

électronique

# Electronique

no 6  
décembre 1988

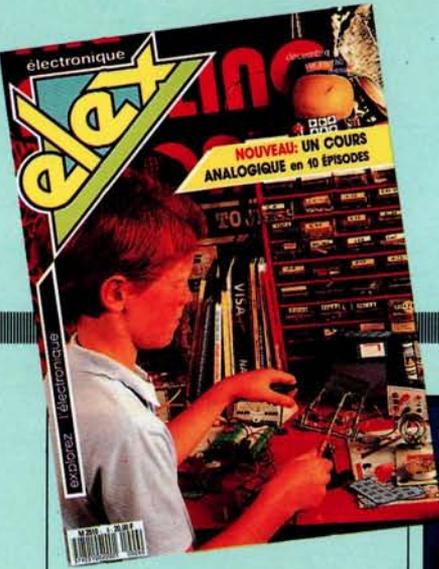
146 FB/7,80 FS  
mensuel

**NOUVEAU: UN COURS  
ANALOGIQUE en 10 ÉPISODES**

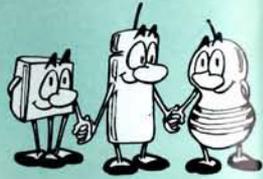
explorez l'électronique

M 2510 - 6 - 20,00 F





E · L · E · X  
BP 53  
59270 BAILLEUL



SOMMAIRE ELEX N°6

R · U · B · R · I · Q · U · E · S

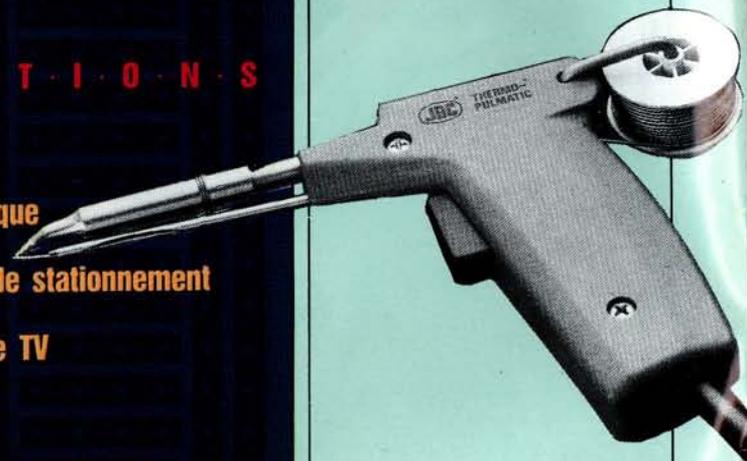
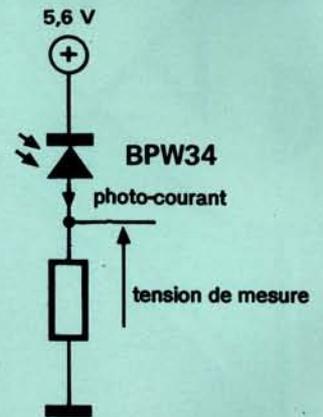
- 3 éditorial
- 8 courrier des lecteurs
- RÉSI et TRANSI
- 6 dis donc, les triacs et les thyristors
- 4 quel fer à souder choisir (suite page 46)

NOUVEAU COURS D'ÉLECTRONIQUE ANALOGIQUE :

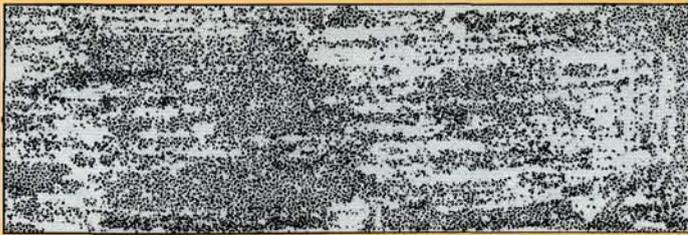
- 9 analogique anti-choc 1<sup>ère</sup> partie
- 12 l'ohm
- 20 les composants électroniques
- 22 le pont de résistances
- 30 nouveaux livres
- 32 elexpert: distributeur de soudure
- 55 table des matières 1988
- 58 la logique sans hic 6<sup>ème</sup> partie
- 61 cartes d'abonnement / photo sans légende

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

- 16 corne de brume
- 24 photomètre électronique
- 28 commande de feux de stationnement
- 31 distributeur d'antenne TV
- 33 mini-alarme
- 38 balisage d'obstacle automatique
- 41 chenillard
- 49 bruit de moteur diesel
- 52 cadenceur pour essuie-glace



# éditorial



Vous ne voyez rien sur cette photo ? Pas étonnant, puisque ce numéro est placé sous le signe du brouillard et de la sécurité dans le brouillard (ELEX c'est aussi le magazine de ceux qui sont -encore, mais pas pour longtemps- dans le brouillard de l'électronique).

Sous le signe du brouillard, il y a la corne de brume, la balise de signalisation d'obstacles, la commande de feux de stationnement, et même le cadenceur pour essuie-glace. . .

Voici en tous cas le dernier numéro de cette année, qui n'en a vu paraître que six depuis le mois d'avril. Certains de nos lecteurs croient encore que la parution d'ELEX est bimestrielle (un numéro tous les deux mois). FAUX, avec un «x» comme ELEX qui est MENSUEL depuis septembre 1988 et le restera.

## UNE LÉGENDE POUR RIRE

Qui a dit : «Dis donc, ta panne, arrête de la chercher. Elle est là, regarde sur le fer à souder!» ?

C'est Roland ALBARON de (84)

Montfavet. Et cette phrase c'est sa légende pour la photo sans légende de l'avant-dernier numéro d'ELEX. Pas vraiment irrésistible, la légende de Roland, mais subtilement narquoise, comme on les aime. Pour ceux qui n'auraient pas compris, la subtilité est dans l'équivoque du mot «panne» qui est à la fois un défaut de fonctionnement et la pointe du fer à souder. L'heureux gagnant recevra bientôt le jeu de platines d'expérimentation qu'il a choisi.

François WOJTASZAK de (62) Bully-les-mines ne gagne rien (il n'y a qu'un gagnant, c'est la règle), mais sa légende méritait qu'on la mentionne parce qu'elle est représentative de la plupart des propositions reçues : «Puisque je te le dis: d'après la photo d'ELEX, tu peux encore en enlever!». Merci à tous ceux qui ont participé. Une nouvelle occasion vous est donnée de gagner ce mois-ci (voir page 61). Profitez-en !

## CORNE DE BRUME ET FERS A SOUDER

En fait, il n'y rien d'étonnant à ce que ce numéro d'ELEX, à cheval sur Noël et Nouvel An traite à sa manière de sujets de circonstances. Nous avons cherché dans l'ensemble à proposer des réalisations liées au maquettisme. L'hiver et l'abondance de cadeaux aidant, cette période de l'année est sans doute la plus propice, par ses ambiances feutrées, à monter des maquettes et à créer des circuits de bruitage (corne de brume pour modèles réduits de bateaux dans la tourmente, bruit de moteur diesel). La période des cadeaux, c'est aussi celle dont il faut profiter pour s'équiper avec du matériel de qualité, bien choisi; cinq pages de ce numéro vous donnent les informations qui guideront votre choix d'un fer à souder.

Nous avons également préparé un circuit pour modélistes ferroviaires, conçu spécialement pour manoeuvrer les convois au-delà d'un signal fermé et pour permettre aux plus sadiques d'entre nous de laisser libre cours à leur pulsions en simulant l'une ou l'autre catastrophe ferroviaire de derrière les wagons. En raison des événements récents et de sinistre mémoire, nous préférons en reporter la publication au mois prochain.

Décembre et janvier ont la vue courte. Les nuits sont longues, et le jour on y voit guère mieux dans la bruine, la neige et le brouillard. C'est pourquoi Vincent M. (31 Aurignac), l'apprenti électronicien de 11 ans et demi photographié à sa table de travail pour la une d'ELEX ce mois-ci a entrepris de construire le cadenceur pour l'essuie-glace de la 2CV de sa mère. Le circuit de balisage d'obstacle automatique et surtout le mini-circuit d'alarme de la page 33 sont deux autres montages qu'il ne manquera pas d'entreprendre dès

qu'il aura fait cramer le circuit électrique de la deuche. . . Et vous ? Vous voulez tout reprendre à zéro ? Qu'à cela ne tienne, voici un nouveau «cours» d'électronique analogique, avec des pompes, des tuyaux, et de l'eau qui circule pour concrétiser et mettre à la portée de tous les notions abstraites de courant, de tension, d'alternatif, de continu, etc. Il y aura au moins une douzaine d'épisodes comme celui-ci.

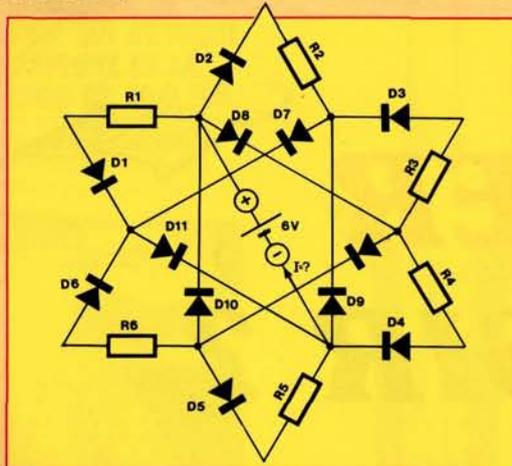
Et vous ? Ce sont plutôt les «classiques» d'ELEX qui vous intéressent. Voici donc la sixième livraison de la rubrique «la logique sans hic» qui vaut son pesant de bits. Avec ça, vous retrouvez la bande dessinée Rési&Transi en couleurs. Excusez-les du déphasage, le mois dernier, quand nous parlions de transistors et de semi-conducteurs, avec notamment un testeur de triacs et de thyristors, il rongeaient leur gâchette au fond d'un sac postal dans la lumière glauque d'une salle de tri déserte. On les retrouve à la pointe de l'actualité elexienne dans le prochain numéro autour du thème : les ondes radio.

De nouveaux composants, de la théorie, en veux-tu, en voilà ! Le principe du pont de mesure à résistances est présenté dans une application (le photomètre); trois montages ont recours à un composant simple et fascinant, la LDR ou photorésistance. Dans le photomètre on trouve un autre composant photoélectrique, plus élaboré : la photodiode.

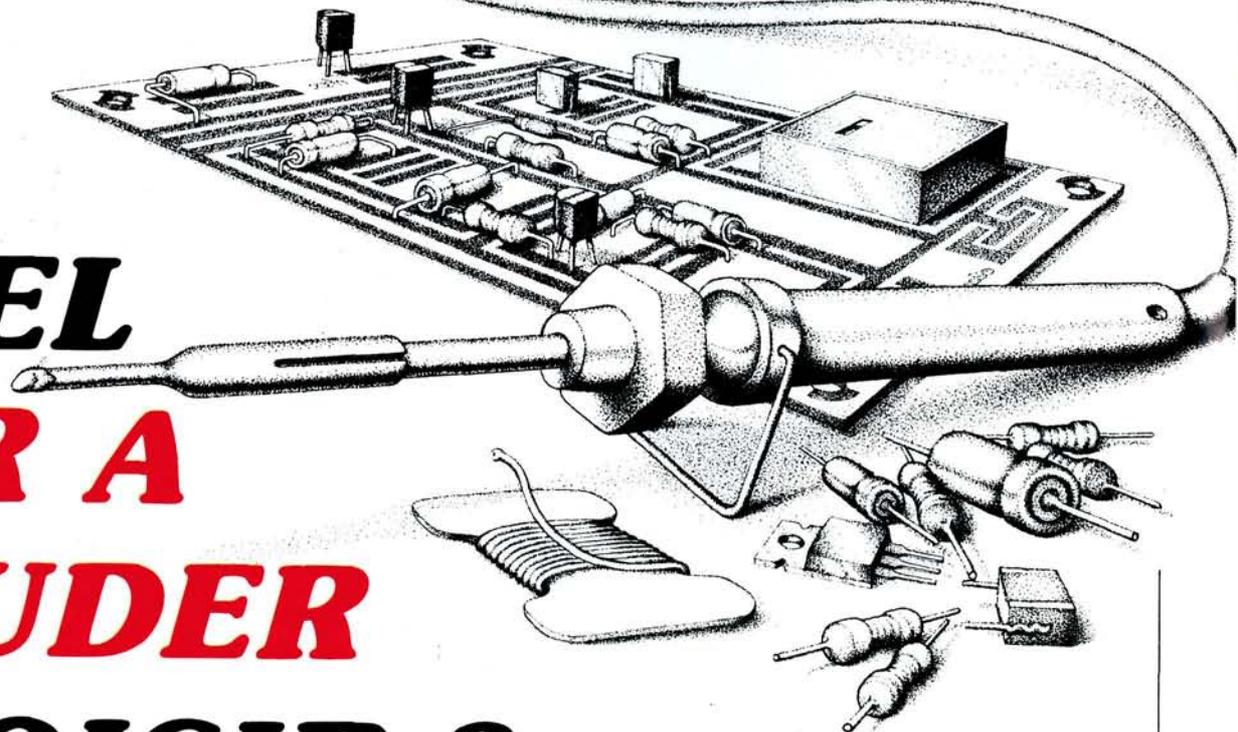
## A MÉDITER LE SOIR DU RÉVEILLON

Puisque vous êtes des lecteurs assidus, vous aurez du plaisir mais pas la moindre difficulté à résoudre le problème que nous soumettons à votre sagacité pour les longues soirées d'hiver. Il s'agit d'une étoile de Noël à la mode ELEX, composée de résistances de 60 Ω, d'une batterie de 6 V et de diodes conçues spécialement pour ce jeu. Elles ont ceci de particulier qu'elles n'ont pas de seuil de conduction, mais conduisent dans le sens anode-cathode comme n'importe quel court-circuit bien fait, soit dès que leur anode (base du triangle) est reliée au pôle positif, soit dès que leur cathode (la barre transversale) est reliée au pôle négatif. Dans tous les autres cas, elles ne conduisent pas. Si plusieurs résistances sont mises en parallèle par des diodes conductrices, la valeur de résistance résultante est bien entendu obtenue en divisant leur valeur par le nombre de résistances concernées (la valeur de résistance résultant de la mise en parallèle de 4 résistances de 60 Ω est de 15 Ω). Si elles sont mises en série, additionnez leurs valeurs. Calculez à présent l'intensité du courant fourni par la batterie. La formule, vous vous en souvenez, est  $I = U/R$ . L.X.

PS : Dernière minute. Tout fout le camp ! Même les instituteurs et les profs de collège (90% d'entre eux, paraît-il) renoncent à défendre l'orthographe. A en juger par les fautes que l'on trouve dans les lettres de certains d'entre eux, on les comprend ! Tant qu'à supprimer des difficultés, autant les supprimer toutes, surtout les tables de multiplication déjà branlantes, les équations du dernier degré et la grammaire, poète au derrière. Moi je propose de supprimer carrément les instits !



# QUEL FER A SOUDER CHOISIR ?

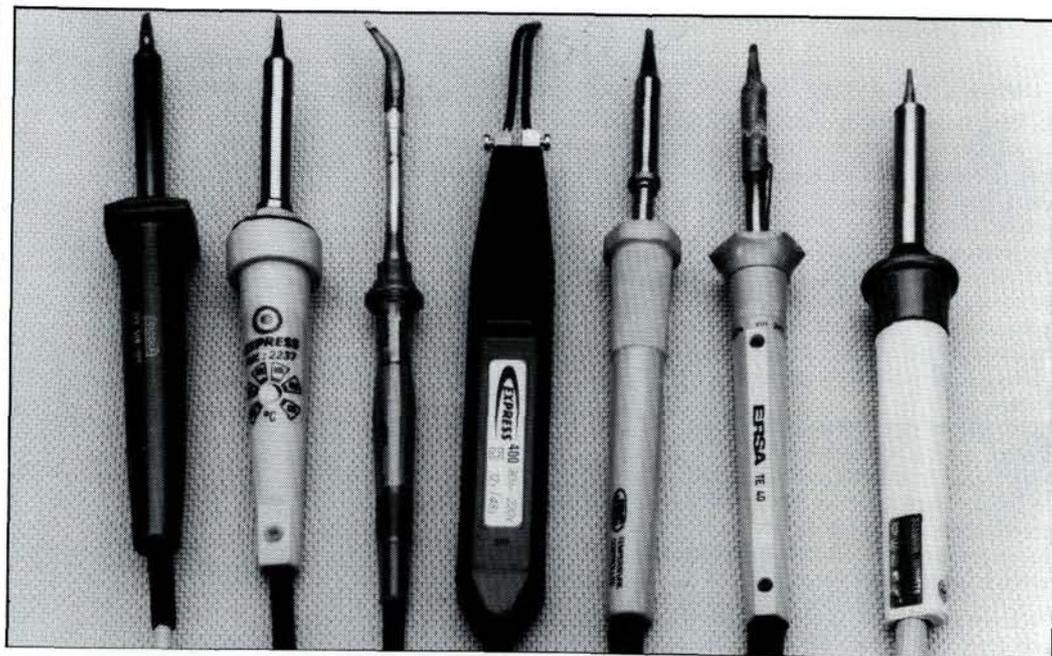


Dans cet article vous découvrirez un grand nombre d'éléments d'appréciation pour faire vous-même le choix judicieux d'un fer à souder, de ses accessoires et même du fil de soudure que la littérature technique néglige trop souvent.

L'acquisition d'un fer à souder devient incontournable dès qu'on est mordu par l'électronique et qu'on décide de passer aux réalisations concrètes. C'est l'outil de base indispensable pour fixer les composants sur un support et surtout pour établir un contact électrique entre eux.

Il existe d'autres techniques que la soudure pour atteindre ce résultat, telles que le "wrapping" par exemple, mais elles sont moins universelles que la soudure. Même ceux qui ont recours à ces techniques ne peuvent pas entièrement se passer du fer à souder. Outre le fer à souder, il faut du fil de soudure décapant et un support pour le fer.

La variété des fers à souder est impressionnante à tel point que le choix en devient malaisé. A quel critère l'amateur doit-il s'en tenir pour faire l'achat qu'il ne regrettera pas ? Nous voulons essayer de débayer le terrain avec vous.



*La diversité des fers à souder à résistance chauffante est très grande. En voici un tout petit échantillonnage international. Vous avez le choix entre beaucoup de marques, différentes tensions de chauffage, toute une gamme de puissances, plusieurs modèles de pannes par fer à souder. Une telle abondance rend un choix judicieux très difficile. Dans cet article nous essayons de débayer le terrain pour vous permettre d'y voir clair.*

## FER INSTANTANÉ OU FER A RÉSISTANCE DE CHAUFFAGE ?

Les fers instantanés (ou pistolets à souder) sont très utiles pour effectuer des soudures isolées. Ils sont à la bonne température en 5 secondes environ et leur refroidissement est très rapide. Ces avantages vont de pair avec certains inconvénients qui découlent directement du principe de fonctionnement mis en oeuvre.

Leur manche contient un transformateur dont l'enroulement secondaire est parcouru par un courant basse tension de forte intensité. Ce courant traverse la panne qui constitue en réalité la résistance chauffante tout en jouant son rôle de panne.



Ces fers sont relativement lourds et certains modèles sont encombrants. Les périodes de fonctionnement doivent être alternées avec des périodes de refroidissement du transformateur. C'est la raison pour laquelle leur interrupteur poussoir (qui se présente sous la forme d'une gâchette) ne peut pas être verrouillée dans une position de travail stable. Dès qu'on relâche cette gâchette, la panne n'est plus sous tension. Cela signifie également que chaque fois qu'on appuie sur la gâchette il faut attendre cinq secondes avant de pouvoir souder.

Pratiquement on fait peu de soudures isolées car on regroupe souvent les travaux de soudure : c'est le cas par exemple lorsqu'on implante les composants sur un circuit imprimé ou sur une platine d'expérimentation. Un fer à souder qui n'atteindrait sa température de travail qu'au bout de cinq secondes ferait perdre beaucoup de temps. Il nous semble que cette attente répétée est lassante.

A notre avis le fer à souder à résistance chauffante est nettement plus approprié à l'usage qu'en font la plupart des amateurs en électronique. Cette position est discutable et notre avis ne sera pas nécessairement partagé par ceux qui possèdent déjà un fer instantané. C'est à vous d'apprécier.

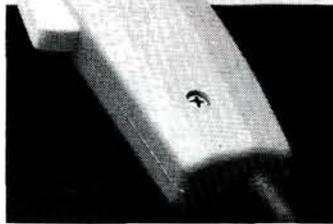
## 15 WATTS OU 150 WATTS ?

La température à laquelle se stabilise la panne est déter-

minée entre autres par la puissance de la résistance chauffante. Cette température doit être située entre 300°C et 450°C, la température optimale étant voisine de 370°C. Ce sont là des points de repère et non des chiffres absolus. La suite de cet article montre aussi qu'il ne faut jamais confondre la température de la panne du fer et celle de la soudure.

