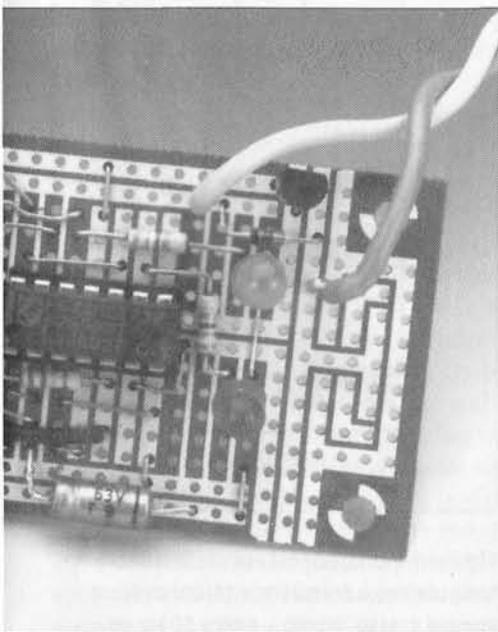


Figure 4 – Le circuit est raccordé dans la voiture à une installation d'alarme existante.

Figure 5 – Le circuit imprimé reprend les dimensions de la platine d'expérimentation, mais il supporte le relais en plus. Le condensateur C1 est choisi du type à sorties axiales pour se loger dans un coffret plat. Pour éviter de les oublier, commencez par les deux ponts en fil (S1 et S2). Il aurait été possible de les éviter en acceptant de passer des « ficelles entre les pattes » des circuits intégrés, mais si cette façon de faire simplifie le dessin, elle oblige à utiliser des pistes et des pastilles fines, souvent trop fines pour les moyens techniques des amateurs.

## elex-abc

### multivibrateur astable

Le multivibrateur astable est un circuit qui connaît deux états dont aucun n'est stable. La sortie passe continuellement d'un état à l'autre, il s'agit d'un générateur de signaux rectangulaires.

### bascule

La bascule est un circuit dont la sortie peut prendre deux états stables. Une impulsion fait passer la sortie à l'état haut, l'impulsion suivante la fait passer à l'état bas. La bascule reste dans l'état où l'a mise la dernière impulsion, c'est une sorte de mémoire élémentaire.

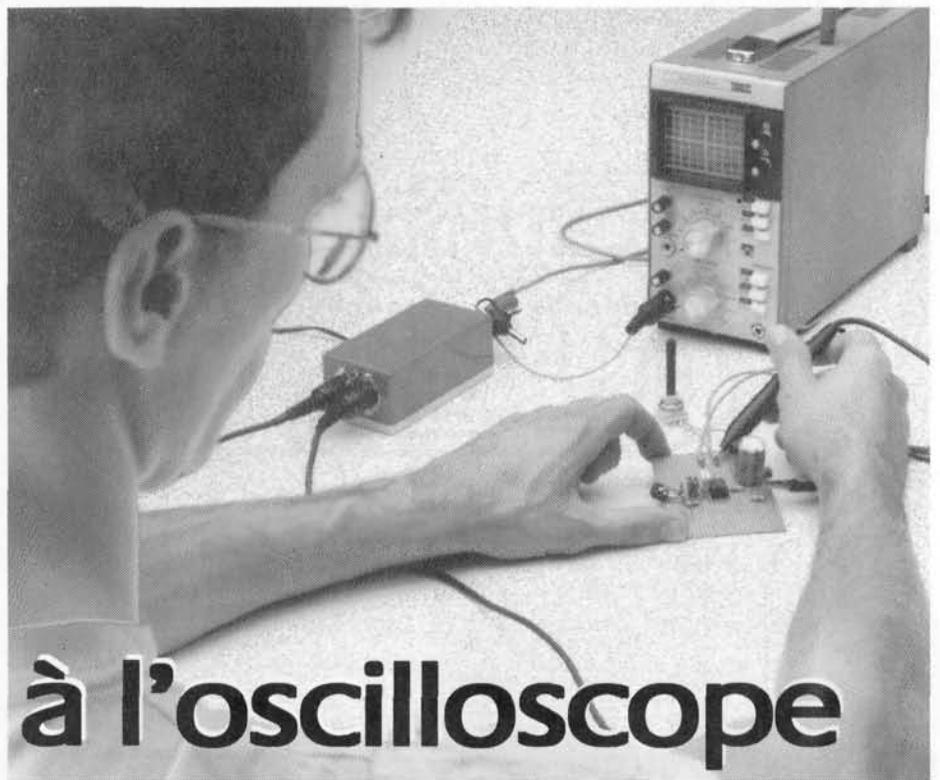
### multivibrateur monostable

Le multivibrateur peut prendre deux états, dont un seul, l'état de repos, est stable. L'impulsion de déclenchement fait passer la sortie à l'état haut pour un temps déterminé, après quoi elle reprend son état de repos. Les circuits monostables sont utilisés souvent comme temporisateurs, par exemple pour allumer, par une pression sur un bouton, une lampe pendant une minute.

### interrupteur à l'âme souple

L'interrupteur à lames souples, ou interrupteur Reed, est une ampoule de verre qui contient deux lames métalliques. Un champ magnétique extérieur transforme les lames en aimants qui s'attirent et viennent en contact pour fermer un circuit électrique.

Les quelques expériences de la dernière livraison nous ont familiarisés avec l'appareil. Utilisons-le cette fois pour étudier le comportement en fréquence de circuits RC et à observer le résultat de la superposition de signaux. Nous terminerons par le mode d'emploi d'une extension double trace.



# mesures à l'oscilloscope

## troisième partie : mesurer et comparer

Différentes mesures, aux bornes du condensateur d'un circuit intégrateur (RC, dents de scie) ou de la résistance d'un circuit différentiateur (CR, impulsions), alimentés tous deux par un signal rectangulaire, nous ont familiarisé avec l'emploi de l'oscilloscope. Nous savons nous servir du générateur de balayage et même nous en passer pour dessiner des figures de Lissajous. Nous poursuivrons avec des mesures de fréquence. Nous verrons quelle influence celle-ci peut avoir sur le fonctionnement de filtres, comment un oscilloscope peut servir à vérifier la stabilité d'un générateur basse fréquence ou celle d'un magnétophone à cassette. Nous reparlerons du générateur de balayage, des différentes façons de déclencher et présenterons les procédés grâce auxquels il est possible d'afficher plus d'un signal à la fois.

### mesure de fréquence

Pour la suite nous aurons besoin d'un générateur d'oscillations rectangulaires de basse fréquence variable. À défaut, on peut se fabriquer celui de la figure 1 dont le potentiomètre permet de faire varier la fréquence entre 30 Hz et 3 kHz. Utiliser pour l'alimenter l'adaptateur secteur décrit la dernière fois (figure 5 du n° 57), toujours pourvu de son générateur élémentaire de signaux rectangulaires à 50 Hz. On garde à portée de la main une poignée de résistances et quelques condensateurs. L'oscilloscope est sous tension (déclenchement *Auto* pour les réglages préliminaires), son zéro réglé au milieu de l'écran à l'aide du potentiomètre de cadrage vertical,

l'entrée Y est sur DC, 5 V/division de sensibilité verticale et 10 ms/div pour la base de temps. On branche maintenant la sortie du générateur de signaux rectangulaires (50 Hz) du bloc d'alimentation sur l'entrée Y de l'oscilloscope (figure 2). La trace devrait se créneler. Le mode de déclenchement (*Autodéclenché*) importe peu pourvu qu'il y ait synchronisation. Comment mesurer la fréquence du signal affiché? On commence par une mesure de longueur (dont l'unité est une division de l'écran), celle qu'occupe une période du phénomène sur l'écran (merlon + embrasure du créneau). Dans le cas présent, la période mesure deux carreaux (amener le cas échéant le début d'un créneau en coïncidence avec une ligne verticale à l'aide du potentiomètre de cadrage horizontal). Nous avons réglé la base de temps sur 10 ms/division. Une (grande) division (entre deux traits verticaux) correspond à 10 ms: la période du signal est donc de 20 ms et l'inverse, la fréquence, de  $1000/20 = 50$  Hz (1/20 kHz). Reprendre la mesure, à titre d'exercice, pour différentes vitesses de balayage.