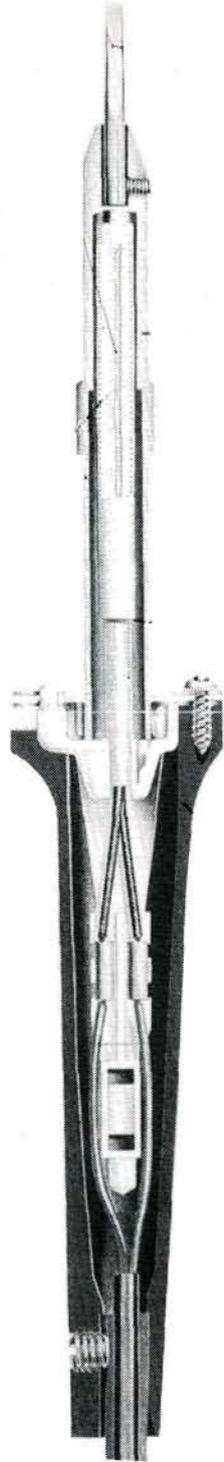
## LA TEMPÉRATURE A LAQUELLE LA PANNE SE STABILISE DÉPEND DE L'ÉQUILIBRE QUI S'ÉTABLIT ENTRE L'APPORT ET LA DÉPÉDITION DE CHALEUR.

La température à laquelle la panne se stabilise dépend de l'équilibre qui s'établit



*Ce fer à souder n'est pas, malgré les apparences, un pistolet à souder, mais un fer avec apport d'étain : la gâchette fait avancer le fil d'étain (source JBC).*

entre l'apport de chaleur (par la résistance chauffante) et la déperdition de chaleur qui se fait de deux façons différentes. D'une part par conduction de la chaleur fournie par la résistance chauffante à la panne et de là vers la soudure, les composants et vers l'air environnant. C'est aussi par conduction entre la résistance et le corps du fer à



*Coupe d'un fer à souder de facture moderne, isolé en classe II, conforme aux normes NFC 73661 (d'après document EXPRESS).*

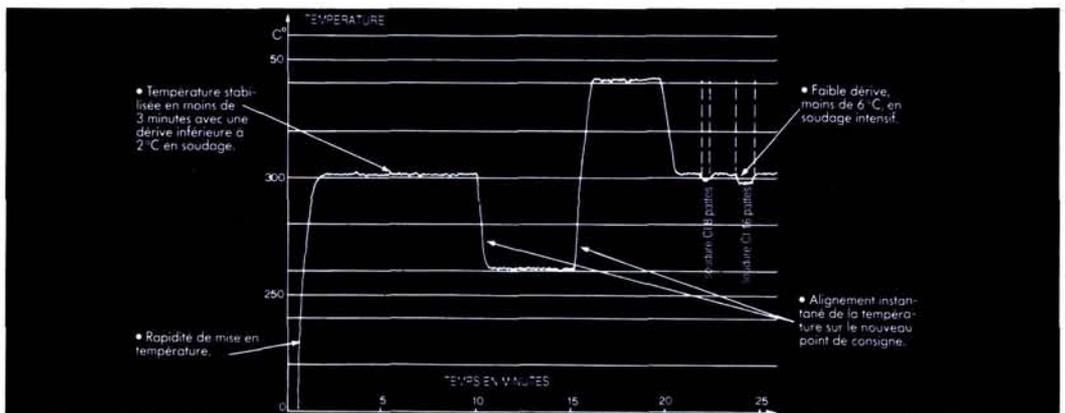
souder que le manche et le cordon d'alimentation de certains fers se réchauffent. Les constructeurs prennent cependant des précautions pour qu'un minimum de calories emprunte ce dernier trajet. Et d'autre part par le rayonnement de toutes les parties réchauffées vers le milieu ambiant.

Pour effectuer une soudure on communique de la chaleur, par conduction, aux fils et broches des composants et aux pistes des circuits imprimés, afin d'en élever la température, ainsi qu'au fil de soudure pour le faire fondre. La chaleur est prélevée sur la panne dont la température diminue en cédant cette chaleur.

Si l'apport de calories, qui dépend de la puissance de la résistance chauffante, est insuffisant, la température de la panne risque de se rapprocher dangereusement de la température du point de fusion du fil de soudure. Le danger de faire des soudures sèches est alors très réel. La soudure sèche a l'apparence d'une soudure bien réussie mais sa résistance mécanique à une traction exercée sur le composant est très faible. Il n'est pas possible de souder correctement si l'on ne dispose pas d'un fer dont la température se maintienne sans difficulté entre 300°C et 350°C au cours des opérations de soudage.

La vitesse à laquelle un fer à souder récupère la chute de température qui accompagne une soudure dépend de différents facteurs. Elle est d'autant plus rapide que la résistance chauffante fournit plus de calories par unité de temps. Cette vitesse de récupération dépend donc de la puissance du fer à souder. Le temps de réponse dépend également de la technologie de la résistance et de son isolation. L'isolation céramique en couche mince permet des

(suite page 46)



*Caractéristique de régulation (température en fonction du temps) d'un fer thermorégulé (source EXPRESS).*





DESSINS : YVON DOFFAGNE - COULEURS : COOKY F.





Cette rubrique ne prétend pas donner des cours particuliers d'électronique. Elle reflète l'humeur de ceux d'entre vous qui se donnent le mal de nous écrire et auxquels il nous est impossible de répondre individuellement. Nous tiendrons compte des suggestions que vous faites, et c'est par le contenu même de ce numéro d'ELEX et des suivants que nous répondrons aux questions qui nous sont posées.

J'ai soigneusement préparé la platine DIGILEX en y soudant les éléments tels que prévus par la revue ELEX. J'ai implanté deux 74LS00 et un 74LS02, et j'ai commencé les expériences telles que décrites en première partie de la logique sans hic... et c'est là qu'est le hic ET le casse-tête chinois. J'ai lu, fait, relu, refait, tout analysé. J'ai changé cinq fois de circuits intégrés. Même résultat. Je m'explique! [...]

**Robert Lambert**  
45160 OLIVET

Suit l'explication détaillée d'une énigme due d'après notre ami lecteur à une incohérence entre les explications de la page 54 d'ELEX n°1 et les indications fournies par une LED commandée sur la platine DIGILEX par un 74LS00. N'avez-vous donc pas remarqué que vous confondiez un opérateur ET (7408 par exemple) et l'opérateur NON-ET (7400)? Vous semblez, au moment d'écrire votre lettre, n'avoir pas encore très bien fait la différence entre le 7432, opérateur OU dont la sortie est à 1 quand l'une OU l'autre entrée est elle-même à 1, et l'opérateur 7402 (NON-OU) dont la sortie est inversée par rapport à celle du 7432.

Si nous citons votre lettre dans cette rubrique, ce n'est nullement par moquerie, mais parce qu'elle nous fournit l'occasion d'illustrer une idée bien connue des électroniciens chevronnés : face à un circuit qui ne fonctionne pas, il ne faut certes jamais baisser les bras, mais il ne faut pas oublier non plus que l'on risque de s'aveugler très vite en restant le nez collé dessus. Prenez de la distance par rapport à vos pannes, abandonnez les recherches pendant quelques jours puis revenez-y l'esprit dégagé! Les résultats d'une telle démarche sont souvent époustouffants.



Je peux fournir à votre lecteur de Montreuil/Mer une documentation lui permettant de fabriquer une bobineuse pour ses «nid d'abeille». De la part d'un prof de physique, avec mes sincères salutations

**Claude MOURNET**  
10bis, rue Lavoisier  
24 100 BERGERAC

Bravo et merci! Monsieur Stockman s'était adressé à nous pour trouver des bobines d'accord pour les postes de TSF qu'il construit avec ses élèves. Sa demande avait été répercutée dans ELEXPRIME du n°4 d'ELEX. Est-il nécessaire de rappeler que pour ce genre d'échanges, la plus grande efficacité est obtenue sur le forum du serveur d'ELEX accessible 24h sur 24 par MINITEL (3615 code ELEX)?

Je désire m'abonner à votre revue ELEX à partir du n°5. Pouvez-vous également me faire parvenir le n°1 que je n'ai pas trouvé en librairie (...). Votre revue est formidable, mais il y manque les

dessins des circuits imprimés.

**Gérard MACHET**  
51210 MONTMIRAIL

Nous recevons beaucoup de lettres comme celle de Monsieur Machet, c'est-à-dire un petit mot gentil au moment de l'abonnement, assorti d'une demande d'anciens numéros et parfois d'une remarque sur les tracés de circuits imprimés. La diffusion des anciens numéros est assurée avec diligence par nos services. Demandez et vous serez servi. Inutile de persécuter votre buraliste, il (ou elle) renvoie les magazines du mois (s'il en reste) dès l'arrivée du numéro suivant, et le système de distribution dans lequel il (ou elle) opère n'a rien prévu pour la remise en circulation d'anciens numéros. Les tracés de circuits imprimés, vaste et douloureuse question à laquelle il faudrait une réponse nuancée que nous résumerons ici en trois mots! Il y aura bien sûr des tracés de platines dans ELEX (il y en avait déjà deux le mois dernier, un le mois d'avant),

petit à petit et à petites doses, mais compte tenu du nombre élevé de schémas publiés l'accent restera mis sur le principe des platines expérimentales, peut-être moins gratifiant, mais tellement souple, rapide et économique.

Bravo, super, c'est bien, mais n'allez pas trop vite, vos élèves sont des débutants. A propos, les résistances 1/2, 1/4, 1/8, 1 et plusieurs watts, comment les distinguer? [...] Vos photos d'implantation sur platine ELEX ne sont pas toujours très claires et surtout indiquez bien les points de testage sur vos schémas. A part cela j'abonne le gamin qui fait électromécanique

**Un père curieux et intéressé**  
signé illisible

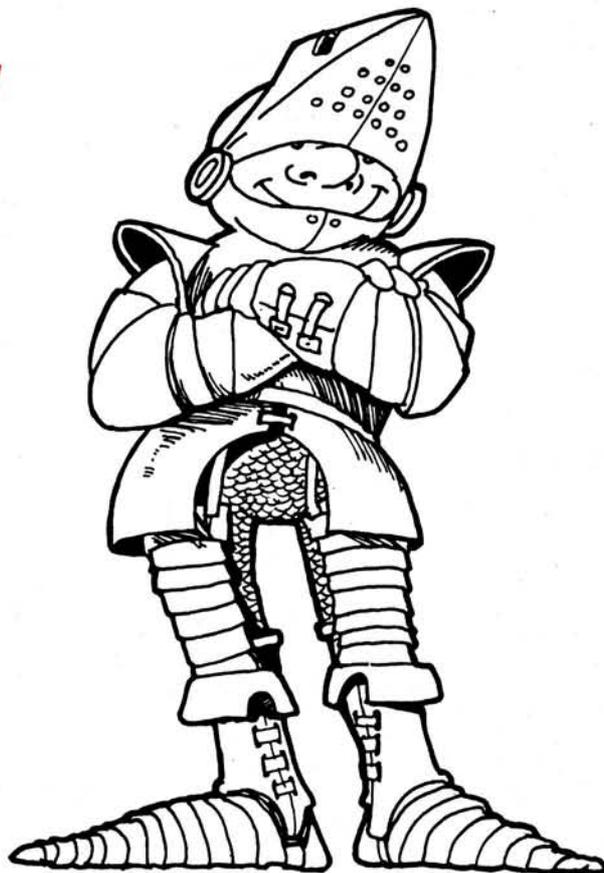
PS: oui j'oublie, un système fiche de cuisine (vous connaissez) imprimé recto-verso pour les composants, ce serait pas mal...

Sur les résistances d'1 W et plus, la puissance est indiquée le plus souvent en clair, sur les autres il n'y a pas d'indication (la couleur du fond n'a pas de signification). Il faut demander, comparer, éventuellement faire des essais et garder quelques exemplaires de référence. Attention! Ne vous fiez pas aveuglément à la taille des résistances pour en déterminer la puissance. Il existe divers types (couche de carbone, couche métallique, couche de verre, résistance bobinée) qui à puissance égale ont un encombrement variable selon le matériau. Nous y reviendrons bientôt dans ELEX. En tous cas, merci p'pa. Persu l'idée des fiches cuisine, c'est m'man qui va être tentecon. N'empêche, t'imagines pas c'qu'il faut ramer pour faire des chifres comme celles que tu dis!

# ANALOGIQUE ANTI-CHOC

1<sup>er</sup> épisode

## Ampère, Volta, Ohm et les autres

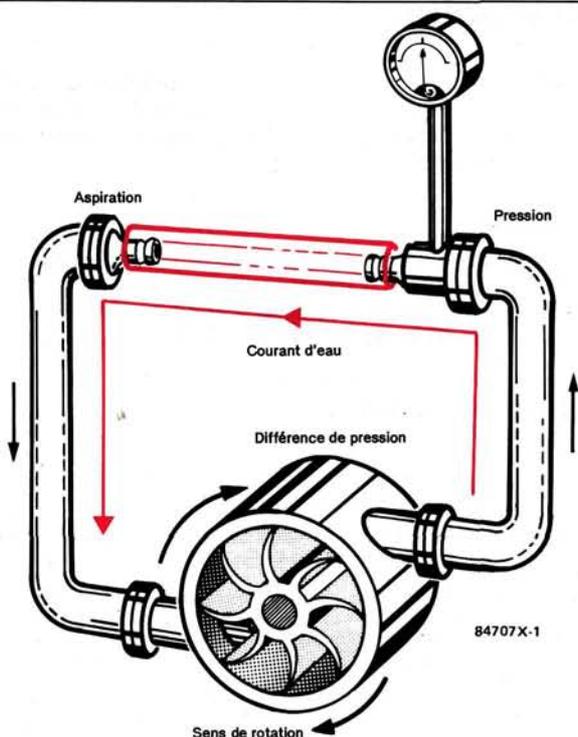


ANALOGIQUE ANTI-CHOC est le nom de cette nouvelle série consacrée à l'électronique analogique, qui vous conduira à travers l'univers des semi-conducteurs et des circuits à semi-conducteurs. Son but est non seulement de faciliter la compréhension de ces circuits, mais aussi de mettre en lumière les détails importants dans la conception de nouveaux schémas.

Ne fuyez pas, vous les anciens, les chevronnés, car un petit rafraîchissement des connaissances est toujours bon, surtout quand la présentation est simple et originale.

Le premier épisode introduit en bonne logique les grandeurs fondamentales de l'électronique : courant, tension et résistance, ainsi que la loi d'Ohm, autant de notions déjà abordées dans les précédents numéros d'ELEX, mais reprises ici à la demande générale sous forme d'un cours. Au boulot !

1



Si on compare souvent le courant électrique à de l'eau, c'est qu'ils ont une propriété commune : ils s'**écoulent**. La quantité qui s'écoule se mesure par un nombre, de litres par minutes (par exemple) pour l'eau, d'ampères (A) pour le courant électrique. Malheureusement «ampère» n'est guère parlant; nous voulons dire que l'unité de mesure de l'intensité -**ampère**- risque de ne pas représenter grand chose pour vous. Un ampère est la mesure d'un débit de 360 trillions ( $10^{12}$ ) de charges négatives (des électrons) par minute. Mais serait-il sensé de parler d'un fusible de "trois-cent-soixante-mille-milliards-de-charges-élémentaires-par-minute" pour désigner un fusible de 10 A ?

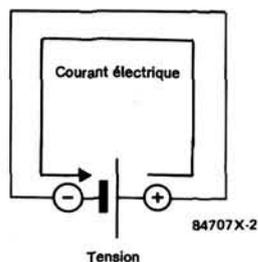
Nous nous livrons à quelques expériences pour donner un corps à cette notion d'intensité. Le fusible de 10 A est un premier exemple. Les circuits électriques domestiques sont protégés par des fusibles de 10, 16, ou 25 A, chacun limitant le courant à sa valeur respective. Il circule dans une voiture des courants du même ordre de grandeur, bien que le circuit électrique soit totalement différent. Alors de quoi dépend donc le courant ? Reportons-nous une fois de plus à l'analogie hydraulique. Une pompe (schématique) fait circuler l'eau dans un circuit conducteur (ici des tubes); il pourrait s'agir d'un circuit de chauffage. La pompe met l'eau sous pression à l'embout de droite. La conséquence est que l'eau circule. La pompe produit une **dépression** à l'embout de gauche, et l'eau y est **aspirée**. Le mouvement de l'eau est donc provoqué finalement par **la différence de pression** entre les deux embouts. La force du courant dépend de l'importance de cette différence de pression.

**Une différence de potentiel s'appelle une tension.**

Le phénomène électronique est tout-à-fait comparable. Pour qu'un courant s'écoule par un circuit (c'est toujours par un **circuit** que le courant s'écoule), il faut qu'il y ait une différence de "pression" électrique. On parle ici de différence de **potentiel**. Une différence de potentiel s'appelle une **tension**.

Les piles produisent une tension. La grandeur de la tension est déterminée par le type de pile (entre autres par le nombre d'éléments) et se mesure en **volts**, par exemple : 1,5 V, 3 V, ou 4,5 V.

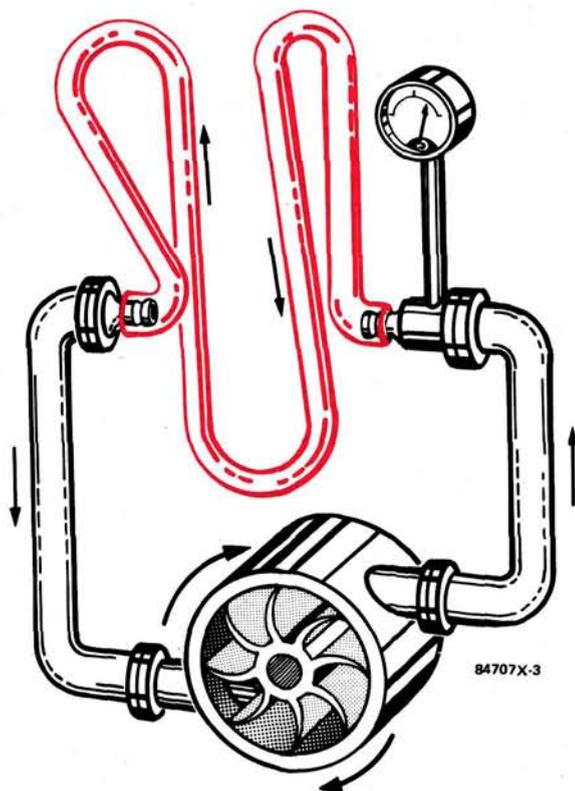
2



La **figure 2** montre schématiquement la constitution d'un circuit électrique. L'analogie avec le circuit hydraulique est évidente. Dans le circuit électronique, ce sont des fils de cuivre qui remplacent les tubes. Ces fils laissent passer le courant électrique. On les représente (comme les conducteurs en général, car d'autres métaux sont également conducteurs) par des lignes dans les schémas. Les composants électroniques sont représentés par des symboles simples (voir la rubrique "Composants").

L'importance du courant dépend de la "hauteur" de la tension. C'est pourquoi la tension est une caractéristique du danger que représente l'électricité. Le contact avec une source à faible tension ne provoque pas la circulation d'un courant important à travers le corps, et ne présente donc aucun danger. Les 220 V de la prise de courant produisent des courants qui peuvent être mortels; à plus forte raison de véritables hautes tensions. Les Normes Françaises fixent la limite des "basses tensions" à 48 V.

3



## Un circuit constitué de tubes longs et fins freine la circulation de l'eau.

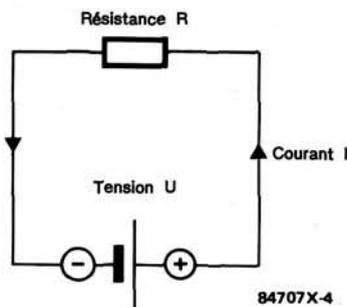
Le courant ne dépend pas seulement de la tension. C'est encore notre circuit hydraulique qui va nous permettre de le comprendre. Le circuit est court et constitué de tubes de forte section. La pompe va engendrer logiquement un fort courant, puisque les

tubes opposent peu de résistance au passage d'une grande quantité d'eau. Il est logique aussi qu'un circuit long et constitué de tubes fins oppose plus de résistance et freine davantage la circulation de l'eau.

Le fil de cuivre oppose une résistance au passage du courant électrique, et freine d'autant plus le courant qu'il est long et fin. On a préféré inventer un symbole propre à la résistance plutôt que de la représenter dans les schémas par un trait plus fin que les autres. Paradoxalement, le symbole est court et large !

Comme il est fréquent dans les circuits électroniques d'avoir à opposer une résistance au passage du courant, on fabrique industriellement des composants qui présentent une résistance, et qu'on appelle aussi résistances. (\*) Elles ne sont pas faites de fil de cuivre fin, mais de matériaux mauvais conducteurs de l'électricité, comme le carbone ou des alliages métalliques spéciaux. La résistance se mesure en **ohms** ( $\Omega$ ), et un nombre d'ohms plus grand caractérise une résistance plus grande au passage du courant.

4



Le circuit de la **figure 4** comprend donc une pile, deux fils de cuivre et une résistance. Plus la valeur de la résistance est élevée, moins il passe de courant, autrement dit plus la résistance freine le courant.

## La loi d'ohm est parfaitement universelle

L'unité de résistance tient son nom de Georg Ohm, qui a mis en évidence le fait que le courant électrique dépend de la tension et de la résistance. Partant de là il a formulé la loi fondamentale de l'électrotechnique, la loi d'Ohm :

$$I = U/R$$

Ce qui signifie que le courant  $I$  (en ampères) est le quotient de la tension  $U$  (en volts) par la résistance  $R$  (en ohms).

Exemple : dans le circuit de la figure 4 la pile a une tension de 1,5 V, la résistance est de 100  $\Omega$ . On calcule le courant  $I$  comme suit :

$$I = 1,5 \text{ V} / 100 \Omega = 0,015 \text{ A} = 15 \text{ mA}$$

1. Que le vieux croûton qui écrit ces lignes persiste à appeler résistances, bien que la terminologie officielle prévoie de les affubler d'un "résistor", néologisme ridicule à plus d'un titre :

est-il utile d'inventer un mot pour dire que le résistor présente une résistance comme on dit que le condensateur possède une capacité, alors qu'on dit au théâtre que la claque fait la claque sans que cela prête à confusion avec les autres sens du mot claque ? Quel b... Madame Adèle, quel b... mon vieux Léon !

- résisteur (déjà utilisé par certains) aurait été supportable. Parle-t-on du compresseur d'un réfrigérateur ? L'anglomanie a encore frappé.

- Papy, tu t'énerves !

- Je m'énerve pas, j'explique ! La T.S.F. marchait très bien avec des résistances !

Le milliampère, ou mA, est le millième d'ampère.

La loi d'ohm est parfaitement universelle : supposons maintenant que la tension de la pile soit inconnue, et qu'il faille la déterminer sans voltmètre, mais qu'un ampèremètre soit disponible. Si nous connaissons la résistance, nous pouvons déterminer la tension par le calcul :

$$I = U/R \text{ d'où } U = R.I$$

$$U = 100 \Omega \cdot 0,015 \text{ A} = 1,5 \text{ V}$$

C'est du reste ainsi que fonctionnent les appareils de mesure : une résistance connue et un ampèremètre sensible (milliampèremètre) sont connectés en série.

La troisième forme de la loi d'Ohm s'écrit :

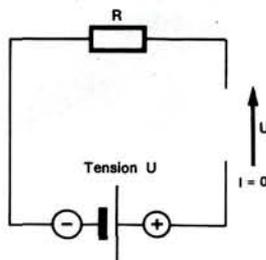
$$R = U/I$$

C'est elle qui permet de déterminer la valeur de résistances inconnues : en mesurant le courant qui les traverse dans un circuit alimenté par une source de tension connue.

Dans des schémas plus compliqués, il faut bien considérer que les formules s'appliquent à la tension **aux bornes** de la résistance (chute de tension) et au courant **à travers** la résistance.

Si on enlève l'une des connexions, on obtient l'équivalent d'une résistance infinie. Comme (normalement) le courant ne circule pas dans l'air, il s'interrompt.

5



Examinons les tensions dans ce cas du circuit ouvert :

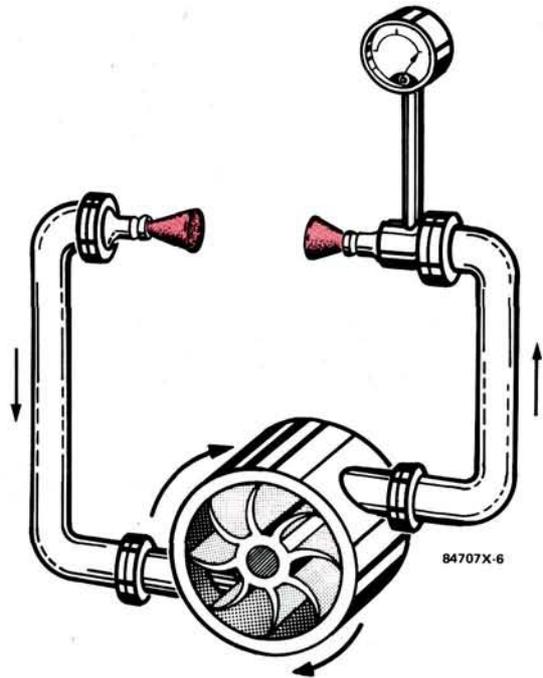
l'extrémité inférieure de l'"ouverture" est reliée directement au pôle positif de la pile, l'extrémité supérieure est reliée par la résistance au pôle négatif. Aucun courant ne circule à travers la résistance, il n'y a donc pas de chute de tension :

$$U = R.I = R \cdot 0 \text{ A} = 0 \text{ V}$$

Autrement dit, c'est la tension de la pile, 1,5 V, qui règne aux bornes de l'"ouverture".

Il en va de même pour le circuit hydraulique : si on bloque le circuit, la pompe exerce toute sa pression sur les extrémités, que le tube fin soit encore connecté ou non.

6



Notons malgré tout une différence entre le circuit hydraulique et le circuit électrique : dans le circuit bouché, la pompe fournit son effort maximal car elle lutte contre une masse d'eau immobile; la pile, elle, est au repos dans un circuit ouvert.

Le schéma de la figure 2, au contraire, représente un court-circuit qui aura tôt fait de vider la pile, tant il lui demande de courant; alors que la pompe, dans le schéma de la figure 1, n'a aucune peine à maintenir en mouvement l'eau du circuit.

Passées ces considérations théoriques préalables, le prochain épisode nous conduira dans le domaine des semi-conducteurs.

OFFREZ-VOUS

LRC

LYON RADIO COMPOSANTS

UN MULTIMETRE DIGITAL

FONCTIONS:  
 AMPEREMETRE  
 CAPACIMETRE  
 DIODEMETRE  
 FREQUENCIMETRE  
 OHMEMETRE  
 TESTEUR LOGIQUE  
 TRANSISTOREMETRE  
 VOLTMETRE  
 POUR SEULEMENT

680,00 F

- KIT RECEPTION SATELLITE
- JEUX DE LUMIERE
- APPAREILS DE SONO
- APPAREILS DE MESURE
- ENSEMBLE DE SOUDURE
- OUTILLAGES
- COMPOSANTS ACTIFS
- COMPOSANTS PASSIFS
- LIBRAIRIE

Pour les fêtes chez LRC

LRC

46 QUAI PIERRE SCIZE - 69009 LYON - 78 39 69 69

L'unité de mesure qui désigne la valeur des résistances est appelée l'ohm (symbole:  $\Omega$ ). La résistance, en tant que composant, limite l'intensité du courant qui la traverse; ceci provoque une chute de tension à ses bornes, c'est-à-dire que le potentiel est plus élevé à "l'entrée" qu'à "la sortie" de la résistance. Cette chute de tension sera d'autant plus importante que la valeur ohmique de la résistance est grande. On utilise l'unité de mesure «ohm» également en d'autres circonstances. Dans le domaine du courant alternatif, on désigne certaines résistances, comme par exemple la résistance de la bobine d'un haut-parleur, par le terme «impédance», mais leur valeur est exprimée en ohms (l'ohm est une unité de mesure, donc un nom commun, bien que dérivé d'un nom propre, et il s'accorde par consé-

d'un amplificateur on lit: puissance nominale 50 W/4  $\Omega$ , cela signifie qu'il est indispensable de brancher des haut-parleurs de 4  $\Omega$  d'impédance pour obtenir la puissance maximale. Pour des haut-parleurs d'impédance plus élevée, par exemple 100  $\Omega$ , la tension de sortie de l'amplificateur est trop faible. Avec des haut-parleurs au contraire de trop faible impédance, l'étage de sortie de l'amplificateur sera surchargé. On remarquera néanmoins qu'une déviation modérée par rapport à l'impédance nominale est parfaitement tolérable (par exemple 8  $\Omega$  au lieu de 4  $\Omega$ ). On trouve également des indications en ohms dans la technique des antennes. Ces ohms-là n'ont plus aucun



Figure 1 - Non seulement sa puissance en watts (symbole: W) mais aussi son impédance en ohms (symbole:  $\Omega$ ) sont déterminantes pour le choix d'un haut-parleur.



quent en prenant la marque du pluriel). On aura compris que l'impédance est la résistance au courant alternatif. En courant alternatif, il y a d'autres composants comme les bobines et les condensateurs qui s'opposent plus ou moins au passage du courant. L'effet de ces composants sur le courant continu n'est pas du tout le même que sur le courant alternatif: un condensateur est comme un interrupteur ouvert pour le courant continu, et comme un interrupteur fermé pour le courant alternatif; une bobine ne s'oppose pratiquement pas du tout au passage du courant continu, ce qui n'est pas le cas pour le courant alternatif. On a donc eu raison d'utiliser deux mots différents pour désigner la résistance au courant continu (résistance) et la résistance au courant alternatif (impédance). On parle indifféremment d'ohm pour l'une et l'autre formes de résistance.

Dans la pratique il est important de tenir compte de l'impédance quand il s'agit d'adapter des haut-parleurs à un amplificateur. Lorsque dans les caractéristiques

rapport avec les résistances sous forme de composant. On rencontre souvent la mention «75  $\Omega$ » sur les prises de raccordement des téléviseurs, des récepteurs-radio (il

faut dire syntoniseurs et non plus tiouneurs, n'est-ce pas?)... Le technicien doit connaître et respecter ces valeurs afin d'assortir les éléments d'une installation.



Figure 2 - Pour que l'impédance des câbles d'antenne puisse être adaptée aux autres éléments d'une installation de réception, les valeurs ohmiques ont été normalisées. Les câbles coaxiaux ont une impédance de 50  $\Omega$ , 60  $\Omega$  ou 75  $\Omega$ . Leurs conducteurs sont concentriques, l'un étant le point chaud, l'autre faisant office de blindage.

Si leurs impédances respectives sont disparates, le rendement de l'ensemble sera médiocre. Il est très important que l'on veuille à l'adaptation d'impédance des câbles de liaison entre antenne, téléviseurs et récepteurs-radio, sans omettre les amplificateurs ou filtres intermédiaires. Si lors d'une installation le technicien est contraint d'utiliser un câble qui a une impédance de 60  $\Omega$  pour y connecter un téléviseur ancien dont l'impédance est de 240  $\Omega$ , il sera obligé d'intercaler un adaptateur.

PARIS - LYON - MARSEILLE - NANTES

# PENTASONIC

## LES OSCILLOSCOPES

### CREDIT TOTAL sur les oscilloscopes

Pas de versement comptant - Soumis à l'acceptation du dossier - mensualités données à titre indicatif

#### TEKTRONIX 2225



8895 F/TTC

Leader depuis 40 ans, Tektronix tend vers la perfection. une aura de prestige entoure la technologie qui préside à la réalisation de ses appareils. Le 2225 réunit les solutions d'avant garde qui assurent confort et possibilités étendues d'utilisation. Venez l'essayer chez PENTA. Bande passante 5 ns/div. Impédance 1 Mohm, 25 pF. Entrée maxi 400 V. Expansion x 50. Déclenchement crête/crête, auto, normal, trame, ligne TV, monocoup. Couplage alternatif/continu. Rejection HF/IF. Poids 6 kg.

Garantie 3 ans. Livré avec 2 sondes.

**CREDIT TOTAL**  
276,60 F/mois

#### HAMEG : UN NOM QUI EN DIT LONG



HM 203-6, le plus vendu en Europe  
3835 F/TTC

Bande passante 2 x 20 MHz. Sensibilité 2 mV/div. Balayage 20 ns/div. Trigger à 20 MHz. Impédance 1 Mohm, 30 pF. Entrée max 400 V. Expansion x 10. Testeur de composants. Poids 7 kg. GARANTI 2 ANS. LIVRE AVEC 2 SONDES.



HM 205, signe particulier : Performance  
6580 F/TTC

Bande passante 2 x 20 MHz. A mémoire numérique. Période d'échantillonnage : 10 µs. Déclenchement automatique ou manuel. Balayage 10 ns/div. Trigger à 40 MHz. Impédance 1 Mohm, 30 pF. Entrée max 400 V. Expansion par 10. Testeur de composants. Poids 7 kg. GARANTI 2 ANS. LIVRE AVEC 2 SONDES.



HM 604, un 2 x 60 MHz musclé  
6760 F/TTC

Bande passante 2 x 60 MHz. Sensibilité 1 mV/div. Balayage 5 ns/div. Retard de balayage. Durée d'inhibition variable. Trigger à 80 MHz. Impédance 1 Mohm, 30 pF. Entrée max 400 V. Expansion x 10. Générateur de signaux carrés 1 MHz. GARANTI 2 ANS. LIVRE AVEC 2 SONDES.

**CREDIT TOTAL**  
208,40 F/mois

**CREDIT TOTAL**  
234,40 F/mois

**CREDIT TOTAL**  
268,40 F/mois

#### BECKMAN INDUSTRIAL CIRCUIMATE 9020

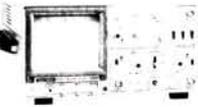


3890 F/TTC

Ligne à retard comprise. Equipée d'un déclenchement du signal et son maintien, le déclenchement coup à coup, le retard de balayage et un testeur de composants, le CIRCUIMATE 9020 vous apporte l'efficacité d'un appareil très soigné et d'emploi très simple. Garantie 1 an.  
Caractéristiques : 2x20 MHz - Sensibilité vert. 1 mV/div; horiz 50 ns/div - Retard de balayage 10 S à 0,1 µs - Exp. par x 1 et x 10 - Trigger à 30 MHz - Imp. d'entrée 1 MΩ et 25 pF - Entrée max 400 VCC - Temps de montée 17,5 nS.

**CREDIT TOTAL**  
251,00 F/mois

#### GOLDSTAR OS-7020



3390 F/TTC

Bande passante 2 x 20 MHz, sensibilité 1 mV/div, entrée maxi 500 vpp ou 300 v, spécial tv sync, rise time à moins de 17,5 nsec, modes trigger auto, nom, tv-v ou tv-h, coupleur AC, HF, LF, DC. GARANTI 1 an

**CREDIT TOTAL**  
224,50 F/mois

#### HUNG CHANG OS 620



3290 F/TTC

Longtemps ignoré du marché français, HUNG CHANG est pourtant le premier constructeur coréen. Son énorme avantage ? Il fabrique ses oscilloscopes en très grande série. Le résultat ? Un 2 x 20 MHz aux excellentes possibilités à un prix très bas.  
Caractéristiques : Bande passante 2 x 20 MHz. Sensibilité 5 mV/div. Balayage 40 ns/div. Trigger à plus de 30 MHz. Impédance 1 MΩ, 20 pF. Entrée maxi 600 Vpp ou 300 V. Expansion x 5. Trigger int. ou ext. Coupleur AC, HF, RES et TV.  
Testeur de composants. Poids 7 kg. Garantie 1 an.

## COFFRETS ET BOITIERS

FLOPPY 2/3 TAILLES	130,00	METAL CAC11 55x45x125	33,80	PLASTIQUE 110PM CAC110	22,80
FLOPPY PLEINE TAILLE	130,00	METAL CAC14 200x80x140	136,70	PLASTIQUE 115PM CAC115	27,80
EFFACEUR D'EPROM	99,00	METAL CAC17 250x100x90	178,60	PLASTIQUE 220PM CAC220	44,60
PUPITRE RA1 CACPU1	80,00	METAL CAC19 350x130x220	286,45	PLASTIQUE RP0 CACPO 90x45x30	20,00
PUPITRE RA2 CACPU2	106,50	ALU 85155 CAC20 55x155x85	75,30	PLASTIQUE RP1 CACP1 110x55x35	26,00
PUPITRE RA3 CACPU3	120,80	ALU 85205 CAC21 55x205x85	78,00	PLASTIQUE RP2 CACP2 125x70x40	30,00
PUPITRE RA4 CACPU4	155,60	ALU 55155 CAC22 55x155x150	108,00	PLASTIQUE RP3 CACP3 155x90x50	39,50
METAL RU1 CAC1 73x54x74	35,90	ALU 55205 CAC23 55x205x150	103,60	PLASTIQUE RP4 CACP4 190x110x60	53,60
METAL RU2 CAC3 73x54x104	42,00	ALU 80255 CAC24 80x255x150	122,40	PLASTIQUE FACE PLEXI CAC678	45,00
METAL RU3 CAC5 73x54x134	44,80	ALU 80255 CAC25 80x255x150	139,00	PLASTIQUE FACE PLEXI CAC683	82,00
METAL RM 574 CAC2 125x75x155	55,10	ALU 55255 CAC26 55x255x150	115,00	PLASTIQUE CARE4 247x102x220	169,40
METAL RM 334 CAC4 125x35x105	35,00	ALU 55105 CAC27 55x105x150	84,20	RACK METAL NOIR PRO. 1U CARAC1238.00	
METAL CAC6 40x25x35	17,50	ALU 80105 CAC28 80x105x150	93,20	RACK METAL NOIR PRO. 2U CARAC2254.00	
METAL CAC7 55x25x75	22,90	ALU 80155 CAC29 80x155x150	97,20	RACK METAL NOIR PRO. 3U CARAC2287.00	
METAL CAC8 40x35x75	23,50	ALU LC860 CAC60 80x250x180	118,00		
METAL CAC9 105x35x75	26,30	360x120x300/ET 381/3 CAC36	209,60		

## LA CORRESPONDANCE : ÇA DÉMÉNAGE

LA CORRESPONDANCE  
PENTASONIC DEMENAGE\*  
(16.1) 40.92.03.05\*

C'est le nouveau numéro des 10 lignes groupées que PENTA met à votre service. Téléphonez avant 16 heures, votre matériel part dans la journée.



**PENTASONIC PENSE DEJA A NOEL !**  
QUANTITÉ LIMITÉE

**AUTORADIOS K7 de marque renommée vendus seuls ou avec leur kit complet de montage.**  
GARANTIE 1 AN PIÈCES et MAIN D'ŒUVRE

**TYPE 4600**  
AUTORADIO SEUL ..... 299 F  
Le kit de montage ..... 429 F

**TYPE 4610**  
AUTORADIO SEUL ..... 399 F  
Le kit de montage ..... 539 F

PO-GO-FM et K7 stéréo. 2 x 7 W. Avance rapide. Sélecteur mono-stéréo. Tonalité/balance. Eclairage de nuit du cadran et des boutons. Présentation «Flatnose» couleur noire. Normes DIN. Dim. 178 x 130 x 44 mm.

PO-GO-FM et K7 stéréo. 2 x 7 W. Commutation automatique de K7 en radio. Avance rapide. Affichage digital. Mémoire de la dernière fréquence affichée. Tonalité balance. Présentation : noir. Normes DIN. Dim. 178 x 120 x 44 mm.

**ANTENNES AUTORADIO**  
Gouttière 29,50 F Universelle 59 F Electronique 135 F

## LES PETITS PLUS QUI SIMPLIFIENT LA VIE

### FER A SOUDER SANS FIL

Temps de chauffe inférieur à 25 secondes. Température du fer égale à 400 °C. Support de fer servant de recharge. Capuchon de protection de panne. Alimentation sur secteur fournie. 2 accumulateurs de 1,5v fournis



262 F TTC

### OUTIL TROISIEME MAIN

Support de platine réglable dans tous les sens. Universel pour CI, câbles, composants, etc.  
D'une grande aide pour souder, étamer, coller. Pied en fonte très lourd.

58,40 F

Avec loupe ..... 92 F

### KIT DE CONNEXION UNIVERSEL

Jeu de cordons avec divers adaptateurs pour utilisations variées. Livré sous blister pointes de touches

— prises bananes 37,30 F  
— pinces crocodile



### CIRCUIGRAPH

Le nouveau système de connexion pour écrire l'électronique. Permet la réalisation des circuits sans aucune soudure, sans support spécial et sans utilisation d'aucun procédé chimique.  
Stylo circuitgraph 178,00 F  
Plaques perforées 22,00 F  
Double face autocoll ..... 24,10 F



# CORNE DE BRUME

Le vent, le soleil, l'air marin, l'atmosphère du port, un géant des mers qu'on remorque dans le port et sa corne de brume qui salue la terre ferme de son bourdon puissant. . . En fait le rôle de cette corne géante est tout autre que poétique : malgré le radar et les techniques modernes de navigation, il est extrêmement important, dans des conditions de visibilité réduite, de se rendre repérable au son.