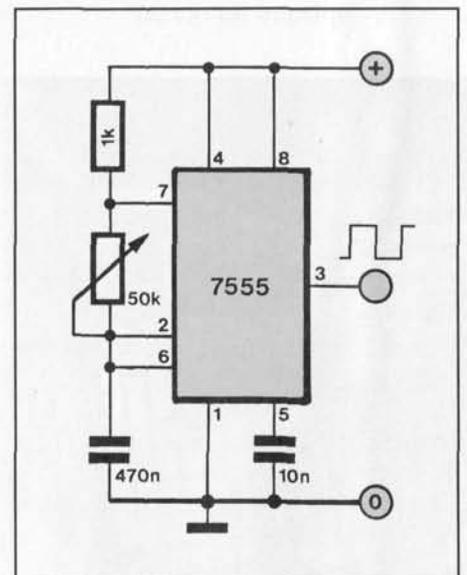
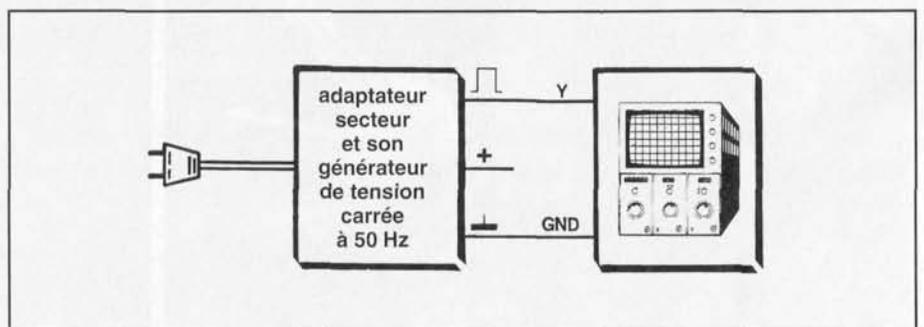


Figure 1 – Un générateur de signaux rectangulaires à fréquence téléphonique, vocale, basse, audio... entre 30 Hz et 3 kHz.

Figure 2 – La sortie du signal rectangulaire à l'entrée Y de l'oscilloscope.



## non déclenchement (automatique)

Revenons sur le mode dit normal. Nous avons vu dans la première partie que le balayage de l'écran ne se déclenchait pas sans relation avec l'une ou l'autre des caractéristiques du signal à mesurer (déclenchement interne) ou d'un signal injecté sur une autre entrée de l'appareil (déclenchement externe). En l'absence de cette synchronisation, plusieurs traces apparaissent simultanément sur l'écran. Elles correspondent à plusieurs images du signal à visualiser, décalées les unes par rapport aux autres. On n'obtient d'oscillogramme stable que si ces différentes images sont confondues. Techniquement, la caractéristique du signal – un niveau de tension – sur laquelle on veut déclencher le balayage, est détectée par un comparateur. En cas de détection, une impulsion à la sortie du comparateur parvient à un monostable qui déclenche le générateur de rampe. Ce terme de rampe est une image de la tension aux bornes d'un condensateur chargé à courant constant, qui croît linéairement en fonction du temps. Cette tension appliquée aux plaques (verticales) de déviation horizontale, provoque un déplacement du spot, tout aussi uniforme, de la gauche à la droite de l'écran. Arrivé là, le spot s'éteint et le condensateur déchargé rapidement (on parle de "retour du spot") permet au processus de se reproduire dès la prochaine impulsion. Ceci n'est possible que si le monostable n'est pas redéclenchable: une fois qu'il a déclenché la charge du condensateur, celle-ci se poursuit indépendamment de lui et les impulsions qui peuvent survenir pendant la montée en tension ne sont pas prises en compte. En l'absence d'impulsion, le spot reste éteint et l'écran vide: tout se passe comme si le spot, prêt à démarrer, stationnait tous feux éteints sur la gauche de l'écran. Absence d'impulsion ne veut pas forcément dire absence de signal: un signal qui ne présente pas la caractéristique reconnue par le comparateur n'est pas visualisé. Ce n'est pas toujours souhaitable. Les réglages préliminaires par exemple (position, épaisseur, luminosité de la trace...) ne seraient alors pas possibles. Tous les oscilloscopes sont donc dotés, nous y voilà, d'un balayage automatique. Dans ce mode, les plaques de déviation horizontale sont constamment soumises à une tension en dents de scie et le monostable est court-circuité. Le spot est allumé pendant l'aller (tension croissante) et éteint pendant le retour (tension rapidement décroissante): la trace horizontale,

ligne du "zéro", est visible en permanence par l'observateur (s'il n'a pas oublié de régler la luminosité et la position de la trace au moyen des potentiomètres de cadrage).

Nous avons vu cependant que, dans ce mode de (non-)déclenchement, il était possible d'obtenir des oscillogrammes tout à fait stables. Il suffit pour cela que la fréquence de balayage soit dans un rapport simple avec celle du signal observé, avec un petit inconvénient cependant, puisque la durée du retour n'est pas nulle: une petite partie du signal n'est pas affichée. S'il n'y avait que cela, ce ne serait pas très grave, il y a pire. La stabilité en fréquence des signaux étudiés est rarement parfaite, celle du balayage ne l'est pas non plus. À plus ou moins brève échéance, le manque de synchronisation sera tel que la trace finira par se déplacer ou se multiplier pour dessiner des frises inexploitable. Le remède consiste à fabriquer, une fois choisie la fréquence de balayage, à partir du signal à étudier, prélevé à un endroit judicieusement choisi de l'amplificateur vertical, des impulsions de synchronisation pour commander le retour du spot. Pour imager, nous pourrions dire que pour s'assurer que le spot partira du même pied que lui, le signal, un peu avant de s'annuler, en fin de période par exemple, lui lance un « Gauche! » Au dernier avertissement « gauche! » avant le bord droit de l'écran, le spot s'éteint et revient en courant au bord gauche.

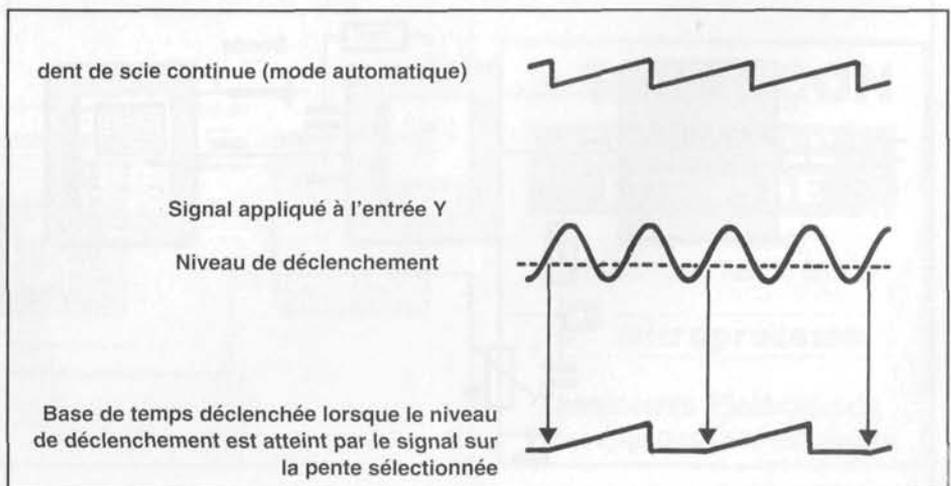
Ce mode dit non déclenché, automatique (sans intervention de l'utilisateur) ou relaxé est idéal pour observer des signaux de forme simple dont la fréquence n'est pas trop élevée. Il arrive cependant que, même dans ce cas, la synchronisation soit impossible: il faut un certain temps entre la production de l'impulsion qui commande le retour du spot et le retour du spot. Si le temps laissé est trop court (transition

trop brusque du signal) la coïncidence ne peut pas se faire. Il faut passer en mode normal ou déclenché. Notons enfin, avant de nous y intéresser, qu'on utilise le mode automatique pour débiter l'étude de problèmes difficiles, de signaux dont on n'a pratiquement aucune idée de la forme ou de la fréquence.

## déclenchement normal (ou manuel)

En mode automatique, le balayage est permanent, en mode normal (ou déclenché qu'on appelle aussi "manuel"), le spot ne s'allume pour tracer un oscillogramme de la gauche à la droite de l'écran, que si le signal atteint un certain seuil (dont le choix est réglé avec le potentiomètre marqué *Level* ou *niveau*, voir la figure 3) et si sa pente est alors croissante ou décroissante suivant la position d'un inverseur marqué *slope* (pente), ou ( $\pm$ ) ou d'un créneau comme sur le *Torg*. Quel que soit le mode, il est possible de synchroniser le balayage sur une tension, synchrone avec, le signal de mesure, appliquée sur l'entrée *Trig-Ext*. Le choix s'effectue à l'aide de l'inverseur

Figure 3 – En haut, le générateur de balayage fonctionne en continu, ce qui ne se fait pas sans synchronisation avec le signal de mesure à partir duquel des impulsions sont fabriquées qui déclenchent, en temps opportun le retour (prématuré) du spot: le spot ne va pas au bout de sa course. C'est le mode automatique ou non déclenché (ou relaxé). En mode normal (manuel ou déclenché), le balayage est déclenché lorsque le signal atteint un certain niveau (réglable par l'utilisateur) sur une certaine pente. Le spot balaye tout l'écran puis s'éteint jusqu'à ce que le signal retrouve le niveau (et sa pente) de déclenchement.



Interne/Externe en position Externe. Laissons cela de côté et revenons en position Interne.

Avec certains oscillographes – nous abandonnons un instant le *Torg* – il est possible de synchroniser la base de temps sur certaines particularités du signal étudié à l'aide d'un ou plusieurs commutateurs marqués AC, DC, HF, LF, TV, Mains (alternatif, continu, haute fréquence, basse fréquence, télévision, secteur). Voyons-les brièvement.

En position AC, le déclenchement s'effectue sur la composante alternative du signal vertical, sans égard aux autres. C'est le mode de couplage le plus utilisé.

La position DC (ne pas l'utiliser en mode automatique) est préférable pour l'étude de phénomènes très lents ou impulsionnels. La position LF y est parfois mieux adaptée: un filtre passe-bas atténue considérablement les bruits de haute et moyenne fréquence. C'est la position à choisir pour l'étude de phénomènes de basse fréquence (domaines des fréquences vocales étendu aux infra- et aux ultrasons).

En position HF, un filtre passe-haut privilégie les composantes de haute fréquence du signal de déclenchement.

Inutile de chercher le programme si vous choisissez la position TV qui facilite l'étu-

de des signaux vidéo en séparant, au choix, les impulsions de synchronisation de ligne (H) de ceux de trame (V) pour commander le déclenchement du balayage dont la vitesse doit être réglée en conséquence.

Nous avons vu qu'il était possible de synchroniser le balayage sur le signal appliqué aux plaques Y (*interne*) ou sur un signal extérieur. Il existe une troisième possibilité, le secteur (*Mains* ou  $\sim$ ). Elle facilite l'étude des caractéristiques des alimentations par exemple (ondulation à la sortie du redresseur ou après filtrage etc.) ou de perturbations et de signaux de même fréquence ou de fréquence multiple (ou sous-multiple) de celle du secteur.

Tous ces commutateurs mettent en circuit des filtres qui privilégient telle ou telle caractéristique du signal pour déclencher le balayage. Est-il utile d'ajouter que les possibilités d'un oscilloscope en la matière augmentent avec son prix...

### influence de la fréquence

Une capacité et une résistance associées ne sont pas sans effet sur un signal. L'étude succincte, faite dans l'article précédent, des transformations apportées par un réseau différentiateur ou un réseau intégrateur sur un signal rectangulaire devrait vous en

avoir convaincu. Recommencez-en au besoin l'expérience avec le montage de la figure 4. Si l'on intercale entre la sortie du montage à étudier et l'entrée de l'oscilloscope un couple RC ou CR, le signal original est modifié, ceci d'autant plus que sa fréquence est plus élevée. Cela nous amène à parler des sondes (passives uniquement). Entre le montage et l'oscilloscope la liaison est établie par une sonde: une pointe de touche, enveloppée d'un manchon isolant, reliée à l'oscilloscope par un câble blindé. Le blindage, terminé du côté du montage par une pince crocodile, sert éventuellement de conducteur de masse: on mesure, c'est important, toutes les différences de potentiel par rapport à la masse si l'on ne veut pas avoir d'ennuis; on évite de les mesurer par rapport à un autre point « chaud » du circuit. L'oscilloscope ne permet cependant de mesurer que des tensions limitées en amplitude. Pour l'étude de tensions supérieures à quelques dizaines de volts, on fait usage d'une sonde atténuatrice, constituée le plus souvent d'un pont diviseur résistif. Si ce pont ne pose aucun problème en basse fréquence, il est insuffisant en haute fréquence pour des raisons qui tiennent à l'impédance d'entrée de l'oscillographe qui est aussi capacitive (40 pF sur le *Torg*) et aux capaci-

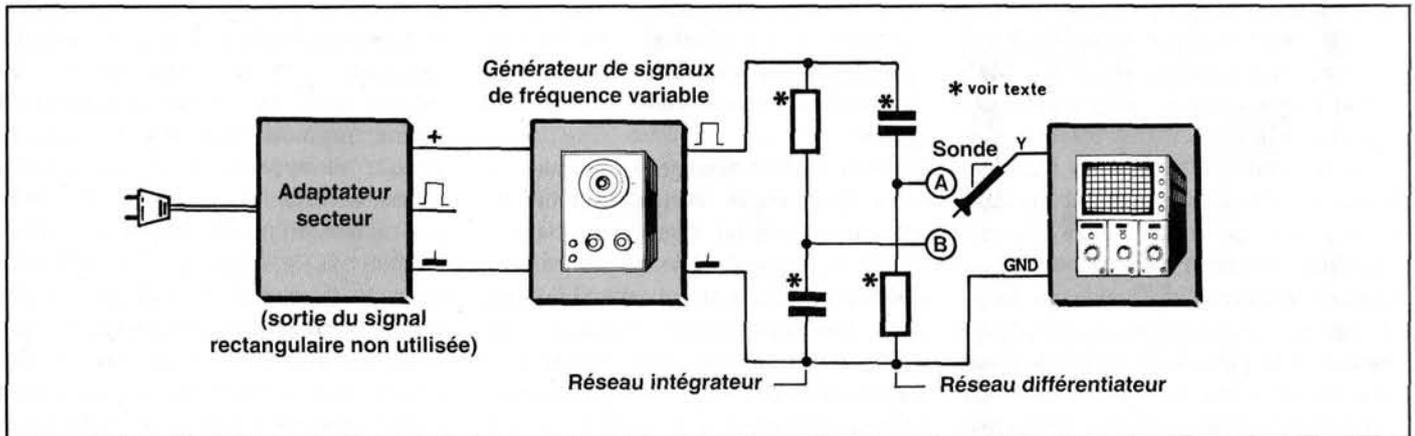


Figure 4 – Étude du comportement en fréquence de filtres RC.