## VUE D'ENSEMBLE

Tout modéliste un peu sérieux s'efforce de donner un maximum de réalisme à ses maquettes. Pour ce faire, les maquettes de bateaux comportent, entre autres choses, une corne de brume. Le montage qui la reproduit est relativement simple. Le schéma-bloc de la **figure 1** permet de distinguer quatre fonctions. Le bloc A, un multivibrateur astable, délivre un signal rectangulaire à basse fréquence (c'est-à-dire une fréquence audible). Pour rendre le son similaire à celui d'une corne de brume, le bloc B fournit un signal de bruit ou souffle (comme ce que l'on entend à la radio entre deux stations).

Les résistances effectuent le mélange de ces deux signaux et présentent le résultat au bloc C. Ce bloc remplit la fonction de filtre de bande en ne transmettant à l'amplificateur (bloc D) qu'une partie déterminée du signal mélangé présent à son entrée. C'est du haut-parleur raccordé à l'amplificateur que retentit le son prolongé de la corne de brume.

Le bloc D ne figure pas sur le schéma d'ensemble de la **figure 2**. Aucun amplificateur particulier n'est prévu; l'amplificateur universel d'ELEX ou tout autre amplificateur BF convient pour cet usage.

Le multivibrateur astable chargé de fournir le signal rectangulaire est construit autour de l'amplificateur opérationnel A1. L'oscillation est obtenue par une réaction de la sortie (broche 14) à l'entrée inverseuse (broche 13) : une portion du signal de sortie est réinjectée sur l'entrée; le condensateur C1 y joue aussi un rôle. Il se

charge par R2 et D2 quand la sortie est positive. Lorsque la tension sur C1 atteint une valeur déterminée, l'amplificateur opérationnel bascule et sa sortie devient négative. Le condensateur se décharge alors par D1 et R1, jusqu'au moment où, le seuil inférieur atteint, la sortie de l'amplificateur opérationnel redevient positive.

Cette oscillation se répète continuellement, créant ainsi les impulsions rectangulaires. Le potentiomètre P1 permet de régler la fréquence du phénomène de basculement dans des limites définies.

**LA DIFFÉRENCE DE VALEUR DES RÉISTANCES DE RÉACTION R1 ET R2 DÉTERMINE POUR C1 DES TEMPS DE CHARGE ET DE DÉCHARGE DIFFÉRENTS, CE QUI EXPLIQUE LA DISSYMMÉTRIE DU SIGNAL RECTANGULAIRE : L'ALTERNANCE POSITIVE ET L'ALTERNANCE NÉGATIVE SONT DE DURÉES INÉGALES**

La différence de valeur des résistances de réaction R1 et R2 détermine pour C1 des temps de charge et de décharge différents. D'où la dissymétrie du signal rectangulaire : l'alternance positive et l'alternance négative sont de durées inégales (**figure 3**).

## LE BRUIT BLANC

La source de souffle du circuit est le transistor T1, mis en oeuvre d'une façon un peu particulière. Dans ce montage on tire profit d'une caractéristique indésirable en général : le bruit intrinsèque des semi-conducteurs. Dans le souffle ou bruit blanc, toutes les fréquences audibles sont présentes sinon en même temps au moins de façon indifférenciée. Cependant l'amplitude du souffle obtenu est si faible (10. . . 100 mV) qu'une amplification est absolument nécessaire. C'est l'amplificateur opérationnel A2 qui s'en charge. L'amplitude du souffle à sa sortie est suffi-

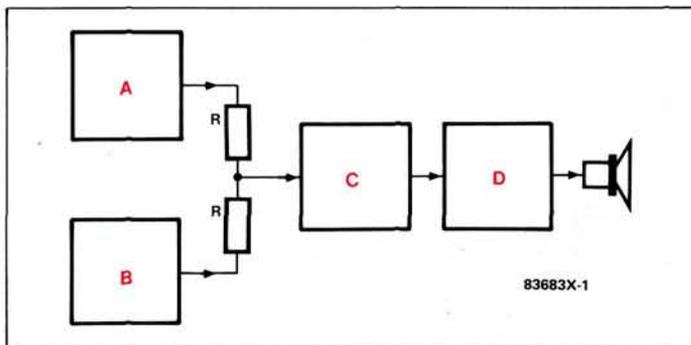
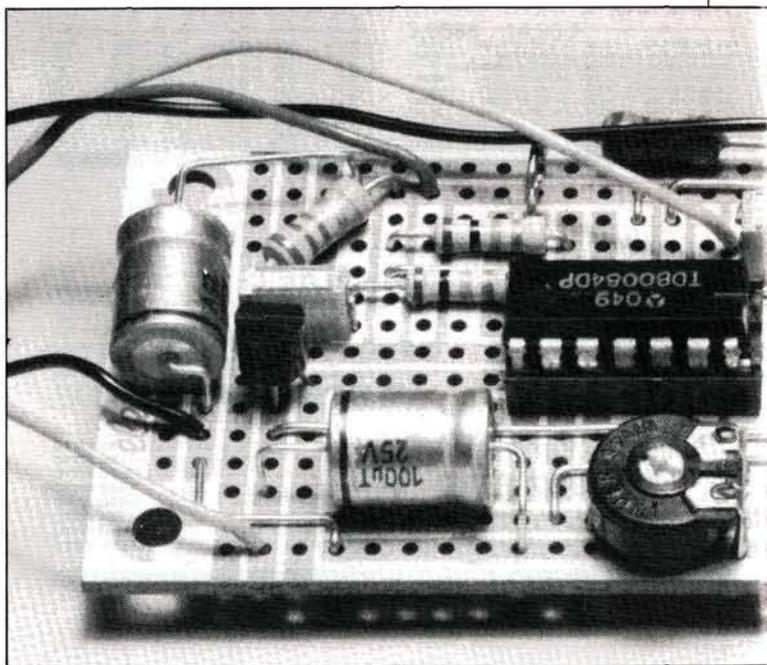
sante pour l'utilisation qui suit.

Le mélange du signal rectangulaire et du signal de souffle est effectué par les résistances R6 et R7. La résistance R7 détermine dans quelle mesure le signal de souffle couvre le signal rectangulaire. Si la proportion de souffle dans le son de la corne de brume vous paraît trop faible, vous pouvez l'augmenter en affectant à R7 une valeur inférieure (100 k $\Omega$  par exemple). C'est le moyen pour chacun de déterminer sa propre sonorité.

Le signal résultant du mélange comporte encore des fréquences qui ne conviennent pas pour imiter le timbre réel d'une corne de brume. Il faut donc les filtrer. C'est le rôle du filtre de bande construit autour de l'amplificateur opérationnel

A3. Les fréquences situées au-dessus et en-dessous d'une valeur déterminée sont bloquées. La fonction de transfert est représentée schématiquement par la **figure 4**. La fréquence de coupure inférieure est  $f_1$ , la fréquence de coupure supérieure est  $f_2$ .

**LE SIGNAL À LA SORTIE D'A3 (BROCHE 1) A SON AMPLITUDE MAXIMALE QUAND LE FILTRE DE BANDE EST ATTAQUÉ À SA FRÉQUENCE DE RÉSONANCE  $f_r$ . DANS CE CAS, LE FILTRE RÉSONNE LITTÉRALEMENT ET AU LIEU D'ATTÉNUER LE SIGNAL, IL EN ACCENTUE L'AMPLITUDE**



**Figure 1. La corne de brume est constituée de seulement quatre blocs fonctionnels : A = oscillateur rectangulaire, B = générateur de souffle, C = filtre de bande, D = amplificateur final.**

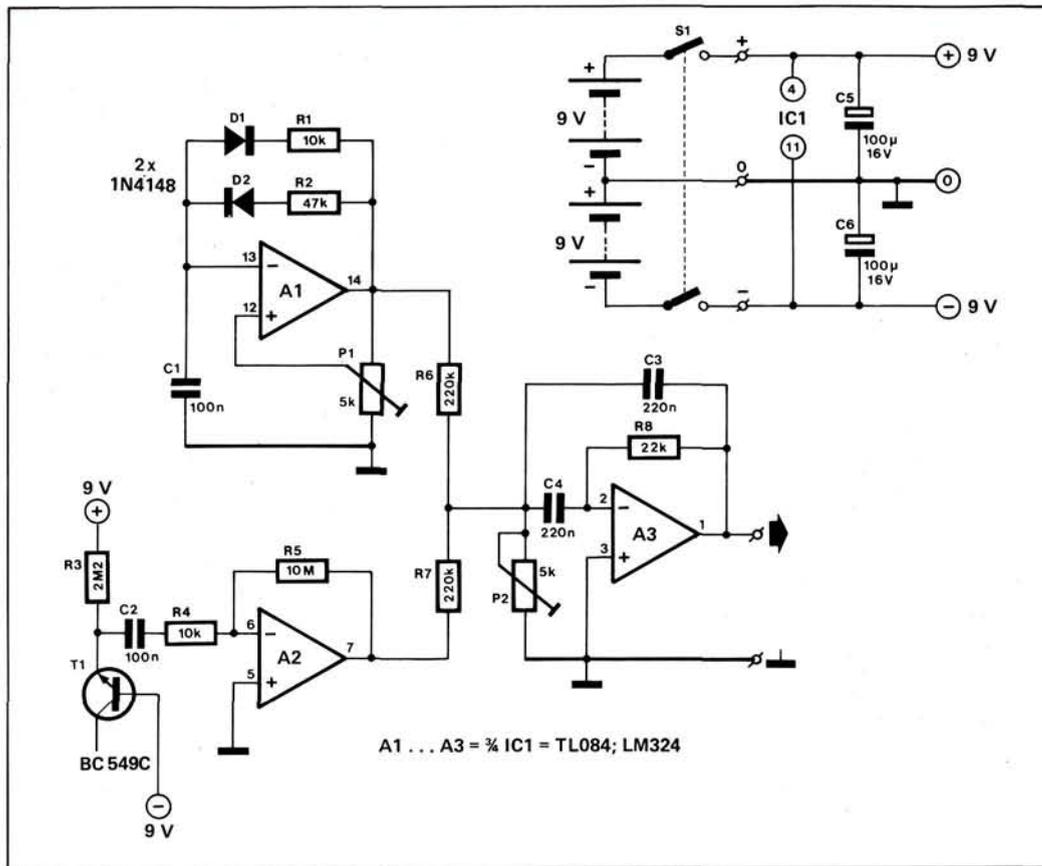


Figure 2. La source de bruit construite avec T1 fournit le souffle nécessaire à la reproduction fidèle du son de la corne de brume. Le signal de souffle est superposé au signal rectangulaire et appliqué à l'entrée d'un filtre de bande, qui ne transmet de la bande de fréquences que la plage correspondant à la corne de brume.

Composants de la corne de brume.

- R1, R4 = 10 k $\Omega$
- R2 = 47 k $\Omega$
- R3 = 2,2 M $\Omega$
- R5 = 10 M $\Omega$
- R6, R7 = 220 k $\Omega$  (pour R7, voir texte)
- R8 = 22 k $\Omega$
- P1, P2 = 5 k $\Omega$  (résistances variables)
- C1, C2 = 100 nF
- C3, C4 = 220 nF
- C5, C6 = 100  $\mu$ F/16 V
- D1, D2 = 1N4148
- T1 = BC 549C
- IC1 = TL 084 (ou LM 324)

Il vous faudra en plus :

- S1 = interrupteur marche-arrêt bipolaire
- 1 platine d'expérimentation de format 1
- 2 coupleurs de pile 9 V éventuellement 5 picots à souder (1,2 mm)
- 1 amplificateur avec haut parleur
- 1 résonateur (éventuellement un tube de carton de 30 cm environ)
- accessoires de montage (vis, fil, etc.)

Le signal à la sortie d'A3 (broche 1) a son amplitude maximale quand le filtre de bande est **attaqué** à sa fréquence de résonance  $f_R$ . Dans ce cas, le filtre résonne littéralement et au lieu d'atténuer le signal, il en accentue l'amplitude. C'est comme quand vous chantez sous la douche dont les murs lisses réverbèrent les vibrations émises par votre pharynx et vous donnent la voix d'un Caruso ou d'un Johnny (biffez la mention qui ne convient pas). La fréquence de résonance du filtre est fixée ici par le potentiomètre P2.

Les potentiomètres P1 et P2 permettent de donner au son différentes colorations. Le choix du réglage définitif est purement une question de goût.

Deux piles compactes de 9 V sont nécessaires pour l'alimentation. Elles sont montées en série, pour fournir deux tensions d'alimentation : l'une positive et l'autre négative.

### CONSTRUCTION

L'ensemble du circuit de la figure 2 tient sur une platine d'expérimentation de format 1 (figure 5). L'implantation se fait dans l'ordre connu : ponts en fil, support de circuit intégré, résistances, diodes, condensateurs et transistor.

Composants de l'amplificateur universel

- R1 = 1,2k $\Omega$
- R2 = 10  $\Omega$
- P1 = 10 k $\Omega$
- C1 = 1  $\mu$ F/25 V
- C2 = 10  $\mu$ F/25 V
- C3 = 100 nF
- C4 = 220  $\mu$ F/25 V
- C5 = 10  $\mu$ F/25 V
- C6 = 47 nF
- IC1 = LM 386N
- HP = 8  $\Omega$ /1 W

Divers :

- 1 support de CI (DIL 8 broches)
- 1 platine ELEX format 1
- boîtier, prises, accessoires selon les besoins

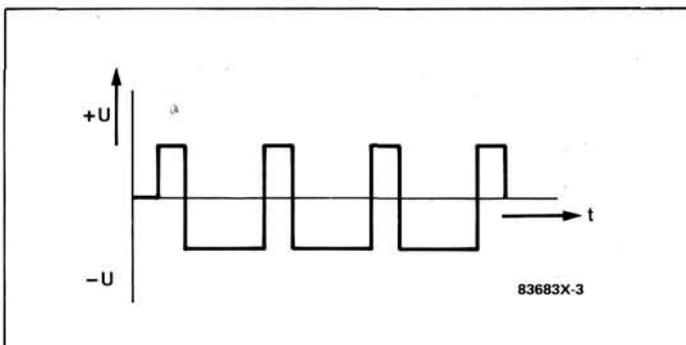
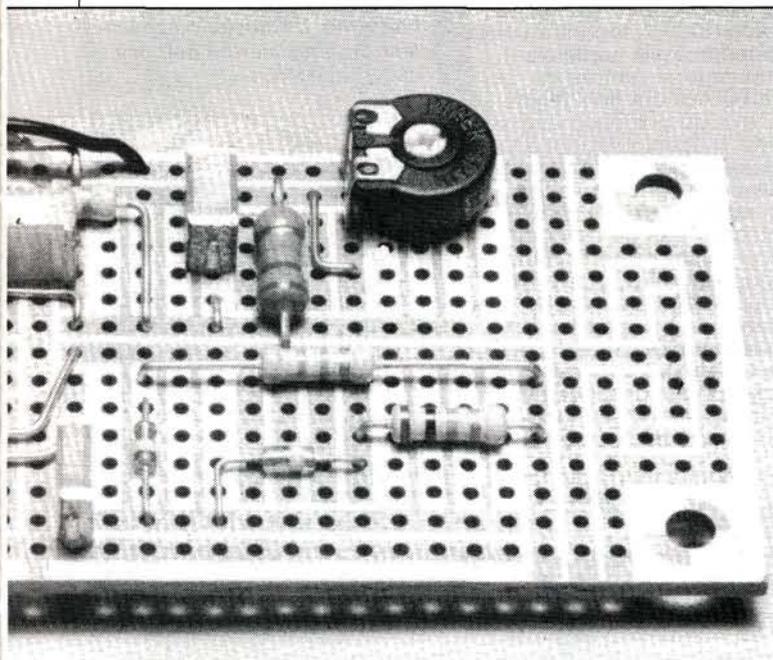


Figure 3. Le signal rectangulaire produit par le multivibrateur astable est dissymétrique. C'est-à-dire que l'alternance positive et l'alternance négative sont de durées différentes.

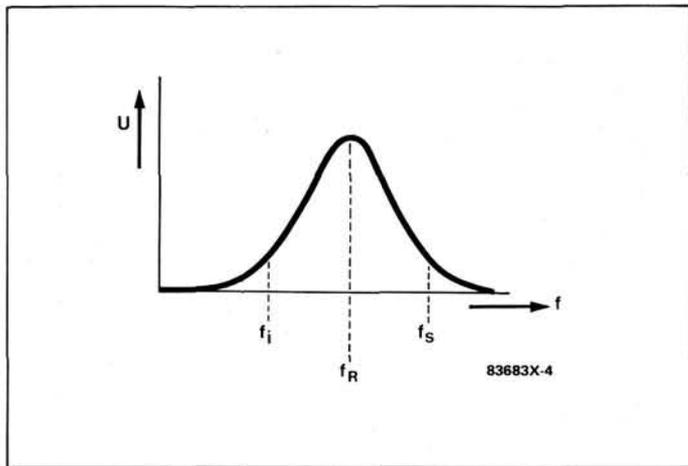


Figure 4. La courbe caractéristique d'un filtre de bande est telle que les fréquences supérieures et inférieures à une plage déterminée sont filtrées. Le maximum d'amplitude correspond à la fréquence de résonance.

Les fils des coupleurs de piles à pression peuvent être soudés directement à la platine, c'est valable aussi pour le raccordement à l'amplificateur. Bien sûr rien ne s'oppose à l'interposition de picots à souder.

Lors de l'implantation des diodes D1 et D2, et des condensateurs C5 et C6, veillez à respecter leur polarité. La broche de collecteur de T1 ne doit pas être soudée. Le mieux est de la sectionner au ras du boîtier, tout simplement. La dernière opération consiste à insérer le circuit intégré dans son support. Le repère de la broche 1 doit pointer vers R2. Ensuite les curseurs de P1 et P2 seront disposés à mi-course.

C'en sera fini après une vérification visuelle : raccorder l'amplificateur de sortie et l'alimentation. Le montage doit produire immédiatement un son ressemblant à une corne de brume, et variant suivant la position des curseurs de P1 et P2. Si c'est le cas, tout est en ordre et l'installation dans la maquette de bateau peut commencer. Sinon c'est le "troubleshooting" qui doit commencer, c'est-à-dire la chasse aux nouilles.

### LA CHASSE AUX NOUILLES

Dans le pire des cas, le montage ne produit aucun son. Il y a à cela plusieurs causes possibles : la polarité de l'alimentation est inversée, l'entrée de l'amplificateur final est mal raccordée à la sortie du circuit, l'amplificateur final n'est pas alimenté, IC1 est monté à l'envers. ... Si le montage produit un signal mais que le souffle est trop faible, la faute peut en incomber au transistor.

Essayez-en un ou plusieurs autres. Les anciens transistors, du genre BC109, soufflent plus fort que les types modernes. Si le signal produit ressemble peu à une corne de brume, il se peut que la polarité des diodes D1 et D2 ait été inversée.

Il ne s'agit là que de quelques-unes des causes possibles de mauvais fonctionnement; il en existe bien d'autres. Continuez votre (en)quête jusqu'à ce que le circuit fonctionne. Pensez aussi aux gouttes de soudure qui provoquent des courts-circuits ! Pour tirer une bonne sonorité de la corne de brume, il faut prévoir un résonateur suffisant. Le mieux adapté est un tube de carton d'environ trente centimètres de long, comme on en utilise pour les envois par la poste. On le place simplement devant le haut-parleur. Il se peut aussi que la coque du bateau elle-même constitue un résonateur suffisant.

### RESTE LA QUESTION DE SAVOIR COMMENT FAIRE RETENTIR LA CORNE DE BRUME SANS AVOIR À NAGER DERRIÈRE LE BATEAU POUR ACTIONNER L'INTERRUPTEUR

Reste la question de savoir comment faire retentir la corne de brume sans avoir à nager derrière le bateau pour actionner l'interrupteur. Sur un modèle télécommandé, il vous reste sûrement un canal libre pour actionner la corne de brume. Une autre solution possible consisterait à disposer le poussoir S1 dans le bateau de telle façon qu'il soit fermé pour une position déterminée du gouvernail. Dans ce cas bien sûr, la corne de

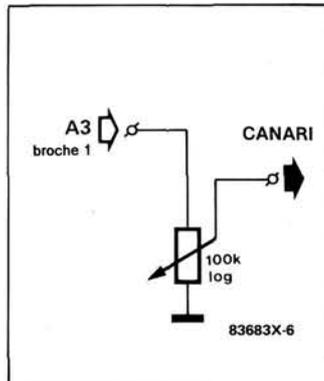


Figure 6. Un potentiomètre auxiliaire intercalé entre la sortie du montage et l'entrée de l'amplificateur, actionné mécaniquement, donnera plus de réalisme à la corne de brume.

brume retentirait et s'arrêterait brutalement. Or le son d'une vraie corne de brume croît et décroît lentement. C'est réalisable électroniquement, mais au prix d'une complication déraisonnable du circuit.

Pour les pinailleurs, il existe une solution mécanique à ce problème. Un potentiomètre supplémentaire est nécessaire (100 k $\Omega$ , logarithmique), câblé entre la sortie du montage et l'entrée de l'amplificateur final (figure 6). L'axe du potentiomètre sera relié mécaniquement à la barre pour que, le bateau allant en ligne droite, le curseur se trouve à la masse : pas de corne de brume sur l'eau. Chaque mouvement du gouvernail tourne le potentiomètre et la corne de brume retentit d'autant plus fort que le gouvernail dévie plus. Cette solution est destinée aux maniaques. Mais quel vrai modéliste ne l'est pas ?