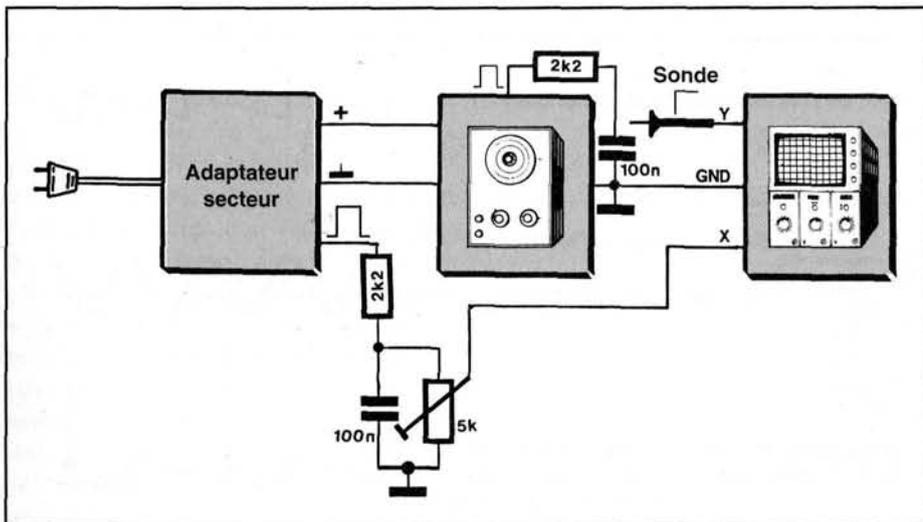


Figure 5 – Mesure en « XY » avec deux signaux rectangulaires dont des réseaux RC arrondissent un peu les angles. Un potentiomètre de 5 kΩ permet de modifier l'amplitude du signal appliqué aux plaques X de déviation horizontale.

Figure 6 – Appréciation de la stabilité du défilement de la bande d'un magnétophone.

# les carrés d'adresses



Composants électroniques  
Dépositaire de grandes marques  
Professionnel et grand public  
RADIO - TÉLÉVISION - VIDÉO - INFORMATIQUE  
**B.H. ÉLECTRONIQUE**  
164 à 166, av. Ar. Briand - 92220 BAGNEUX  
Tél. (1) 46 64 21 59 • Fax (1) 45 36 07 08  
SPÉCIALISTE DES COMPOSANTS JAPONAIS  
plus de 20 ans à votre service

## COMPOSIUM

**ELECTRONIC**

<b>CHOLET</b> 6, rue Nantaise Tél. 41.58.63.64 Fax 41.58.21.14	<b>MORLAIX</b> 16, rue Gambetta Tél. 98.88.60.53 Fax 98.63.84.55
<b>VANNES</b> 35, Rue De La Fontaine Tél. 97.47.46.35 Fax 97.47.55.46	<b>QUIMPER</b> 33, rue Régulaires Tél. 98.95.23.48 Fax 98.95.91.29

4 SPÉCIALISTES PRETS A SE METTRE  
EN 4 POUR VOUS SERVIR  
GRAND PUBLIC AU PROFESSIONNEL.

Des milliers d'ingénieurs et de professeurs considèrent le tandem de FCAO logique et d'autoroutage

## Schéma III - Layol

Comme étant le meilleur sur le marché.  
Pour vous permettre de les maîtriser à cent pour cent nous vous proposons une K7 d'apprentissage pas à pas.  
Prix : Layol E : 180 F, schéma III E : 255 F, K7 vidéo 275 F.  
Toutes ces versions sont opérationnelles à 100 %.  
Layo France, Château Garamache-Sauvebonne,  
83400 Hyères  
Tél. : 94 28 22 59, Fax : 94 48 22 16,  
Minitel 3617 code LAYO

## à BESANÇON

### NOUVELLE ADRESSE

29, Bd J.F. Kennedy  
Tél. : 81 80 72 13 - Fax : 81 80 72 24

**μP microprocessor**

Composants Electroniques  
Point traçage CIAO-LABOTEC - Perçage

tés parasites dues au câblage : l'amplitude du signal à la sortie de la sonde diminue lorsque la fréquence augmente alors que celle du signal mesuré reste stable. Pour stabiliser le rapport entre la tension d'entrée et la tension de sortie d'une sonde atténuatrice en haute fréquence, on y introduit, en parallèle à la résistance d'entrée du pont diviseur, une capacité ajustable dite de compensation en fréquence.

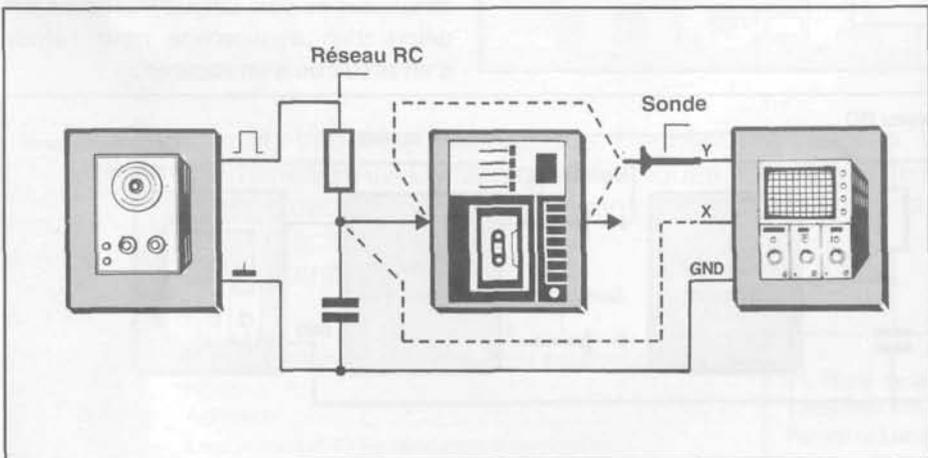
Revenons à la figure 4. Soudez les résistances et les condensateurs en l'air ou montez-les sur une plaque de connexion. Les résistances sont de 100 kΩ, les condensateurs de 100 nF. On étudie les signaux aux points A et B pour différentes fréquences du générateur. On constate que les effets d'un circuit RC intégrateur sont d'autant plus sensibles que la fréquence est plus élevée, alors que ceux d'un circuit différentiateur CR diminuent dans les mêmes conditions. Lorsque ces résultats ont été observés, on remplace les composants du circuit intégrateur par un condensateur de 1 μF et une résistance telle que l'amplitude de la tension en dents de scie soit de 1 V. Repérez les positions du potentiomètre de l'oscillateur pour lesquelles la fréquence mesurée est de 400 Hz et 1 kHz. Ces tensions en dents de scie nous seront utiles pour les mesures proposées plus loin.

### mesures de stabilité en fréquence

L'oscilloscope est un excellent outil de vérification de la stabilité en fréquence d'un générateur. On utilise la fréquence du secteur comme référence (sa précision instantanée est supérieure à 0,1% et le nombre quotidien d'alternances est constant). Nous avons vu la dernière fois comment procéder pour cette comparaison : une tension de référence est appliquée aux plaques de déviation horizontale (entrée X), l'autre, par la voie normale aux plaques Y comme sur la figure 5. Il est absolument exclu

d'injecter directement la tension du secteur à l'oscilloscope. On se sert du générateur de tension en créneaux dont on adapte éventuellement l'amplitude à l'aide d'un potentiomètre de 5 kΩ. Comme des signaux rectangulaires ne sont pas très appropriés à ces mesures, on leur arrondit les angles à l'aide de filtres RC. L'inverseur externe interne de l'oscilloscope est en position externe. On obtient à l'écran l'image d'un rectangle mobile. Pour que la figure reste fixe il faut que le rapport entre les fréquences des deux signaux puisse se ramener à celui de deux nombres entiers. Lorsque cette condition est près d'être remplie, l'image se meut de plus en plus lentement et sa forme oscille, stationnaire entre celles d'un L et d'un S. Lorsque les fréquences sont presque doubles l'une de l'autre, ce sont deux rectangles plus ou moins superposés qui s'affichent. S'il n'est pas possible d'arriver à quelque chose d'un peu près constant, on peut l'attribuer à un défaut du générateur.

Au lieu du générateur de tension en créneaux à 50 Hz, utilisons maintenant comme signal de référence, appliqué aux plaques de déviation horizontale (ou verticale), la tension en dents de scie d'environ 1 V d'amplitude et de 400 Hz que nous avons préparée plus haut. Le même signal est enregistré aussi "fort" que possible au magnétophone et appliqué simultanément aux plaques de déviation verticale (ou horizontale) de façon à permettre le réglage de l'appareil de mesure. Ensuite, le signal original reste appliqué sur l'une des deux voies, tandis que l'autre reçoit sa version enregistrée (figure 6). La mobilité de l'oscillogramme obtenu peut s'interpréter de diverses manières :  
- le mouvement est constant : la vitesse de déplacement de la bande s'est modifiée, ce que l'on peut aussi observer si l'enregistrement a été réalisé sur un autre magnétophone.



- le mouvement est constant: c'est la fréquence du générateur qui s'est modifiée, suite éventuellement à une fausse manœuvre.

- légères modifications en cours de restitution: irrégularités du déplacement de la bande.

Dans les deux premiers cas, il est possible de stabiliser l'image en jouant sur la fréquence du générateur, ce qui peut donner lieu à une mesure immédiate, s'il est étalonné, ou différée (affichage du signal et mesure de sa fréquence à l'aide de la base de temps de l'oscilloscope). Dans le second cas, de légères fluctuations sont normales. Il est pratiquement impossible d'obtenir une image parfaitement stable, même avec un magnétophone de très haut de gamme. Si l'image est chaotique, il est vraisemblable que les irrégularités de défilement de la bande seront audibles. On peut ensuite recommencer les mesures à 1 kHz.

### bicourbe

Pour les mesures décrites jusqu'ici, un oscilloscope monocourbe suffit. Il permet, comme nous l'avons vu, de comparer deux signaux, l'un appliqué sur les plaques de déviation horizontale, qui peut être produit par le générateur de balayage de l'appareil lui-même, l'autre sur les plaques Y de déviation verticale. Un oscilloscope à deux voies permet d'appliquer simultanément deux signaux sur les plaques de déviation verticale. Comment cela? Avec deux canons à électrons (*double beam*) si l'on a (eu: cette technique est progressivement abandonnée) les moyens d'une aussi coûteuse

artillerie; plus simplement avec un oscilloscope bicourbe, à deux traces ou multitrace ou à deux canaux suivant les auteurs. Ce dernier appareil ne contient qu'un canon à électrons mais son faisceau trace tantôt l'un tantôt l'autre des deux signaux injectés sur l'une et l'autre voie. On distingue deux modes principaux de représentation: découpé (*chopped* ou haché) ou alterné (*alternate*). Dans le premier mode, découpé, un commutateur électronique bascule, plusieurs fois par rampe de balayage, entre l'une et l'autre entrée; dans l'autre, alterné, la rampe est déclenchée tantôt sur le premier signal, tantôt sur le second, en alternance. En mode alterné, une alternance du signal de balayage concerne une voie, l'alternance suivante, l'autre voie. La plupart des oscilloscopes bicourbes disposent des deux techniques et si le vôtre est monocourbe, rien ne vous empêche de vous reporter au n° 13 d'ELEX pour le compléter d'une seconde trace (100 kHz). La figure 7 montre comment multiplier une entrée unique par deux à l'aide de l'extension double-trace (ou par 1,5 de façon à permettre aux heureux possesseurs d'un oscilloscope à deux voies d'afficher simultanément trois signaux). Voyons sur la figure 8 comment tester un appareil avec ce dispositif. Le générateur de tension de fréquence variable est utilisé en source de signaux, la tension en créneaux appliquée à l'entrée X sert de tension de déclenchement externe. Le signal de référence et de mesure est la tension en dents de scie de 1 V d'amplitude environ, prélevée aux bornes du condensateur. On l'applique, divisé par 10 (sonde 10X), à

l'entrée Y1 de l'extension et, tel quel, à l'entrée de l'appareil à tester dont la sortie alimente la voie Y2 par l'intermédiaire d'une sonde passive non atténuatrice. L'oscilloscope affichera ainsi, en même temps (pour l'observateur), le signal injecté au dispositif étudié et la transformation que celui-ci lui fait subir. On peut ainsi tester toutes sortes d'appareils tels que magnétophones ou générateurs d'effets musicaux pour guitares électriques... L'étude de la réponse en fréquence d'amplificateurs nécessite cependant un générateur de signaux un peu plus élaboré que celui décrit sur la figure 1. ELEX en a décrit un assez grand nombre pour que nous ne nous y étendions pas.

Dans un prochain article, la théorie reviendra au premier plan. Les rapports de l'électronicien avec son oscilloscope ne s'améliorent que s'ils sont suivis. Une fois les connaissances de base acquises, quelques tuyaux glanés ici ou là permettent d'étendre les possibilités d'utilisation de l'appareil et l'habitude, d'interpréter correctement les résultats obtenus, ce qui n'est pas toujours facile. Cet appareil se prête sans risque à toutes sortes de processus expérimentaux. Veillez cependant à ne pas en brûler l'écran: la luminosité du faisceau ne doit jamais être excessive. 906072