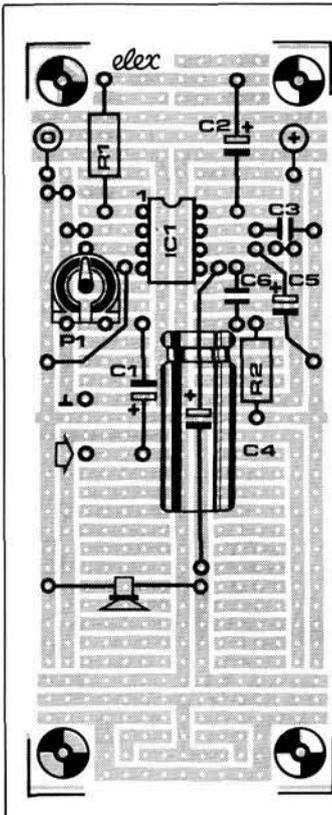
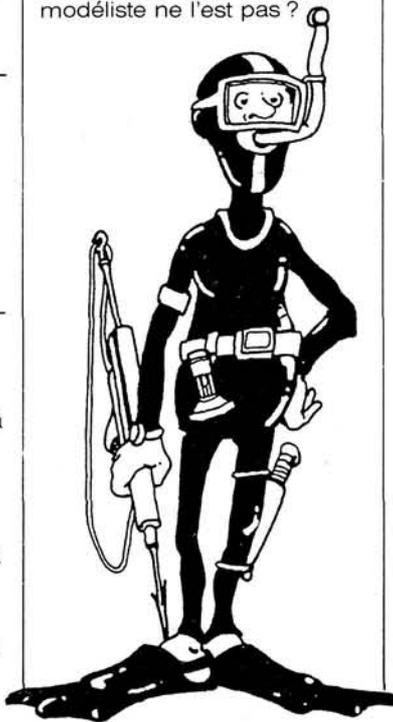


Figure 5. L'implantation des composants ne pose aucun problème. La broche de collecteur du transistor ne doit pas être soudée.

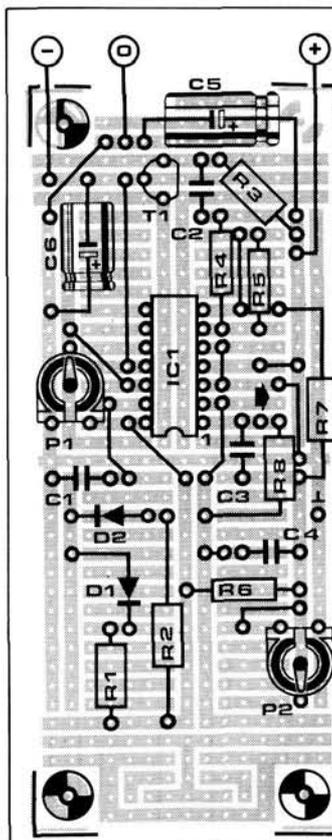


Figure 7. Cette illustration montre à nouveau l'implantation des composants de notre amplificateur universel. On raccorde simplement son entrée à la sortie du circuit "corne de brume".



ELECTROLAB



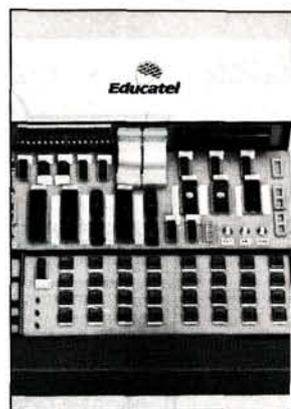
AMPLI STEREO



CONTROLEUR UNIVERSEL

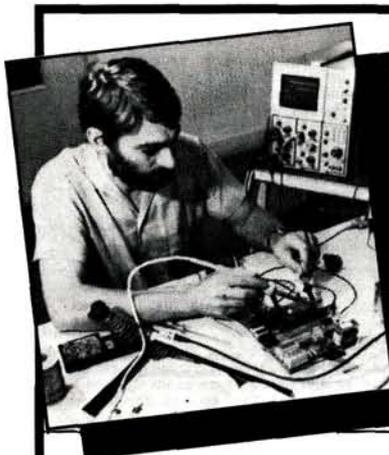


DIGILAB



MICROLAB

# Un matériel passionnant pour maîtriser la technique: ELECTRONIQUE - AUTOMATISMES TV HI-FI VIDEO SON



METIERS PREPARES	NIVEAU POUR ENTREPRENDRE LA FORMATION	DUREE DE LA FORMATION
<b>ELECTRONIQUE - AUTOMATISMES</b>		
Electronicien	Accessible à tous	12 MOIS
Technicien électronicien	3°/C.A.P.	12 MOIS
Initiation à l'électronique	Accessible à tous	6 MOIS
Installateur dépanneur électroménager	Accessible à tous	10 MOIS
Technicien en automatismes	3°/C.A.P.	19 MOIS
Electronicien automatique	Accessible à tous	15 MOIS
Régleur sur machines-outils	3°/C.A.P.	15 MOIS
Technicien des robots	Terminale	35 MOIS
B.T.S. électronique	Terminale	32 MOIS
B.T.S. informatique industrielle	Terminale	36 MOIS
B.T.S. mécanique automatismes	Terminale	30 MOIS
<b>RTV HI-FI - PROTECTION - SECURITE</b>		
Monteur dépanneur radio TV Hi-Fi	Accessible à tous	18 MOIS
Technicien en sonorisation	3°/C.A.P.	13 MOIS
Technicien radio TV Hi-Fi	3°/C.A.P.	19 MOIS
Agent de protection et surveillance	Accessible à tous	13 MOIS
Agent de gardiennage	Accessible à tous	9 MOIS
Monteur dépanneur en systèmes d'alarme	Accessible à tous	13 MOIS

Si vous êtes salarié(e), possibilité de suivre votre étude dans le cadre de la Formation Professionnelle Continue.



**Educatel**  
LA 1<sup>re</sup> ÉCOLE PRIVÉE  
DE FORMATION À DOMICILE

UNEICO FORMATION  
ETABLISSEMENT PRIVÉ D'ENSEIGNEMENT A DISTANCE  
SOUIS AU CONTRÔLE PÉDAGOGIQUE DE L'ÉTAT

**Demandez vite  
votre documentation  
PAR TELEPHONE**  
en appelant à Paris le :  
**(1) 42 08 50 02**  
c'est simple et rapide!  
**PAR COURRIER**  
en retournant ce bon  
sous enveloppe affranchie à :  
**EDUCATEL  
76025 ROUEN CEDEX**

## Bon pour une DOCUMENTATION GRATUITE

A retourner à **EDUCATEL - 76025 ROUEN CEDEX**

OUI, je souhaite recevoir sans aucun engagement une documentation complète sur le métier qui m'intéresse.  
(ÉCRIRE EN MAJUSCULES S.V.P.)

Mr  Mme  Mlle NOM \_\_\_\_\_ PRENOM \_\_\_\_\_

ADRESSE: N° \_\_\_\_\_ RUE \_\_\_\_\_

CODE POSTAL [ ] [ ] [ ] [ ] LOCALITE \_\_\_\_\_ TEL \_\_\_\_\_

**Pour nous aider à mieux vous orienter, merci de nous donner les renseignements suivants:**

ÂGE \_\_\_\_\_ (il faut avoir au moins 16 ans pour s'inscrire) - NIVEAU D'ÉTUDES \_\_\_\_\_ SI VOUS TRAVAILLEZ,

QUELLE EST VOTRE ACTIVITÉ ACTUELLE? \_\_\_\_\_ SINON, QUELLE EST VOTRE SITUATION? \_\_\_\_\_

ÉTUDIANT(E)  A LA RECHERCHE D'UN EMPLOI  MÈRE AU FOYER  AUTRES \_\_\_\_\_

MERCI DE NOUS INDIQUER LE MÉTIER QUI VOUS INTÉRESSE

Pour Canada, Suisse et Belgique: 142, bd de la Sauveignée, 4000 LIÈGE (Belgique). Pour DOM-TOM et Afrique: documentation spéciale par avion.

SOGEX

ELX001

**VOUS POUVEZ  
COMMENCER  
VOS ÉTUDES  
À TOUT MOMENT  
DE L'ANNÉE**

# composants

## Résistances



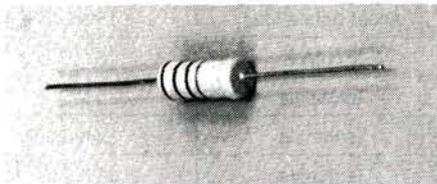
Les composants marqués par la lettre R sont des résisteurs couramment appelés résistances, dont la valeur ohmique est indiquée par un code de couleurs :

couleur	1er chiffre	2ème chiffre	nombre de zéros	tolérance en %
noir	-	0	-	-
marron	1	1	0	± 1%
rouge	2	2	00	± 2%
orange	3	3	000	-
jaune	4	4	0000	-
vert	5	5	00000	± 0,5%
bleu	6	6	000000	-
violet	7	7	-	-
gris	8	8	-	-
blanc	9	9	-	-
or	-	-	× 0,1	± 5%
argent	-	-	× 0,01	± 10%
rien	-	-	-	± 20%

### Exemples :

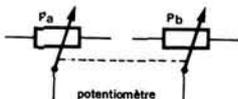
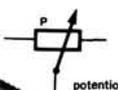
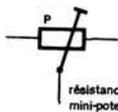
marron-rouge-marron-argent : 120 Ω ± 10%  
jaune-violet-orange-argent : 47 000 = 47 kΩ (ou 47 k) ± 10%  
marron-vert-vert-or : 1 500 000 = 1,5 MΩ (ou 1,5 M) ± 5%

Dans les schémas d'ELEX nous n'utilisons que des résistances de la série E12, à 10% ou 5% de tolérance. Sauf mention spéciale, la puissance nominale des résistances est de 1/4 watt.



## Potentiomètres

La lettre P sert à désigner les potentiomètres même lorsque ceux-ci sont utilisés en résistance variable (une extrémité de la piste inutilisée ou reliée au curseur). Le curseur du potentiomètre prélève sur la piste du potentiomètre une portion de la tension présente aux extrémités de la piste. Il existe, outre les potentiomètres ordinaires, de petits potentiomètres sans axe, que l'on actionne à l'aide d'un tournevis et des potentiomètres doubles (sur le symbole, le curseur ne se termine pas en forme de flèche, mais en forme de T).



## Ohms et farads

La valeur de résistance et de capacité est indiquée en fractions d'ohms ou de farads à l'aide des préfixes suivants:

p	= pico	= 10 <sup>-12</sup>	= un milliardième de milliardième
n	= nano	= 10 <sup>-9</sup>	= un milliardième
μ	= micro	= 10 <sup>-6</sup>	= un millionième
m	= milli	= 10 <sup>-3</sup>	= un millième
k	= kilo	= 10 <sup>3</sup>	= mille
M	= mega	= 10 <sup>6</sup>	= un million
G	= giga	= 10 <sup>9</sup>	= un milliard

Pour faciliter la lecture, le préfixe est utilisé dans ELEX non seulement pour remplacer les zéros avant ou après la virgule, mais aussi pour remplacer la virgule elle-même :  
3k9 = 3,9 kΩ = 3900 Ω  
4μ7 = 4,7 μF = 0,000047 F

## Condensateurs

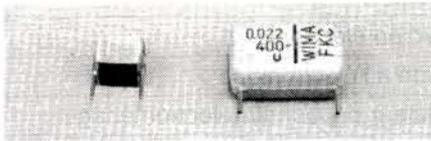


Les condensateurs sont de petits réservoirs de charge désignés par la lettre C. Ils s'opposent au passage des tensions continues, mais servent à acheminer les tensions alternatives. La taille de la charge admise par un condensateur est appelée sa capacité et est exprimée en farad. La valeur des condensateurs ordinaires (céramique ou à film) est comprise entre 1 pF et 1 μF, c'est-à-dire 1 millionième de millionième de farad et 1 millionième de farad. Selon les fabricants, la capacité est indiquée de différentes manières sur le condensateur lui-même :

1n5 = 1,5 nF; 0,03 μF = 30 nF; 100 p (n100 ou n1) = 100 pF

Il arrive aussi que le dernier chiffre indique le nombre de zéros d'une valeur exprimée en picofarads : 152 = 1500 pF = 1,5 nF.

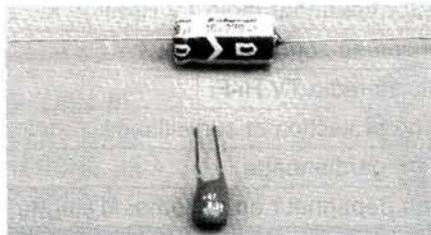
La tension indiquée sur les condensateurs doit être supérieure de 20% au moins à la tension à laquelle les condensateurs sont utilisés.



## Condensateurs électrolytiques

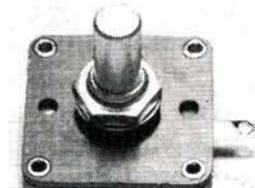


Les condensateurs électrolytiques ou électrochimiques ont une capacité élevée par rapport aux autres condensateurs (entre 1 μF et 10 000 μF). Ils sont polarisés, ce qui signifie qu'ils ont une borne positive et une borne négative qu'il ne faut pas intervertir! Sur les condensateurs au tantale (une variété de petits condensateurs électrolytiques), l'armature positive est toujours reliée à la plus longue des deux connexions du condensateur. La tension de service des condensateurs électrochimiques est toujours indiquée dans le schéma et dans la liste des composants. Il est interdit d'utiliser des condensateurs dont la tension de service maximale est inférieure à la valeur indiquée. Il est permis d'utiliser des condensateurs dont la tension de service maximale est supérieure à la valeur indiquée dans la liste des composants, mais cela implique dans la plupart des cas un encombrement plus important.



## Condensateurs variables

Tout comme il existe des résistances variables, il existe des condensateurs variables, actionnés soit par un axe, soit par un tourne-vis.



## Divers symboles utilisés dans les schémas



entrée



sortie



masse



châssis



terre



conducteur



interconnexions



croisement sans interconnexions



câble blindé



interrupteur (ouvert)



bouton poussoir (ouvert)



connexion inamovible



connexion amovible



relevé de mesure



source de tension continue (batterie, accumulateur)



photorésistance



thermistance (coefficient négatif)



écouteur



haut-parleur



bobine



bobine avec noyau



transformateur



relais (contact travail)



galvanomètre



ampoule



ampoule néon



fusible



## Relevés de mesure

Dans certains schémas et dans les textes descriptifs figurent des relevés de mesure chiffrés qu'il convient de considérer comme des valeurs nominales : les valeurs réelles peuvent dévier jusqu'à 10 % (en raison de la tolérance des composants, des appareils de mesure, etc) sans que cela indique un défaut significatif. Les mesures effectuées sur les prototypes sont effectuées à l'aide d'un multimètre universel dont la résistance interne est de 20 kΩ/V.

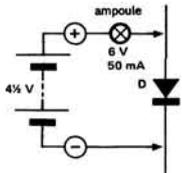
# composants

## Diodes



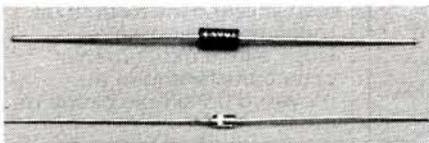
Désignées par la lettre D, les diodes sont les semi-conducteurs les plus simples. On peut les considérer comme des «rues à sens unique» ou des «clapets anti-refoulement» électroniques. Elles ne laissent passer le courant que dans un seul sens, indiqué par l'orientation de la pointe de la flèche du symbole. Dans le sens direct (ou passant) d'une diode au silicium apparaît une différence de potentiel de 0,6 V entre ses bornes; on parle de chute de tension ou de seuil de conduction. Les deux connexions d'une diode s'appellent l'anode (côté du symbole qui ressemble au A majuscule) et la cathode (côté du symbole qui ressemble au K majuscule); cette dernière est marquée sur le corps de la diode par un anneau de couleur, un point ou un méplat.

Pour déterminer la polarité d'une diode dépourvue de repère, utiliser le dispositif représenté ci-dessous :



La lampe ne s'allume que si la diode est polarisée dans le sens indiqué.

Les caractéristiques essentielles d'une diode sont la tension de blocage et le courant maximal en sens direct. Dans Elex, nous utiliserons essentiellement les diodes 1N4148 (tension de blocage 75 V, courant max. 200 mA) et 1N4001 (tension de blocage 50 V, courant max. 1 A).



## Diode zener

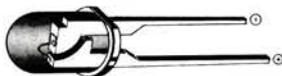


Il existe des diodes qui, polarisées en inverse, ne bloquent plus le passage du courant en sens inverse au-delà d'une certaine tension appelée tension zener. La tension aux bornes d'une telle diode devenue passante en sens inverse reste relativement constante. Les diodes zener sont disponibles avec des tensions et des puissances variées.

## Diodes électro-luminescentes



Les LED (*light emitting diodes*) ou DEL sont moulées dans un corps translucide qui leur permet d'émettre de la lumière. Le seuil de conduction de ces diodes n'est pas de 0,6 V, mais varie, selon la couleur émise, entre 1,6 V et 2,4 V. L'intensité du courant est comprise entre 15 et 25 mA. A la cathode de la diode correspond la connexion la plus courte. Elle est repérée sur le corps de la diode par un méplat.



## Photodiode



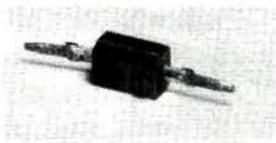
La fonction d'une photodiode est l'inverse de celle d'une LED. Au lieu d'émettre de la lumière, la photodiode fournit un courant proportionnel à l'intensité de la lumière reçue.



## Diode capacitive

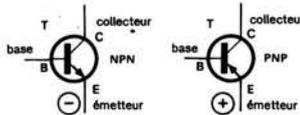


Polarisée dans le sens bloquant, la diode capacitive se comporte comme un condensateur dont la capacité varie en fonction de la tension aux bornes de la diode. Il s'agit donc d'un condensateur commandé en tension.

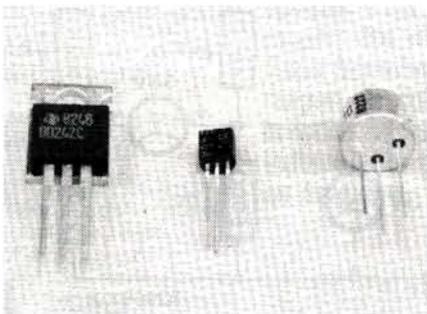


## Transistors

Les transistors bipolaires sont des semi-conducteurs comme les diodes et les LED. Ils comportent néanmoins trois connexions : la base, l'émetteur et le collecteur. Il existe des transistors PNP et des transistors NPN. Sur ces derniers, l'émetteur se trouve toujours à un potentiel négatif par rapport au potentiel du collecteur, tandis que sur les transistors PNP c'est l'inverse.



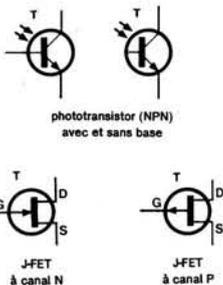
Un faible courant de base (qui circule entre la base et l'émetteur) provoque l'apparition d'un courant beaucoup plus important entre le collecteur et l'émetteur; on dit que le transistor amplifie le courant de base. Les transistors restent les composants essentiels en matière d'amplification.



Dans nos schémas, nous utilisons essentiellement les transistors de type BC547 (NPN) et BC557 (PNP) dont le brochage est d'ailleurs identique. Dans beaucoup de schémas, il est possible de remplacer ces transistors par des équivalents aux caractéristiques proches ou identiques. Par exemple :  
NPN - BC548, BC549, BC107(-8,-9), BC237(-8,-9)  
PNP - BC558, BC559, BC177(-8,-9), BC251(-2,-3)

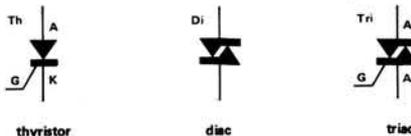
## Transistors spéciaux

Il existe bon nombre de transistors de types différents; citons notamment les phototransistors et les FET. Le phototransistor peut être considéré comme une photodiode amplifiée, ou encore un transistor dont le courant de base est fourni par la lumière incidente. Le FET (*field effect transistor*) ou transistor à effet de champ est commandé par une tension, et non par un courant de base. Tout comme il existe des transistors bipolaires NPN et PNP, il existe des FET à canal N et des FET à canal P.