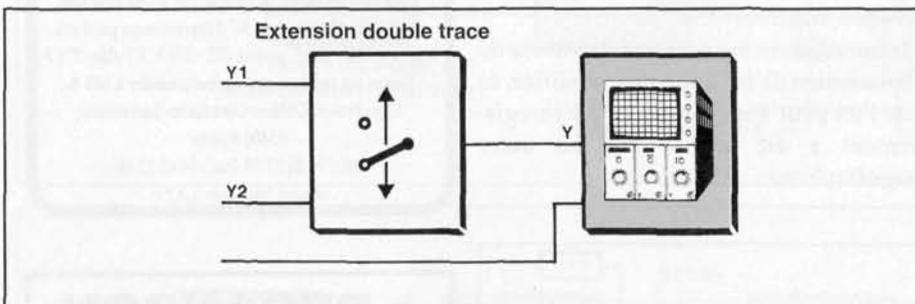
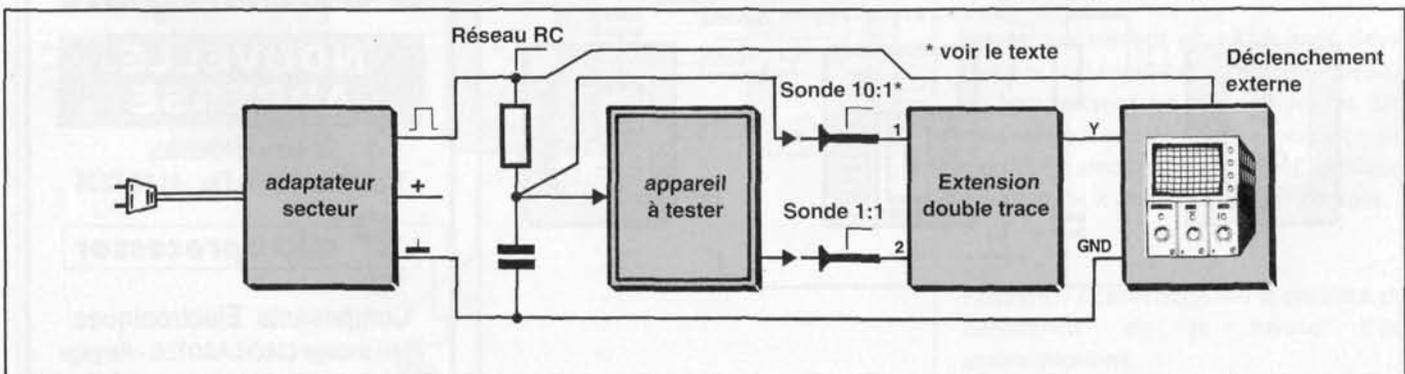


Figure 7 - Une extension "double trace", comme celle décrite dans un numéro déjà ancien, permet d'afficher en même temps deux traces correspondant à deux signaux sur l'écran d'un oscilloscope à une seule voie.

Figure 8 - Utilisation des deux voies (originales ou voie unique multipliée par deux) d'un oscilloscope pour l'étude d'un circuit ou d'un appareil.



Les ponts, comme celui auquel s'applique la question posée la dernière fois (figure 1), paraissent souvent plus compliqués qu'ils ne le sont. Que cherchons-nous? La résistance  $R_x$  de  $P1$  pour laquelle la différence de potentiel est nulle aux bornes du voltmètre. Ici, vous pouvez prendre n'importe quel voltmètre ou galvanomètre: si la différence de potentiel est nulle à ses bornes, aucun courant ne peut le traverser. Vous pouvez même remplacer l'instrument de mesure par toute résistance que vous avez sous la main: si le pont est équilibré, le courant ne passera ni plus ni moins. Ne mettons pas de tablier à ce pont pour l'instant: supprimons tout ce qui pourrait vous troubler et ne considérons que les deux branches verticales du circuit lorsque l'équilibre est réalisé. Dans tous les cas, la différence de potentiel aux bornes des deux grandes branches est la même, qu'elle soit de 9V ou plus ou moins n'a aucune importance. Ensuite, la différence de potentiel entre les bornes de  $R2$  est égale à celle que nous avons entre celles de  $R_x$ . Puisqu'il en est ainsi, les d.d.p. entre les bornes de  $R1$  et de  $R3$  sont aussi égales:

$$U_{R1} = U_{R3} \text{ et } U_{R2} = U_{Rx}$$

Les tensions  $UR1$  et  $UR2$  sont donc dans le même rapport que les tensions  $UR3$  et  $URx$ :

$$U_{R1}/U_{R2} = U_{R3}/U_{Rx}$$

Ensuite, le courant  $I1$  qui traverse  $R1$  est le même que celui qui traverse  $R2$ , et  $I2$  qui traverse  $R3$  traverse aussi  $R_x$ . Nous pouvons diviser  $U_{R1}$  et  $U_{R2}$  par  $I1$  et faire de même avec  $I2$  pour  $U_{R3}$  et  $U_{Rx}$ . Que reste-t-il? Une égalité entre deux rapports de résistances:

$$R1/R2 = R3/Rx$$

Nous avons donc l'expression de  $R_x$  en fonction des autres résistances:

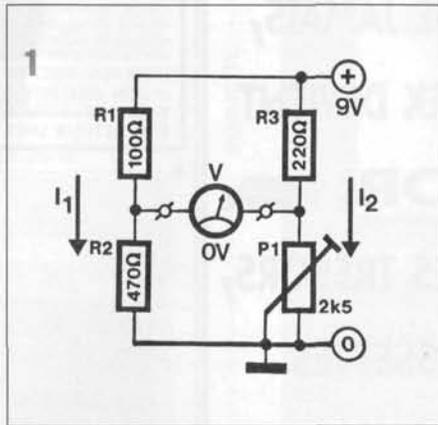
$$Rx = R2 \cdot R3/R1$$

Ce qui nous donne:

$$Rx = 470 \times 220/100 = 1034 \Omega$$

En fait il est peu probable, compte tenu de la précision avec laquelle nous connaissons les autres résistances, que  $R_x$  mesure exactement 1034Ω. Des résistances de la série E12 sont connues à 10% près: le fabricant

## » Alors, sagace ? «



de  $R1$  garantit que sa résistance est comprise entre 90 et 110Ω, que  $R2$  est de 470Ω à 47Ω près et  $R3$  de 220Ω ± 22Ω. La réponse C n'est pas excellente, mais c'est la plus proche de la vérité. Dans les faits, nous équilibrerons le pont avec un potentiomètre de 2,2 kΩ (série E3) réglé à peu près à mi-course... ou avec un potentiomètre en série avec un capteur dont la résistance varie en fonction de la température ou de tout autre facteur. Nous parlerons des utili-

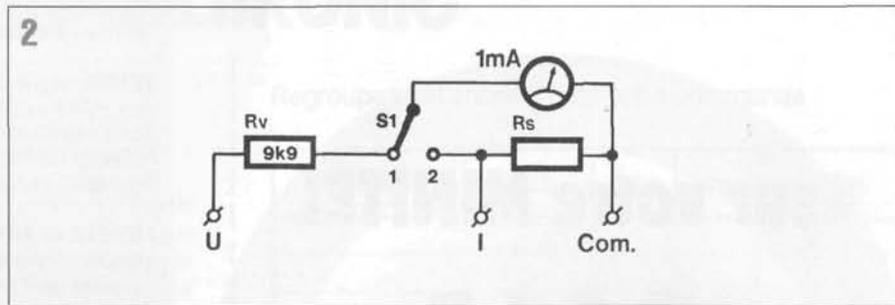
sations de ce pont de mesure à l'occasion d'un montage. Passons à autre chose.

Nous voulons doter un circuit d'un appareil de contrôle de l'intensité et de la tension. Nous disposons d'un galvanomètre à cadre mobile (figure 2) dont nous ne connaissons que le calibre: 1 mA (1 mA est l'intensité du courant pour laquelle la déviation de son aiguille est la plus grande). La résistance  $R_v$  à mettre en série avec lui pour le transformer en voltmètre de calibre 10 V a été déterminée expérimentalement: elle est de 9,9 kΩ ( $S1$  dans la position où il est dessiné, la différence de potentiel de 10 V appliquée entre les bornes U et Com fait dévier l'aiguille au maximum). Nous cherchons le shunt (de l'anglais to shunt dériver, c'est la résistance  $R_s$ ) qui nous permettra de transformer le galvanomètre en un ampèremètre de calibre 200 mA ( $S1$  en position 2,  $R_s$  est insérée dans le circuit à mesurer, interrompu entre les points I et Com). La réponse est la suivante:

- A. -  $R_s = 502,5 \text{ m}\Omega$
- B. -  $R_s = 0,199 \Omega$
- C. -  $R_s = 9,999 \Omega$
- D. -  $R_s = 50,25 \Omega$

N.B. : Nous ne disposons pas d'ohmmètre pour déterminer  $R_v$  mais de tonnes de résistances de précision et de patience ! Pour ceux qui nous reprocheraient de ne pas avoir mesuré directement la résistance intérieure du galvanomètre.

896064

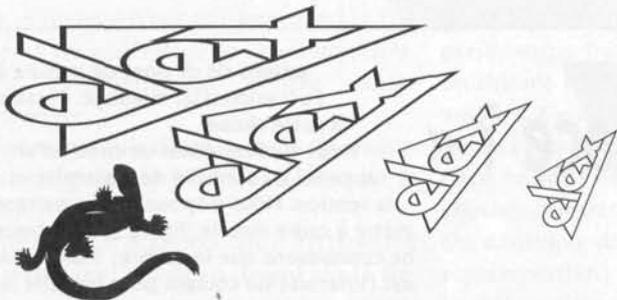


# MAGNETIC-FRANCE

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.



**MAINTENANT PLUS QUE JAMAIS,  
CHAQUE NUMÉRO D'ELEX DEVIENT**

**UN TRÉSOR.**  
**OR POUR CONSERVER LES TRÉSORS,  
IL VOUS FAUT DES CASSETTES.**

Les cassettes de rangement Elex sont vendues

**49 F l'unité** + 15 F de port pour une cassette  
ou 30 F de port pour deux cassettes ou plus

**sur votre MINITEL**

**3615**

code

**ELEX**

**c'est encore ELEX !**

**ELEX** télécopie  
les Trois Tilleuls 20 48 69 64  
**BP59**  
**59850 NIEPPE** minitel  
☎ 20 48 64 64 3615 code  
ELEX

standard de 8h30 à 16h

**6<sup>e</sup> année n°58 SEPTEMBRE 1993**

ABONNEMENTS : encart avant-dernière page

PUBLICITÉ:

**Brigitte Henneron et Nathalie Defrance**

ADMINISTRATION :

Jeanine Debuyser et Marie-Noëlle Grare

DIRECTEUR DÉLÉGUÉ DE LA PUBLICATION : Robert Safie

Banque : Société Générale - Armentières n°01113-00020095042-21

CCP LILLE 7.472.29.A (libellé à «PUBLITRONIC»)

Société éditrice : PUBLITRONIC, SARL au capital de 50 000 F

siège social : Les Trois Tilleuls, 59850 NIEPPE

RC HAZEBROUCK 319.937.454.00027 APE 5120

Gérant et directeur de la publication : MENNAS LANDMAN

principal associé : Elektuur, b.v.

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans la présente publication, faite sans l'autorisation de l'éditeur est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 11 mars 1957, art. 40 et 41 et Code Pénal art. 245)

Dépôt légal : sept. 1993

n° ISSN : 0990-737X - n° CPPAP : 70184

Tous droits réservés pour tous pays

© ELEKTUUR 1993

Maquette et composition par ELEX

Photogravure AKKURAAAT Hasselt (B)

imprimé aux Pays-Bas par NDB - Leiden



1991

*elex-bazar*

**VENDS DATA BOOKS**, liste contre enveloppe timbrée, modules horloge digitale 50F/P. Paul GELINEAU 20, rue de Laon 49300 CHOLET.

**PERDU** sérieux. Avec nombreux accessoires (sale gueule, grise mine, mauvaise haleine, pellicules). Si vous le trouvez, gardez-le.

**VENDS** appareils radio TV etc + ouvrages liste sur demande. Tél : 63.72.57.73.

**CHERCHE** drive pour ATMOS + les "Théorics" + prgs pour électronique + contacts. VERNADE André CHARMONT 03130 LENAX.

**VENDS** détecteur radioactivité neuf : 3500 F (V.N. 18000 F). Renseignements: écrire MSB 12 A Des Célestins 03200 VICHY. Rép assurée.

Affaire à saisir : **LIQUIDE** stock de dentiers "LE GOURMAND" - modèle rare créé pour la rédaction d'ELEX - . Parfait pour mettre les bouchées doubles. S'adresser à Publitrone qui transmettra.

**CHERCHE** mini perceuse à bon prix (pour circuit imprimé). Tél : 60.14.70.85 ap 18H00.

**VENDS** disque dur 20Mo MFM + cont PCXT ou AT : 400 F. écran mono HERCULES + carte : 400 F. Lect 5 1/4 360 ou 1,2 : 250 F. Tél : 48.81.08.88.

**VENDS** 8 RAM statiques 25 NS 8Kx8 + 1 RAM 20 NS 8Kx8 (28 PINSS) le lot : 100 F port inclus. JACQUOT Denis 1 rue des boutoniers 25150 ECOT.

**ACHÈTE** ou **ÉCHANGE** ou **VENDS** n'importe quoi, à n'importe quel prix et à n'importe qui. Rendez-vous n'importe où et à n'importe quelle heure. N'importe comment il n'y aura personne. (Sauf peut-être Pierre Dac qui publia cet annonce parmi tant d'autres dans son Os à Moëlle)

**VENDS** oscilloscope BICANON à grand tube et très forte sensi. oct749 TBE. Prix : 1700 F. Tél (1) 45.73.11.16.

**VENDS** mire METRIX GX953A console péritélévision SELECTRONIC : 700 F. Tél : 63.72.57.73

**À CÉDER** lot de bonnes intentions en tous genres conçues par feu la rédaction d'ELEX. Idéal pour paver un enfer ordinaire. S'adresser à la rédaction d'ELEKTOR qui nous transmettra.

**VENDS** petit oscillo METRIX révisé, idéal pour débutant : 400 F, multimètre MX462 : 250 F, MX222 : 250 F + port. Tél : 48.64.68.48

**VENDS** collection complète ELEKTOR 1 à 174, état impeccable. 14000 FB. Tél soir ap 20 H ou W-End Belgique au 02.344.42.91. (19 32 2 344 42 91 depuis la France)

**VENDS** tube oscillo DG7/6, tube VIDICON TH 98-08-2 pour caméra, 2 tubes VR54. CHENY 171, Av De Muret 31300 TOULOUSE.

**TROUVÉ** sens de l'humour emballé et en état de marche (dans le sens contraire au sens de l'histoire). Suivez le sens de la visite, le paquet est à gauche en sortant.