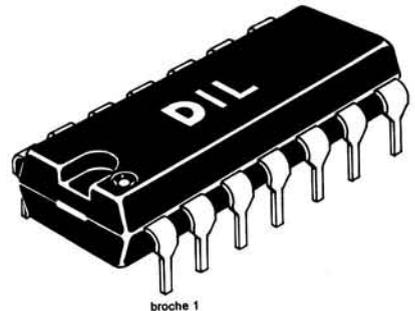
## Autres composants actifs

La thyristor est une diode commandée par un courant de gâchette. Le triac fonctionne comme le thyristor, mais dans les deux sens, ce qui permet de l'utiliser pour commander le passage du courant alternatif. Le diac bloque dans les deux sens jusqu'à ce que la tension dépasse un certain seuil, au-delà duquel le diac conduit dans les deux sens.



## Circuits intégrés

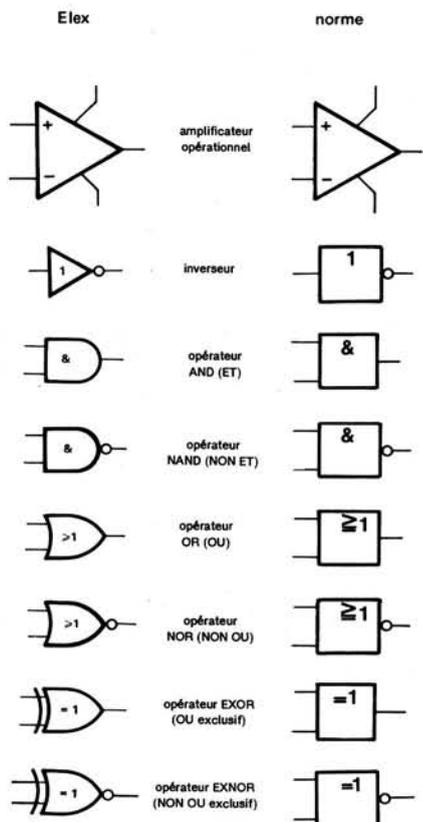
Dans les schémas, les circuits intégrés sont désignés par les lettres «IC» de l'anglais *integrated circuit*. Il existe désormais tant de circuits intégrés différents qu'il est devenu impossible de les caractériser de façon générale, si ce n'est en disant d'un circuit intégré qu'il s'agit d'un agglomérat complexe de jonctions semi-conductrices fortement miniaturisé. Jusqu'à une date récente, la plupart des circuits intégrés apparaissait sous la forme de boîtier DIL (*dual in line* = broches disposées sur deux rangées parallèles). Dans les schémas d'ELEX nous continuerons d'utiliser ce type de composants. La broche 1 des circuits intégrés DIL se trouve toujours à gauche du repère lorsque celui-ci se trouve en haut du circuit intégré vu de dessus.

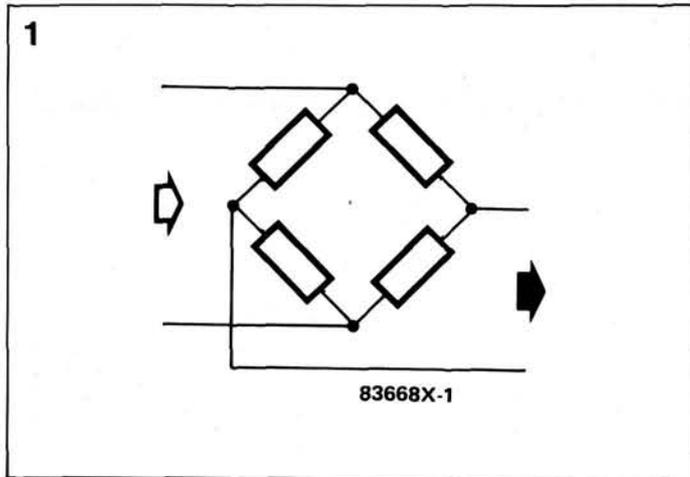


Il existe pour la plupart des circuits intégrés des équivalents plus ou moins nombreux. Dans les listes de composants, il est impossible de mentionner toutes les références disponibles; le plus souvent, seule la partie significative de la référence est mentionnée; par exemple 741 pour LM741,  $\mu$ A741, MC741, SN72741, etc. Sauf mention spéciale, il est préférable de prévoir systématiquement des supports de bonne qualité pour les circuits intégrés utilisés dans les schémas d'ELEX.

## Symboles

Les symboles utilisés dans les schémas d'ELEX, notamment ceux des opérateurs logiques, ne sont pas les symboles industriels normalisés.

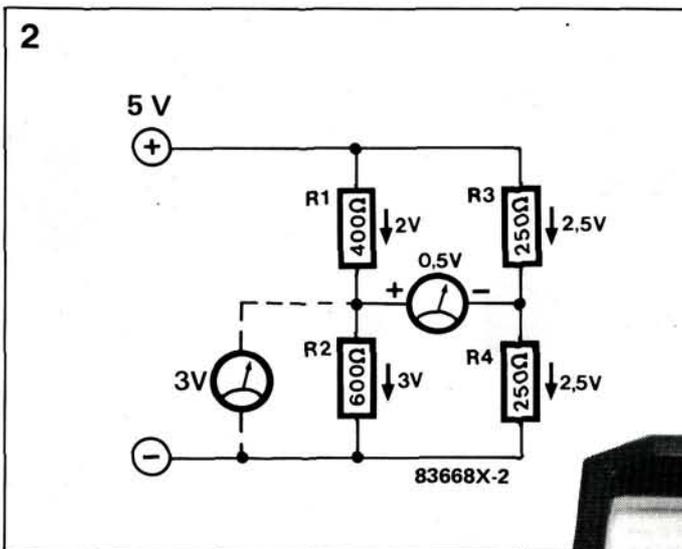




En électronique on donne généralement le nom de *pont* aux circuits qui ont l'aspect carré du pont de résistances de la **figure 1**. En fait, ces circuits devraient plutôt s'appeler "balances" en raison de l'importance de l'équilibre entre les deux branches qui constituent le soi-disant pont. La **figure 2** fait mieux ressortir le fait que ces deux branches sont en réalité deux **diviseurs de tension**.

**L'instrument, placé au centre, mesure la différence de tension entre les deux branches du pont.**

L'instrument, placé au centre, mesure la différence de tension entre les deux branches du pont. Le diviseur de tension de gauche (R1-R2) divise la tension d'alimentation (5 V) en une tension de 2 V (aux bornes de R1) et une tension de 3 V (aux bornes de R2). Notez la présence des petites flèches de courant à côté des résistances : elles matérialisent le courant qui



produit les chutes de tension. La tension d'alimentation de la branche droite du pont est divisée en deux tensions rigoureusement égales (2,5 V). L'instrument indique la différence de tension qui règne entre les deux branches du pont, soit 0,5 V.

Imaginons qu'on modifie la valeur de la résistance R1 et qu'on lui donne une valeur

de 260 Ω : la chute de tension à travers R2 augmenterait de 0,5 V. Le déséquilibre du pont se traduit alors par l'indication d'une tension de 1 V, soit une augmentation de 100% par rapport à la valeur affichée précédemment. Une mesure équivalente effectuée sans pont de mesure consiste à relever directement l'accroissement de la tension aux bornes de R2. On constate alors le passage de 3 V à 3,5 V, ce qui ne représente qu'une augmentation de 17%.

La différence entre ces deux pourcentages montre que la précision obtenue par l'indi-

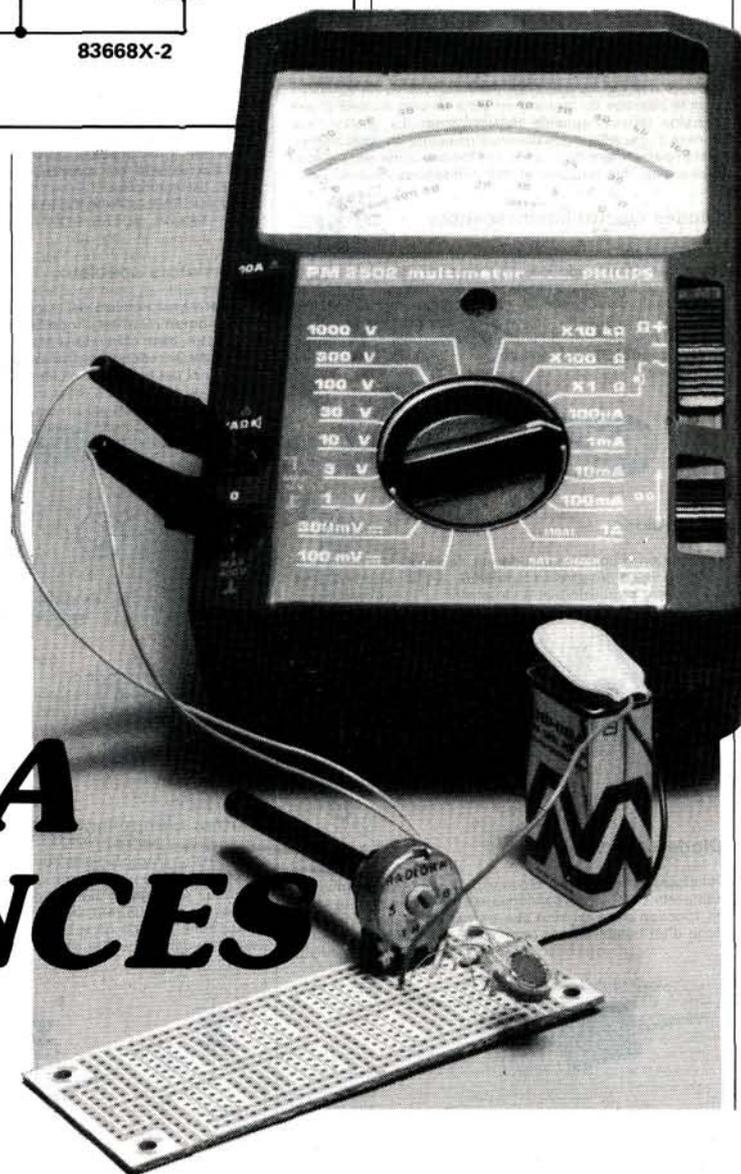
cation du déséquilibre dans le pont de mesure est bien meilleure que celle que l'on obtient directement par la mesure des tensions régnant dans le diviseur de tension.

**Même de petites variations de tension ou de résistance dans un pont provoquent de grandes variations de mesure.**

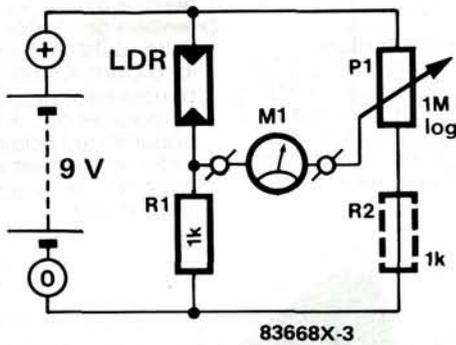
Le corollaire de cette constatation est que même de petites variations de tension ou de résistance dans un pont provoquent de grandes variations de mesure.

La précision du pont est particulièrement bonne lorsqu'on le maintient dans son état d'équilibre. Aucun courant susceptible de fausser la mesure ne passe alors d'une branche du pont dans l'autre; on peut dès lors utiliser n'importe quel type (sensibilité) d'instrument de mesure (galvanomètre). Nous allons expérimenter cette caractéristique au moyen d'un simple circuit de

# PONT DE MESURE A RESISTANCES



3



mesure d'éclairement (figure 3).

L'élément sensible à la lumière (LDR : *Light Dependant Resistor*, c'est-à-dire une résistance photosensible, du grec *phōs*, *photos* = lumière) se trouve dans la branche gauche du pont. La résistance de cet élément dépend, comme son nom

l'indique, de l'éclairement : dans l'obscurité sa résistance est très élevée et elle diminue avec l'augmentation de la luminosité.

La tension aux bornes de la résistance R1 est déterminée par le rapport des résistances LDR/R1 : sa valeur rend compte de l'éclairement ambiant. On règle le poten-

tiomètre P1 pour que l'instrument de mesure indique zéro. C'est à ce moment que le rapport des résistances comprises entre chacune des deux extrémités de la piste du potentiomètre et le curseur est égal au rapport des résistances LDR/R1. Si l'éclairement est modifié, le réglage du potentiomètre doit être refait pour que l'indication de l'instrument de mesure soit de nouveau nulle. L'échelle du potentiomètre peut être graduée en unités d'éclairement, c'est-à-dire en lux ou encore en indices d'éclairement correspondant à un usage particulier de l'instrument.

**Dans un pont de mesure à résistances, les valeurs absolues des résistances importent peu. Ce qui compte, c'est que le rapport des résistances d'une branche soit égal au rapport de celles de l'autre branche: alors l'instrument indique zéro et le pont est en équilibre.**

Les quelques composants de ce circuit peuvent être

montés sur une chute de platine d'expérimentation.

Soyez prévoyant et ajoutez-y la résistance R2 (1 kΩ) dessinée en pointillé : elle limitera l'intensité du courant à travers la LDR en empêchant d'adopter des valeurs excessives quand le curseur du potentiomètre est en fin de course vers la masse.

Dans un pont de mesure à résistances, les valeurs absolues des résistances importent peu. Ce qui compte, c'est que le rapport des résistances d'une branche soit égal au rapport de celles de l'autre branche : alors l'instrument indique zéro et le pont est en équilibre.

Dans l'article qui suit (tournez la page), vous trouverez la description d'un photomètre moderne dans lequel nous employons une photodiode pour mesurer l'éclairement.



# ÉLECTRONICIENS

POUR FAIRE DES SOUDURES PRÉCISES ET RAPIDES  
ET PROTÉGER VOS SEMICONDUCTEURS  
**OPTÉZ pour les ANTEX**  
70 PAYS DONT LES U.S.A. ET LE JAPON LES UTILISENT

TCS  
220V

C 15 W  
24V - 115V  
220V

XS 25 W  
230V - 115V  
24V - 12V

CS 17 W  
230V  
115V  
24V  
12V

**Nouveau Fer 50W**  
régulé dans  
le manche  
**Support ST5**  
renforcé

Support ST4 pour  
tous les fers  
ANTEX



**BRAY FRANCE**

76, rue de Sully  
92100 Boulogne-sur-Seine  
Tel. : 46 04 38 06 Telex 201576

RAPY - 45 75 37 52

## BERIC présente les Stars de la Mesure !

DMT 1000 A Multimètre digital automatique



Avec test de continuité, prise 20 A, test semi-conducteur, mémorisation de l'affichage.

Caractéristiques : 2 000 points. Affichage 19 mm. VDC : 1 000 V ± 0.5 %. VAC : 750 V. IAC/DC : 20 A. Ω : 20 Mohms.

Prix : **498 F TTC**

DMT 7000  
Multimètre digital

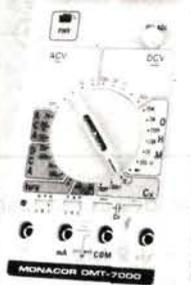
Avec prise 20 A, test de continuité, transistomètre, capacité, fréquence, test diodes.

Caractéristiques : 2 000 points. Affichage 19 mm. VDC : 1 000 V ± 0.5 %. VAC : 750 V. IAC/DC : 20 A. Ω : 20 Mohms. HFE : 0 à 1 000 fois. Test diodes : 1,2 mA, 0 à 1 999 ohms. μF : 20 μF. Hz : 200 kHz.

Prix : **597 F TTC**

Livré avec cordons pour mesures de transistors et de condensateurs.

DMT 7000



Multimètre digital

RADIO-COMMUNICATION / MESURE / METEOSAT / AUDIOVISUEL / INDUSTRIE / ENSEIGNEMENT AGREMENT / RADIO-MODELISME / COMPOSANTS / ETUDE-CONCEPTION / BF-AUDIO / SONORISATION / RADIO-AMATEUR / MICRO-INFORMATIQUE / TELE-COMMUNICATION / OUTILLAGE

**...BERIC...BERIC...BERIC...BERIC...**

43, rue Victor Hugo  
F 92240 MALAKOFF  
16 (1) 46.57.68.33

■ VENTE AU COMPTOIR  
■ PAR CORRESPONDANCE  
■ CATALOGUE participation  
de 10 F en timbre

Fermé  
LUNDI

Frais de port PTT forfait 30 F

Est-il vraiment possible de construire soi-même un photomètre fiable ? Oui, certainement. Le modèle présenté ici est non seulement meilleur marché que ceux qu'on vend dans le commerce, mais grâce aux composants et aux circuits mis en oeuvre, c'est aussi un appareil de mesure d'une grande sensibilité. Le circuit des appareils dits photomètres CdS (Cadmium Sulfide) se compose au fond d'une pile qui fait circuler un courant à travers une LDR (Light Dependant Resistance)

et un galvanomètre (figure 2). Puisque la résistance de la LDR dépend de la lumière ambiante, le courant dans le circuit dépend lui aussi de cette lumière. Des potentiomètres, résistances et interrupteurs permettent l'étalonnage et le choix des gammes de mesure de ces instruments.

Les performances des LDR commencent à dater quelque peu, c'est pourquoi nous avons choisi une photodiode (BPW34) pour mesurer l'intensité lumineuse. En

termes scientifiques, nous devrions dire que nous mesurons l'éclairement qui est le quotient du flux lumineux que reçoit une surface par son aire :  $E = d\Phi/dS$ . L'unité d'éclairement est le lux.

Tout comme les diodes zener, les photodiodes sont polarisées en sens inverse. Dans l'obscurité complète elles sont bloquées et leur courant est nul. Dès que la lumière frappe le cristal de

silicium de la photodiode, un courant s'établit. Son intensité est fonction de l'éclairement. Ce courant de diode, qui s'appelle aussi photocourant, circule également dans la résistance placée en série avec la diode (figure 3). Une tension est générée dans cette résistance et, selon la loi d'Ohm ( $U=RI$ ), elle est directement proportionnelle au courant qui, à son tour, dépend de l'éclairement. Cette tension est amplifiée et mesurée dans notre photomètre.

# Photomètre électronique

Figure 1 - Boîtier et face avant du photomètre.



## Liste des composants

R1 = 1,2 M $\Omega$   
 R2 = 150 k $\Omega$   
 R3 = 18 k $\Omega$   
 R4, R10 = 2,2 k $\Omega$   
 R5 = 3,9 k $\Omega$   
 R6, R9, R12 = 10 k $\Omega$   
 R7 = 10 M $\Omega$   
 R8 = 390  $\Omega$   
 R11 = 680  $\Omega$   
 P1 = 1 k $\Omega$  lin.  
 P2 = 10 k $\Omega$  var.  
 C1 = 220 nF  
 D1 = BPW34 (éventuellement BPW21)  
 D2 = 5,6 V/400 mW (diode zener)

D3, D4 = LED  
 T1, T2 = BC547B  
 IC1 = CA3140

## Divers :

S1 = bouton-poussoir à contact de travail  
 S2 = commutateur rotatif 1 x 4 (éventuellement 2 x 5 : voir texte)  
 1 pile de 9 V  
 1 connecteur pour pile de 9 V  
 1 support pour CI (8 broches)

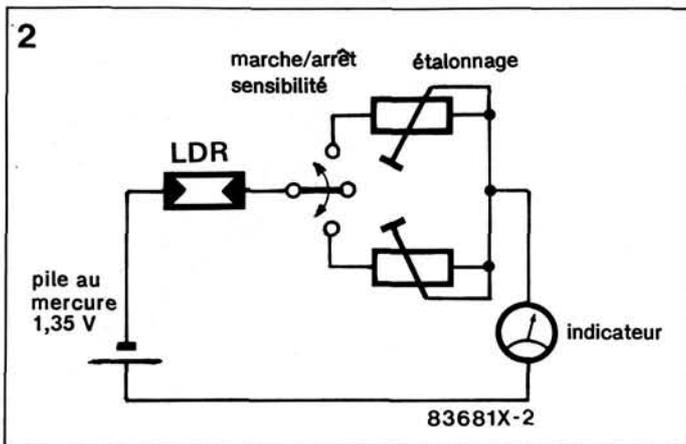


Figure 2 - Schéma de principe d'un photomètre à LDR (Light Dependant Resistor) appelé également photomètre CdS (Cadmium Sulfide).

### LE CIRCUIT

Le fonctionnement du photomètre est basé sur un amplificateur différentiel IC1 dont les tensions d'entrée sont prélevées sur les deux branches d'un pont de mesure. La première branche comprend la photodiode et une résistance de mesure faisant partie du sélecteur de sensibilité S2. La deuxième branche, en parallèle sur la première, est un diviseur de tension comportant un potentiomètre d'étalonnage P2 et un potentiomètre de mesure P1 qui permet de rétablir l'équilibre du pont de mesure.