MESURE

TOUTES LES NOUVEAUTES

**BI-WAVETEK**

(ex BECKMAN INDUSTRIAL)

DISPONIBLES CHEZ

**Selectronic**

MULTIMETRES

SERIE XT



	DM 23 XT	DM 25 XT	DM 27 XT
Tensions AC/DC	0,1 mV à 750V/1000V	0,1 mV à 750V/1000	0,1 mV à 750V/1000V
Précision en DC	0,5 %	0,5 %	0,5 %
Intensités AC/DC	10 A	20 A	20 A
Résistances	0,1 Ω à 2 GΩ	0,1 Ω à 2 GΩ	0,1 Ω à 2 GΩ
Capacités		1 pF à 2000 μF	1 pF à 2000 μF
Inductances			1 μH à 20 H
Fréquence/mètre		2 kHz	20 MHz
Température	750 °C		
Test de continuité	OUI	OUI	OUI
hFE	OUI	OUI	OUI
Test de diode	OUI	OUI	OUI
Testeur logique	TTL-C-MOS	TTL-C-MOS	TTL-C-MOS

\* Afficheur LCD géant  
\* Arrêt automatique

Fournis avec :

- cordons de test, fusible de recharge, pile 9 V, manuel d'utilisation.
- pinces croco pour DM-25/27 XT
- thermocouple type K pour DM-23 XT

DM-23 XT	101.5593	547,22 F HT	649,00 F TTC
DM-25 XT	101.5594	606,24 F HT	719,00 F TTC
DM-27 XT	101.5595	673,69 F HT	799,00 F TTC

OSCILLOSCOPE 9016-E 2x60 MHz NOUVEAU !

Oscilloscope professionnel analogique double-trace, double base de temps 60 MHz

- Sensibilité : 1 mV à 5 V / div.
- Base de temps : 50 ns à 0,5 s / div.
- Garantie 2 ans

**BI-WAVETEK**

9016-E 101.5767 6230,19 F HT 7389,00 F TTC



OSCILLOSCOPE 9020-E

Le célèbre 9020 dans sa NOUVELLE PRESENTATION

9020-E 102.8417 3364,25 F HT 3990,00 F TTC

Chez Selectronic les oscilloscopes sont livrés avec sondes et sont FRANCO de port

BUS I<sup>2</sup>C

CARTE INTERFACE BUS-FC POUR PC GERE SOUS WINDOWS™



MICROSOFT WINDOWS COMPATIBLE

Conçue pour répondre aux besoins des bureaux d'études et des industriels de plus en plus nombreux à utiliser le BUS-FC, le bus très performant et économique créé par PHILIPS et adopté par les plus grands fabricants de micro-contrôleurs, cette carte est le complément direct de COMM'net et permet l'exploitation sous WINDOWS du BUS-FC à partir d'un PC. Son intérêt est fondamental puisqu'elle permet depuis un PC de faire tourner des applications graphiques et multi-tâches en recevant des informations ou envoyant des ordres à n'importe quel périphérique se trouvant sur le BUS-FC. Cette INTERFACE BUS-FC est fournie avec une bibliothèque de liens dynamiques (DLL) permettant de développer sous différents langages et avec un logiciel d'émulation et d'évaluation.

La carte FC sous WINDOWS fournie avec logiciel et DLL

101.5930 950,00 F HT 1126,70 F TTC

NOUVEAU KIT

KIT SONOMETRE LINEAIRE (Décrit dans ELEKTOR n° 179)

TESTEZ VOUS MÊME VOS ENCEINTES !

Un appareil de précision proposé à un prix plus que compétitif quand on sait le prix d'un appareil professionnel...

Équipé d'un micro de mesure MCE-2000, et fourni avec le galva et son échelle spéciale graduée, le boîtier et une face auto-collante gravée

Le kit complet 101.5630 548,06 F HT 650,00 F TTC

ALARME AUTOMOBILE

CA-6000 SYSTEME 2 FILS A TELECOMMANDE

Ce nouveau système vient à point nommé pour tous ceux qui veulent équiper eux-même leur véhicule d'une alarme fiable et efficace en un temps record !

Ce petit prodige détectera l'ouverture des portes, capot, coffre et le bris de vitre. SIRENE 115 DB !...

De plus, des modules additionnels sont disponibles pour interdire l'usage du démarreur, commander le verrouillage des portes, et mettre en fonction les clignotants en cas d'alarme.

Pour tout cela, vous n'avez que 2 fils à installer.

Documentation détaillée sur simple demande



MODULES OPTIONNELS

RK-1 : Inhibition du démarreur PL-1 : Activation des clignotants DL-1 S : Télécommande des portes

CA-6000	101.3480	476,39 F HT	565,00 F TTC	RK-1	101.3481	67,45 F HT	80,00 F TTC
PL-1	101.3482	84,32 F HT	100,00 F TTC	DL-1 S	101.3484	185,50 F HT	220,00 F TTC

Emetteur supplémentaire 6000-T 101.3495 168,63 F HT 200,00 F TTC

COMMENT CONCILIER VIDEO - MULTIMEDIA - TELETEXTE SATELLITE - Etc... et DOMOTIQUE ? LA SOLUTION BIEN TÔT DISPONIBLE CHEZ **Selectronic**

A SUIVRE...

ALTEL

EXCLUSIVITE **Selectronic**

LE TRANSMETTEUR TELEPHONIQUE INTELLIGENT QUE VOUS ATTENDEZ !



Ce nouveau transmetteur "HIGH-TEC" offre une qualité de conception, de fabrication et des fonctionnalités qui le rendent professionnel et unique en son genre :

- Système à synthèse vocale de dernière génération
- Choix de 1 ou 2 entrées de surveillance avec message enregistré de 1 x 16 s ou 2 x 8 s
- Système d'enregistrement des messages incorporé
- Mémoire de 6 numéros de téléphone de 16 chiffres max. en mode décimal ou fréquences vocales
- Choix des n° en fonction du type d'alerte
- Programmation à partir d'un clavier 12 touches de type professionnel
- Affichage des données par menu sur afficheur LCD 2 x 16 c.
- Nombreux niveaux de protection
- Sauvegarde absolue des données en cas de rupture d'alimentation
- Alimentation : 12 à 15 V à partir d'une centrale d'alarme ou de notre carte alimentation (en option)
- Etc....

Ceci n'est qu'un aperçu de ses possibilités qui en font le dispositif rêvé pour tout système d'alarme, télé-surveillance d'automatismes, etc...

De plus, 2 options complètent idéalement l'ALTEL :

CARTE INTERFACE DE PUISSANCE A RELAIS

A 8 voies indépendantes, cette carte, prolongement de l'ALTEL, peut être pilotée :

- par programmation depuis l'ALTEL, devenant ainsi un programmeur domestique
- à distance par téléphone
- par télécommande infra-rouge RC-5



CARTE MICROPHONE

Cette carte de petites dimensions intègre un microphone à électret de haute qualité et un ampli de ligne. Elle permet d'exercer une écoute de surveillance de votre habitation à distance par le biais du téléphone

L'ALTEL en kit complet avec boîtier	101.5770	1222,60 F HT	1450,00 F TTC
Boîtier spécial ALTEL	101.5907		EN PREPARATION
Carte INTERFACE DE PUISSANCE en kit	101.5771	337,27 F HT	400,00 F TTC
Carte alimentation pour d° en Kit	101.5902	122,26 F HT	145,00 F TTC
Carte OPTION MICRO en Kit	101.5772	105,40 F HT	125,00 F TTC

Pour de plus amples informations sur le système ALTEL, n'hésitez pas à demander notre documentation détaillée.

CONDITIONS GENERALES DE VENTE  
REGLEMENT A LA COMMANDE : Forfait port et emballage 28<sup>000</sup> TTC  
FRANCO à partir de 700<sup>000</sup>  
CONTRE-REMBOURSEMENT : Frais en sus selon la taxe en vigueur.  
Pour faciliter le traitement de votre commande, veuillez mentionner la REFERENCE COMPLETE des articles commandés.



**Selectronic**  
LA PASSION DE L'ELECTRONIQUE