Deux LED indiquent l'équilibre ou le déséquilibre de ce pont. Si la tension de sortie de l'amplificateur différentiel n'est pas nulle, une seule des deux LED est allumée et

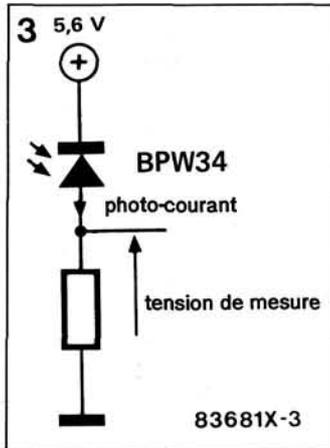


Figure 3 - Le photocourant qui traverse la photodiode d'un photomètre électronique, parcourt la résistance de mesure aux bornes de laquelle nous recueillons une tension proportionnelle à l'éclairement.

elle indique le sens dans lequel il faut tourner le potentiomètre de mesure P1 pour rétablir l'équilibre du pont. Lorsque cet équilibre est atteint, la somme des indices de sensibilité et par le potentiomètre de mesure est égale à l'indice d'éclairement à mesurer. En bas à gauche du schéma de la figure 4 on voit le couplage en série de la photodiode et de la résistance de mesure. En réalité il existe quatre résistances de mesure : le commutateur S2 permet de choisir celle qui donne à l'appareil la sensibilité correspondant à la lumière ambiante. Ainsi, la résistance R1 fait réagir le photomètre à des courants très faibles de l'ordre des millièmes d'ampère ( $\mu\text{A}$ ).

Les résistances R2, R3 et R4 correspondent à des éclaircissements de plus en plus forts. Le point M est raccordé à l'entrée non inverseuse de IC1.

En parallèle sur le circuit de la photodiode, on trouve le couplage en série de P1, P2 et R5. Ces trois résistances constituent un diviseur de tension réglable dont la tension sur le curseur de P1 est reportée sur l'entrée inverseuse de IC1. La différence de tensions entre les deux entrées de l'amplificateur différentiel est multipliée par mille. C'est le rapport entre les résistances R7 et R6 qui détermine ce facteur d'amplification (figure 5). Une différence de potentiel de 1 mV (un millième de volt) entre les deux entrées donne lieu à une tension de sortie de 1 V.

Vous voyez que le circuit est très sensible au moindre déséquilibre du pont.

### DEUX LED INDICATRICES

L'amplificateur différentiel est suivi d'un diviseur de tension R9-R10. Celui-ci réduit la tension de sortie à 1/5 de sa valeur car le seuil de conduction du transistor T1, auquel la tension est appliquée, est de 0,6 V. Il suffit en effet que la tension à la sortie du diviseur de tension atteigne 0,6 V pour que le transistor T1 devienne conducteur. Le courant de collecteur passe par R11 et D3, et provoque l'allumage de la LED D3 (figure 6). Ainsi l'utilisateur est averti que la tension qui règne aux bornes de la résistance de mesure est supérieure à celle qui est déterminée à l'aide de P1. Si la tension à la sortie du diviseur de tension n'atteint pas cette valeur de 0,6 V, T1 est bloqué, la LED D3 s'éteint... et la LED D4 s'allume. En effet, si T1 est bloqué, la jonction base-émetteur de T2 conduit un courant passant par R10, D3 et R11 (figure 7). Limité par R10, ce courant est trop faible pour allumer la LED D3, mais il est suffisant pour rendre T2 conducteur. Le courant de collecteur de T2 passe par la LED D4 qui s'allume. D4 avertit donc l'utilisateur que la lumière est plus faible que la valeur affichée par P1.

Une résistance de 680  $\Omega$  limite le courant qui traverse les LED. Une seule résistance (R11) suffit pour les deux diodes puisqu'elles ne s'allument qu'à tour de rôle.

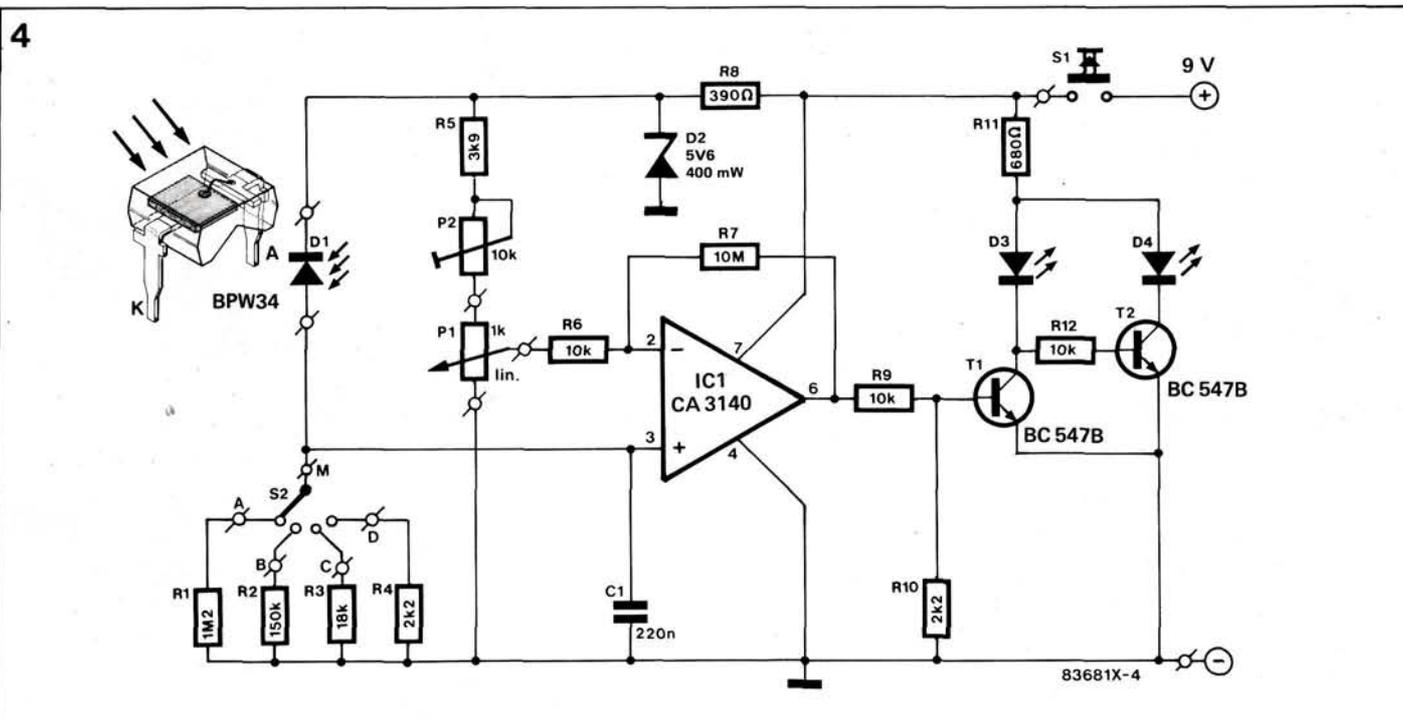


Figure 4 - Voici le schéma d'ensemble du photomètre électronique ainsi que le brochage de la photodiode.

5

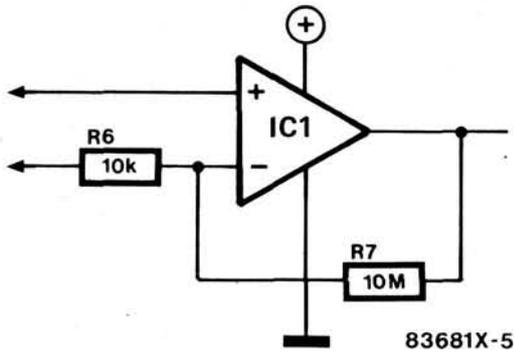


Figure 5 - L'amplificateur différentiel IC1 compare la tension aux bornes de la résistance de mesure à la tension prélevée par le potentiomètre de mesure et il multiplie la différence entre ces deux tensions par mille.

Le circuit est conçu de manière telle que les deux LED s'allument faiblement dès que le pont de mesure est équilibré. Pour effectuer une mesure correcte il vous suffit de provoquer l'allumage des deux LED au moyen du potentiomètre de mesure P1. Si vous n'arrivez pas à vos fins, changez de gamme de sensibilité à l'aide de S2.

Un mot encore au sujet de quelques composants dont il n'a pas encore été fait mention jusqu'à présent. Le condensateur C1 filtre les fluctuations de tension qui elles-mêmes résultent des variations périodiques de l'intensité lumineuse des lampes alimentées en courant alternatif. La résistance R8 et la diode zener D2 réduisent la tension de la pile à une valeur stable de 5,6 V qui assure un fonctionnement fiable à l'instrument : ainsi est éliminé tout risque d'erreur de mesure due à une tension d'alimentation trop faible.

7

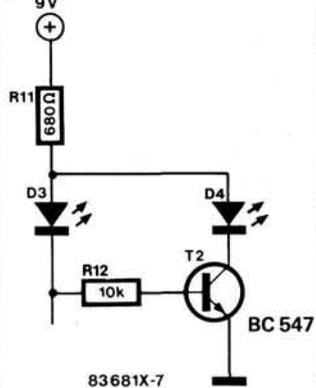


Figure 7 - Si la lumière est plus faible que celle qui est affichée par le potentiomètre de mesure, la LED D4 s'allume.

6

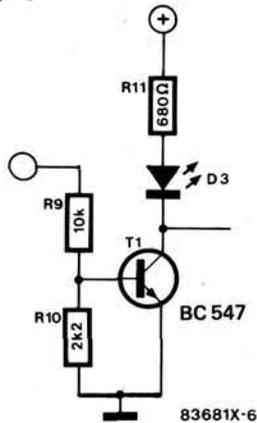


Figure 6 - Dès que l'amplificateur différentiel envoie une tension d'erreur (provoquée par un léger déséquilibre entre les deux branches du pont de mesure), le transistor T1 devient conducteur et son courant de collecteur traverse la LED D3 qui s'allume.

## ASSEMBLAGE

Le circuit entier peut être assemblé sur une platine expérimentale de format 40mm x 100mm (platine ELEX N°1). La figure 9 vous montre l'implantation des composants. Effectuez le montage de ces composants dans l'ordre habituel : du plus petit au plus grand sans oublier les trois petits fils de pontage.

Ne confondez pas l'anode et la cathode des diodes D2, D3 et D4. Cette remarque est valable pour la photodiode D1 dont le brochage apparaît à gauche du schéma général (figure 4). Cette photodiode n'est évidemment pas soudée sur la

platine principale. Montez-la sur un bout de platine expérimentale que vous fixez sur le panneau frontal du boîtier (figure 10). Deux fils souples la relient au circuit. Orientez le circuit intégré IC1 correctement : la broche 1 est du côté de la résistance R6. Certains autres composants sont fixés sur la face supérieure du boîtier afin d'être bien visibles et facilement accessibles : les LED D3 et D4, le bouton-poussoir S1, le commutateur rotatif S2 et le potentiomètre P1.

Voici encore une remarque importante au sujet de S1 et de S2. Le bouton-poussoir S1 doit rester actionné pendant toute la durée de la mesure. La manipulation de l'appareil est simplifiée si l'on supprime S1 et que l'on assigne la fonction marche-arrêt à S2. Pour ce faire, on remplace le commutateur rotatif à 1 circuit et à 4 positions par un modèle à 2 circuits et à 5 positions. La figure 11 montre la façon de câbler ce commutateur. Nous avons opté pour cette solution et c'est pourquoi vous ne voyez pas d'interrupteur S1 sur la face avant du boîtier (photo 1).

8

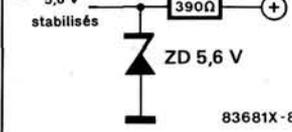


Figure 8 - La diode zener stabilise la tension d'alimentation du pont de mesure.

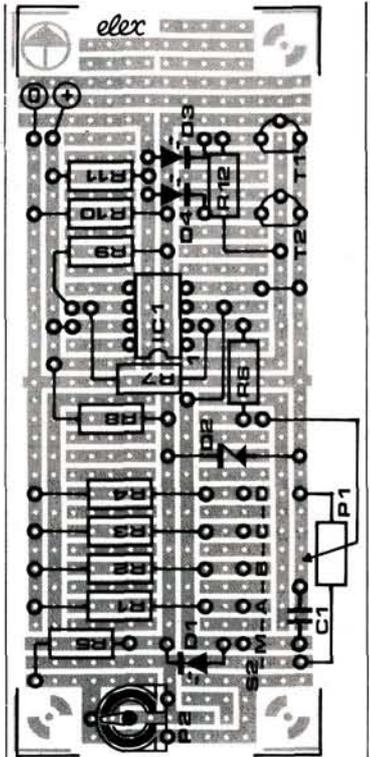


Figure 9 - Implantation des composants du photomètre : repérez soigneusement les trois fils de pontage et n'oubliez pas de les installer avant tout autre composant.

10

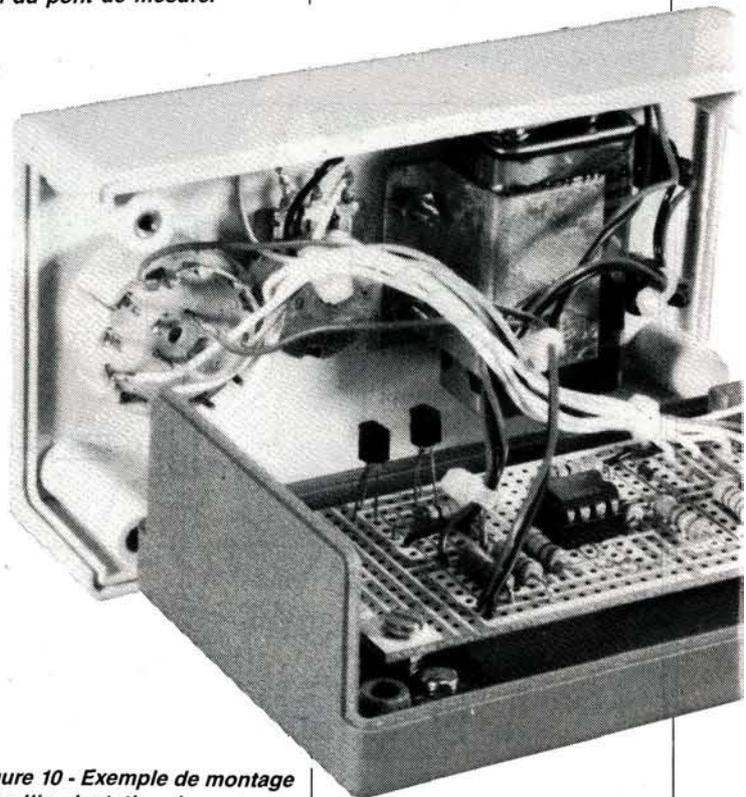


Figure 10 - Exemple de montage avec l'implantation des organes de commande, la pile, la platine et la photodiode.

La photodiode que nous préconisons présente le défaut d'être sensible au rayonnement infra-rouge. Par conséquent l'éclairage que vous mesurerez au coucher du soleil sera légèrement erroné. Si vous n'admettez pas cette erreur, vous devrez choisir une autre photodiode : une BPW21 par exemple, qui filtre les rayons infra-rouges. Elle est plus chère et dix fois moins sensible que la BPW34. Si vous utilisez cette photodiode, multipliez la valeur des résistances de mesure par dix pour que la sensibilité du photomètre reste la même : R1 = 12 M $\Omega$ , R2 = 1,5 M $\Omega$ , R3 = 180 k $\Omega$ , R4 = 22 k $\Omega$ .

11

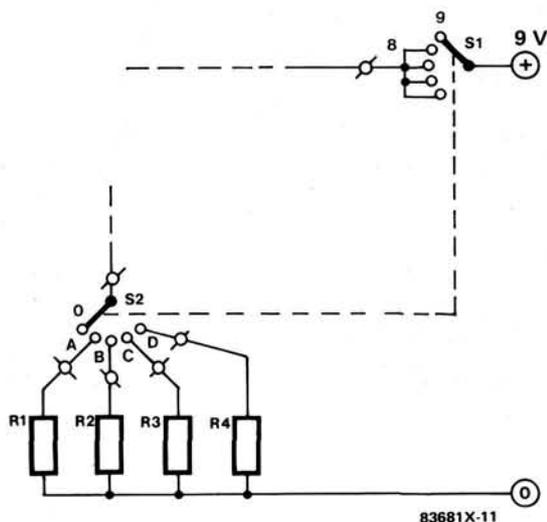
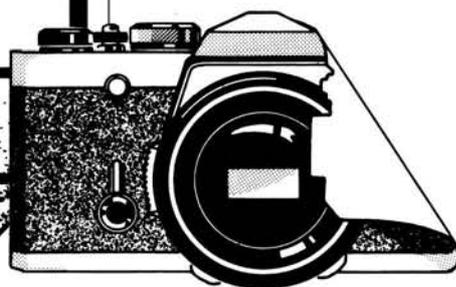


Figure 11 - L'utilisation du photomètre est simplifiée si on supprime le bouton-poussoir S1 et qu'on affecte la fonction marche-arrêt à un commutateur rotatif à deux circuits et à cinq positions.

Film 21 DIN , temps de pose = 1/60 s			
Indice d'éclairage	Diaphragme	Eclairage en lux	REMARQUES
9	2,8	1.400	Journée hivernale (décembre) ciel couvert (900 à 2.000 Lux)
10	4	2.800	Journée hivernale (décembre) ciel clair (jusqu'à 9.000 Lux)
11	5,6	5.500	
12	8	11.000	Journée d'été (juin) ciel couvert (4.000-20.000 Lux)
13	11	22.000	Journée d'été (juin) avec ciel clair et ensoleillé (jusqu'à 100.000 lux)
14	16	44.000	
15	22	88.000	



## ETALONNAGE

L'étalonnage est très simple à réaliser si vous disposez d'un autre photomètre analogique déjà étalonné. Effectué par approximations et comparaisons successives, le réglage du potentiomètre d'étalonnage P2 sera satisfaisant quand la plage de réglage du potentiomètre de mesure P1 couvrira quatre indices de lumière. Il s'agit donc d'obtenir la possibilité d'équilibrer le pont de mesure avec P1 d'une bout à l'autre de sa course, et qu'il ne subsiste par conséquent aucune zone morte. Ensuite vous diviserez cette plage de réglage en quatre secteurs égaux auxquels vous affectez, de gauche à droite, les indices 0, 1, 2 et 3. Affectez également des indices aux différentes positions du sélecteur de sensibilité : A=3, B=6, C=9, D=12. Effectuez maintenant

une mesure d'éclairage en équilibrant le pont de mesure (allumage des deux Led). Lisez les indices correspondant aux positions de S2 et de P1 et additionnez-les : leur somme est l'indice d'éclairage recherché.

Les amateurs de photographie savent que d'une vitesse d'obturation à la suivante le temps de pose est divisé (ou multiplié) par deux; et que d'une ouverture de diaphragme à la suivante, la quantité de lumière admise est également divisée (ou multipliée) par deux. Nous avons adopté un système d'indices qui suit le même principe : nos indices successifs correspondent chacun à un éclairage égal au double (ou à la moitié) du précédent. Le tableau qui suit vous montre la correspondance entre indice d'éclairage, ouverture du diaphragme et éclairage exprimé en lux.

Ce tableau est valable pour un film d'une sensibilité de 21 DIN et pour un temps de pose de 1/60 de seconde. Si vous modifiez ces données la correspondance avec l'indice d'éclairage doit être adaptée. Le mécanisme d'adaptation est simple. Le film est impressionné par la quantité de lumière qui lui parvient. Si par exemple, avec une ouverture 8, le temps de pose est de 1/125 s au lieu de 1/60 s, la quantité de lumière admise par l'objectif est réduite de moitié. L'éclairage doit donc être deux fois plus fort (indice 13 au lieu de 12) pour que la photo soit réussie. Si vous utilisez un film d'une autre sensibilité, il faut corriger les indices comme suit :

15 DIN = -2  
 18 DIN = -1  
 21 DIN = 0  
 24 DIN = +1  
 27 DIN = +2p

# feux de stationnement automatiques

Présenté ici comme circuit de commande de feux de stationnement pour automobile, ce détecteur de luminosité peut aussi être transformé en interrupteur crépusculaire.

Les feux de stationnement font désormais partie de l'équipement standard des automobiles. Sur de nombreux modèles récents, leur commande est couplée avec celle des feux clignotants (changement de direction). Une fois le contact coupé, selon la position de la commande des clignotants, les feux de stationnement de droite ou de gauche s'allument. En règle générale, ces feux n'ont pas leur propre ampoule; les constructeurs préfèrent utiliser pour assurer cette fonction, des ampoules inutilisées à ce moment. L'un des feux de position avant ainsi qu'un des feux arrière servent de feux de stationnement. Jusqu'ici, pas de problème.

Cette manière de procéder présente quand même un désavantage : le conducteur doit allumer lui-même les feux de position. Que se passe-t-il s'il oublie de le faire après avoir garé sa voiture dans un endroit mal éclairé : crac, boum... et c'est la dépanneuse! Nous vous laissons imaginer la suite.

De telles mésaventures n'arrivent pas aux propriétaires de véhicules équipés de "feux de stationnement automatiques", car le montage se charge lui-même d'allumer le feu de stationnement à la tombée de la nuit. Inutile de préciser que nous avons prévu l'extinction automatique de ce feu au lever du jour.

## LE CIRCUIT

Le schéma de la figure 1 fonctionne selon le principe du trigger de Schmitt. L'état du relais est déterminé par la tension présente à l'entrée,

c'est-à-dire aux bornes de la LDR R7 (*Light Dependant Resistor*, une photo-résistance). Le principe du trigger de Schmitt est simple. La figure 2 vous donne des précisions à ce sujet. Lorsque la tension à l'entrée du trigger augmente, elle atteint au moment t1 le seuil U2. La sortie du trigger bascule, et passe à l'état haut; elle reste dans cet état jusqu'à ce que la tension d'entrée repasse sous le seuil U1, ce qui, sur notre schéma, se produit au moment t2. La figure 2 indique que **les deux seuils ne se situent pas au même niveau de tension**. La différence de tension entre les deux seuils est ce que l'on appelle la tension d'hystérésis (Uh). Cette plage d'inactivité est nécessaire pour que le circuit ne se mette à osciller autour du seuil de basculement.

Généralement, dans les montages comportant un

trigger de Schmitt, on cherche à maintenir cette différence de tension à une valeur la plus faible possible. Pour nos feux de stationnement automatiques, nous rechercherons l'effet inverse. Tout d'abord nous réglons le seuil, de façon à ce que les feux s'allument à la tombée de la nuit. Le montage est informé sur la luminosité ambiante par la photo-résistance R7. Il s'agit d'un composant dont la résistance varie selon l'intensité de la lumière qui le frappe. Ce qui signifie que sa valeur fournit une indication directe sur l'intensité de la lumière ambiante. S'il fait sombre, la LDR aura, en fonction de son type, une résistance de 1 M $\Omega$  ou plus. Une illumination suffisante (lumière du jour) fera diminuer cette résistance qui

se situe alors entre 75  $\Omega$  et 300  $\Omega$ . Pendant la journée, la LDR (R7) présente donc une résistance de faible valeur, et la chute de tension à ses bornes est faible. Par conséquent le transistor T1 est bloqué. Le transistor PNP T2 est également bloqué, et la tension aux bornes de la bobine d'excitation du relais n'est que de quelques dixièmes de volts. C'est insuffisant pour déclencher la fermeture des contacts et allumer les feux de stationnement. Lorsque vient la nuit, la valeur de R7 augmente. Le condensateur C1 commence à se charger. Dès que la tension aux bornes de ce condensateur a atteint le seuil base-émetteur de T1 (soit 0,6 V ou

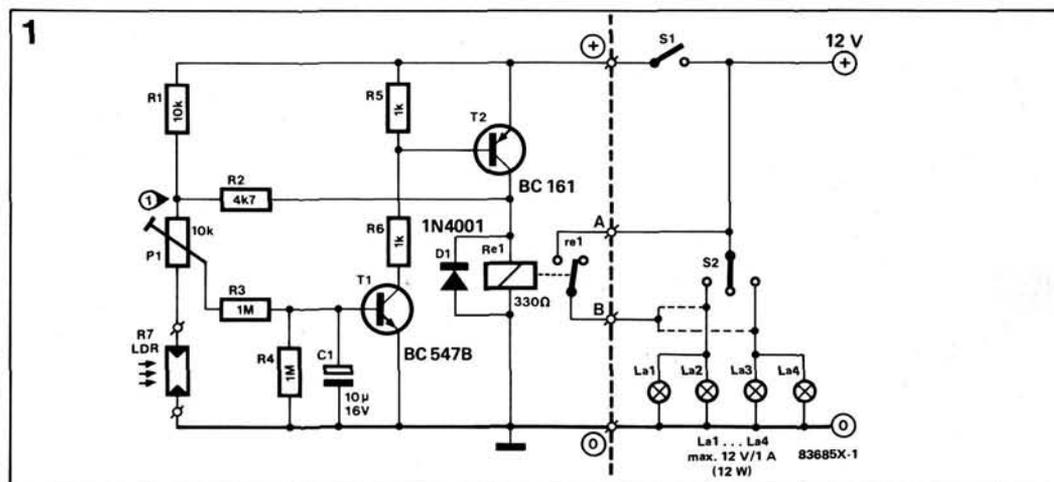
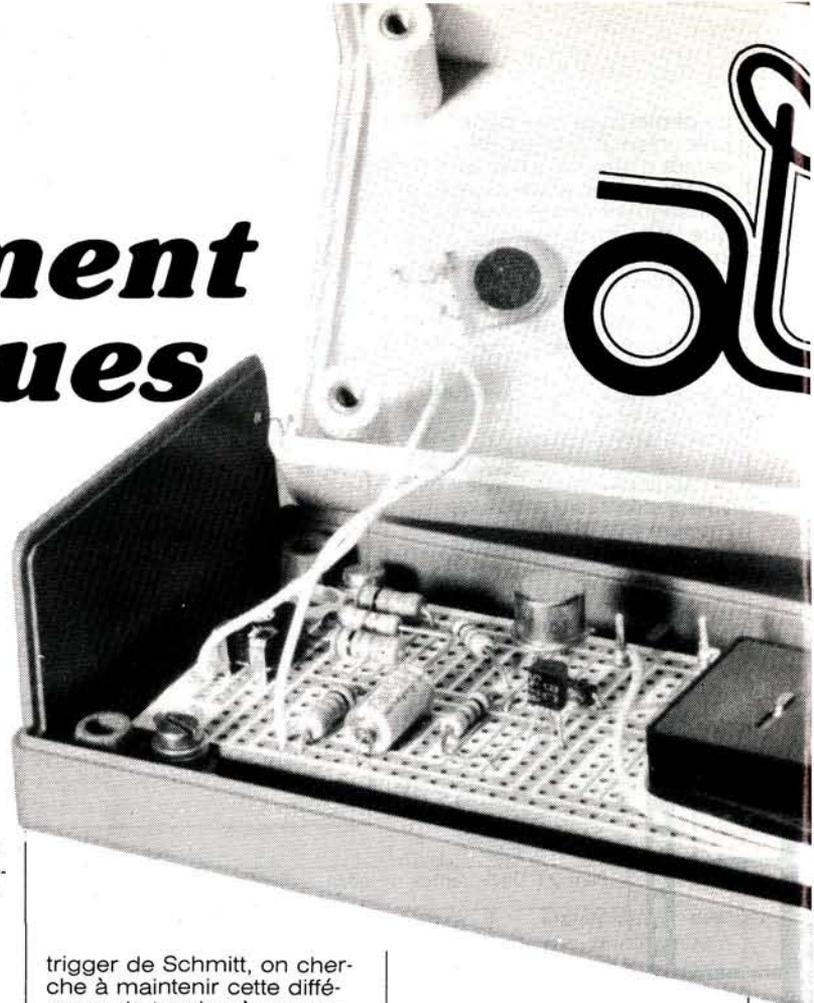


Figure 1 - Le montage de l'interrupteur crépusculaire n'est constitué que de peu de composants. La diode D1 est une diode de protection qui élimine les tensions inductives négatives très dangereuses pour le transistor, qui naissent lors de la coupure du courant d'excitation du relais.



# Auto

## Liste des composants

- R1 = 10 kΩ
- R2 = 4,7 kΩ
- R3,R4 = 1 MΩ
- R5,R6 = 1 kΩ
- R7 = LDR
- P1 = 10 kΩ variable
- C1 = 10 μF/16 V
- D1 = 1N4001
- T1 = BC547B
- T2 = BC161

## Divers :

- Re = relais encartable 12 V/5 A par exemple Siemens V23027-A002-A101
- 1 platine (format 1)
- 1 interrupteur unipolaire

0,7 V), le transistor se met à conduire. Le potentiel de tension sur la base de T2 chute, et ce transistor se met à conduire à son tour. Maintenant le relais est alimenté, et son contact "re" bascule : les feux de stationnement s'allument.

Lorsque le jour se lève, c'est le processus inverse qui se déroule : la résistance de la LDR baisse, et C1 se décharge à travers R3, P1 et R7; la tension à ses bornes finit par passer sous la valeur de la tension de seuil base-émetteur de T1; ce transistor se bloque, ainsi que T2, et le relais retombe : les feux de stationnement s'éteignent. Les courbes de la figure 3 montrent que les choses se passent un peu différemment.

## TEMPORISER

Lorsque la résistance de la LDR augmente à l'instant t1, la tension au point 1 (figure 1) passe de 3 V à 9,5 V; la tension d'alimentation du relais ne lui est appliquée qu'à l'instant t'1.

Lorsqu'à l'instant t2 la quantité de lumière qui frappe la LDR est redevenue suffisante, la tension au point 1 chute. Les transistors ne se bloquent qu'après que C1 a pu se décharger, c'est-à-dire à l'instant t'2. La temporisation introduite par la charge et la décharge de C1 est réglable dans une

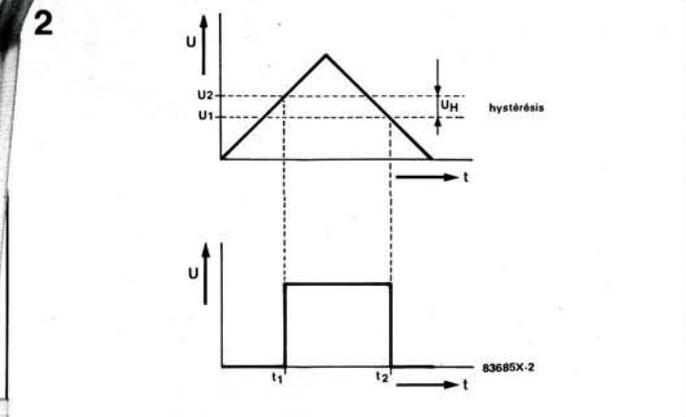


Figure 2 - Un trigger de Schmitt réagit à des seuils de tension (U1 et U2) précis à son entrée, en faisant basculer sa sortie d'un état à un autre.

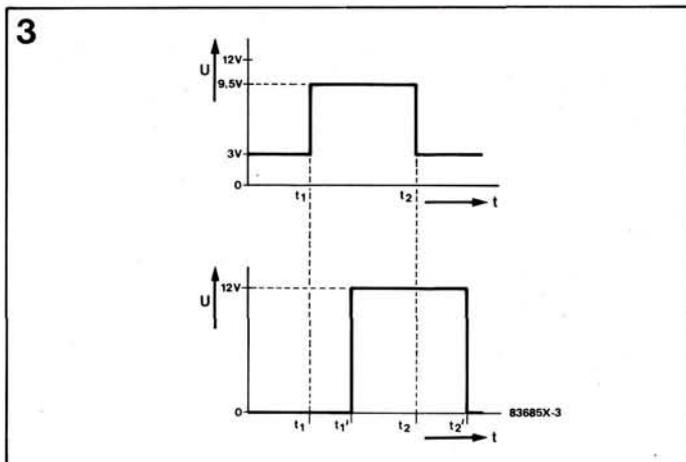


Figure 3 - Le relais commute avec un certain retard, si bien qu'il ne réagit pas aux courtes variations de luminosité enregistrées par la LDR (parasites).

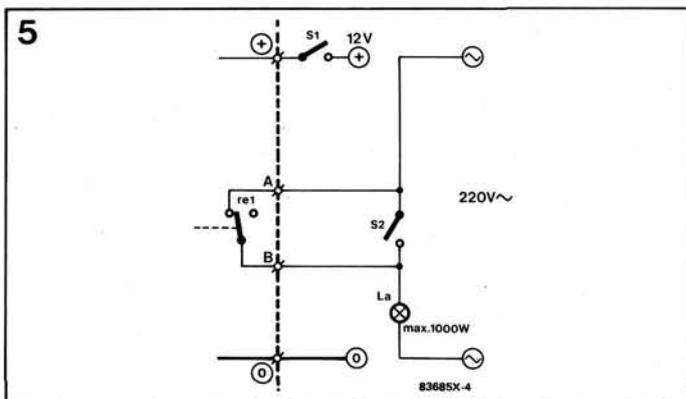


Figure 5. Attention : dès que vous avez à faire avec la tension de 220 V, vous devez redoubler de prudence.

certaine mesure à l'aide de P1.

Mais pourquoi faut-il donc cette temporisation? Les dispositifs électroniques réagissent instantanément et "sans réfléchir", et ils répondent avec autant de fidélité aux ordres réels qu'aux instructions parasites : imaginez que durant la journée, la LDR soit plongée dans la pénombre pour une raison quelconque pendant quelques instants... ou encore que la nuit, cette même LDR soit éclairée brièvement par une source de lumière parasite

(les feux d'une voiture qui passe, par exemple). Sans le circuit de temporisation, les feux réagiraient immédiatement aux fausses informations de luminosité transmises par la LDR.

## REALISATION

Grâce aux indications de la figure 4 vous pourrez réaliser facilement le circuit de commande des feux de stationnement. Les composants figurant à droite de la ligne pointillée de la figure 1 ne fi-

gurent pas sur la platine. Il s'agit de l'interrupteur de mise en service S1 que l'on montera de préférence sur le tableau de bord, à proximité de S2 qui n'est rien d'autre que la commande des feux de stationnement originale de la voiture. Les lampes L1...L4 sont les ampoules des feux de stationnement; on fera des essais pour déterminer laquelle des deux paires d'ampoules connectera au relais. On choisira de préférence celles du côté du chauffeur, puisque c'est le côté de la voiture le plus exposé.

Le relais mentionné dans la liste des composants est un relais encartable (Siemens); on peut en utiliser d'autres, bien sûr. Il faut respecter les données suivantes : tension d'excitation = 12 V; courant d'excitation = 36 mA; résistance de la bobine d'excitation = 330 Ω. Le courant à travers les contacts du relais doit pouvoir atteindre 5 A.

Ce circuit peut être utilisé bien ailleurs que dans une auto. La figure 5 montre comment s'y prendre pour commander par exemple l'allumage d'une lampe (éclairage extérieur par exemple) alimentée directement par le réseau 220 V. On obtient ainsi un interrupteur crépusculaire très bon marché. Il faut dans ce cas réaliser une petite alimentation pour le circuit.

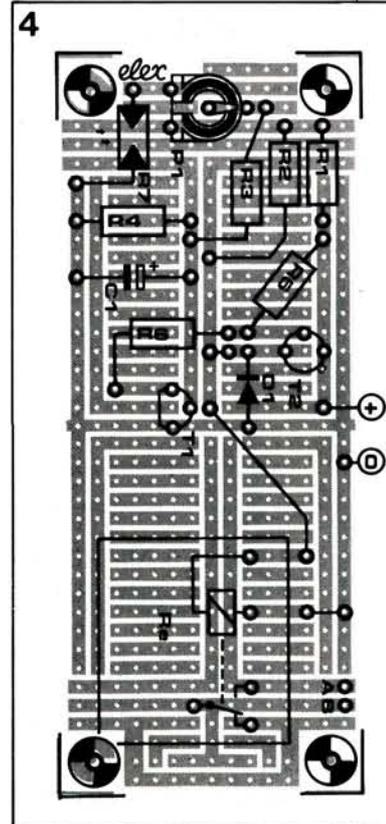
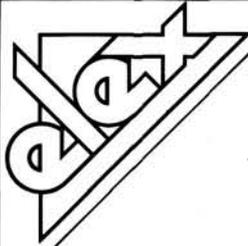


Figure 4. Plan d'implantation des composants du détecteur de luminosité avec temporisation sur une platine d'expérimentation ELEX de format 1.



ELEX Le Seau BP 53 - 59 270 BAILLEUL  
 tél: 20 48 68 04 télécopie: 20 48 69 64  
 téléx: 132 167 MINITEL: 3615 code ELEX  
 8h30 à 12h30 et de 13h15 à 16h15  
 Banque : Crédit Lyonnais -  
 Armentières n° 6631-61840Z  
 CCP PARIS 190200V  
 libellé à "ELEX"

1<sup>ère</sup> année n°6 décembre 1988

ABONNEMENTS : voir encart avant-dernière page

PUBLICITÉ : Brigitte Henneron et Nathalie Defrance  
 ADMINISTRATION : Jeanine Debuysier et Marie-Noëlle Grare  
 DIRECTEUR DÉLÉGUÉ DE LA PUBLICATION : Robert Safie  
 ont participé à la réalisation de ce numéro:  
 Jean-Paul Brodier · Yvon Doffagne · Denis Meyer ·  
 Guy Raedersdorf · NN ·

Société éditrice : Editions Casteilla  
 SA au capital de 50 000 000 F  
 siège social : 25, rue Monge 75005 PARIS  
 RC-PARIS B : 562 115 493 SIRET : 00057 APE : 5112  
 principal associé: S<sup>6</sup> KLUWER  
 Directeur général et directeur de la publication: Marinus Visser

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

Dépôt légal : déc. 1988  
 N° ISSN : 0990-736X N° : CPPAP : 70184

Maquette, composition et photogravure par GBS - BEEK (NL)  
 imprimé aux Pays-Bas par NDB - Leiden

Tous droits réservés pour tous pays

© ELEKTOR/CASTEILLA 1988

# Nouveautés

Nous avons reçu deux ouvrages très différents l'un de l'autre, mais intéressants chacun à sa manière pour les apprentis électroniciens que nous sommes. Le premier est

## une BROCHURE de L'UNION DES PHYSICIENS contenant DES PROGRAMMES D'ACQUISITION DE DONNÉES et la DESCRIPTION D'INTERFACES POUR MO5 et TO7

intitulée "les ordinateurs MO5 nanoréseau TO7, Outils de Laboratoire" et décrit la construction d'une interface analogique-numérique et propose des programmes : oscilloscope, traceur XY, analyseur de spectre, ainsi que la construction très simple et économique d'un capteur optique et de programmes de chronométrage.



L'interface analogique-numérique fonctionne sur MO5, MO6, TO7, TO7-70, TO8, TO8D, TO9 mais est incompatible avec le TO9+. Le montage chronomètre fonctionne aussi sur TO9+. Ce sont les matériels les plus répandus dans les lycées, collèges et écoles, et en raison de l'arrêt de la fabrication de ce type de matériel par Thomson. Les auteurs de la brochure pensent qu'il est possible d'acquérir ces machines d'occasion à des prix modiques, et comme d'autre part les MO5 des nanoréseaux vont bientôt prendre leur retraite, ils incitent leurs collègues de Sciences à être là au bon moment pour les faire attribuer au Laboratoire de Sciences de leur établissement !

La commercialisation de l'interface prête à l'emploi est assurée par la "MAISON DES ENSEIGNANTS DE PROVENCE" 40, Bd Icard, 13010 MARSEILLE (tél: 91 79 88 46) qui propose l'interface montée, testée et prête à l'emploi pour 550 F TTC avec la disquette nanoréseau. La brochure est diffusée par l'UNION des PHYSICIENS, 44 bd Saint-Michel 75270 PARIS Cedex 06, au prix de 50 FF, port compris.

Le deuxième ouvrage que nous avons reçu vient de Belgique et s'intitule

## Les magnétoscopes Fonctionnement et dépannage (SECAM et PAL) Jean Herben

Il comporte une description complète des principes de fonctionnement des magnétoscopes SECAM et PAL, dans les divers systèmes VHS, BETAMAX, V2000 et VIDÉO 8, précédée par des rappels plus généraux sur la télévision et les signaux vidéo. Vous découvrirez l'encodage des images sur bande magnétique, et les astuces tant mécaniques qu'électroniques nécessaires à leur restitution. La mécanique, les servos et l'électronique sont analysés avec l'oeil du réparateur.

Une méthode de dépannage facile, basée sur l'observation d'une mire, sera utile pour les réparations, les réglages et les mises au point. L'étude d'un schéma-bloc universel permet de débroussailler les problèmes électroniques de tous les types de magnétoscopes. Cet ouvrage peut être utilisé dans les écoles pour les cours de télévision et de vidéo. Son approche pédagogique allant du simple au compliqué et ses nombreuses illustrations en font un support de cours très apprécié. L'auteur enseigne d'ailleurs lui-même les techniques vidéo dans un établissement technique.

BCM sc  
 24, route de de la Sapinière  
 B-4960 BANNEUX  
 distribution en France :  
 BCM  
 39b, rue de Harlez  
 B-4000 LIEGE

## "BIBLIO" PUBLITRONIC

Indispensable!

### Guide des circuits intégrés Brochages & Caractéristiques 1

Sur près de 250 pages sont récapitulées les caractéristiques les plus importantes de 269 circuits intégrés: CMOS (62), TTL (31) Linéaires, Spéciaux et Audio (76 en tout).

Il constitue également un véritable lexique, explicitant les termes anglais les plus couramment utilisés. Son format pratique et son rapport qualité/prix imbattable le rendent indispensable à tout amateur d'électronique.  
 prix: 127 FF

### Guide des circuits intégrés 2

- nouveaux symboles logiques
  - famille HCMOS
  - environ 200 fiches techniques (avec aussi des semi-conducteurs discrets courants)
  - en anglais, avec lexique anglais-français de plus de 250 mots
- prix: 155 FF

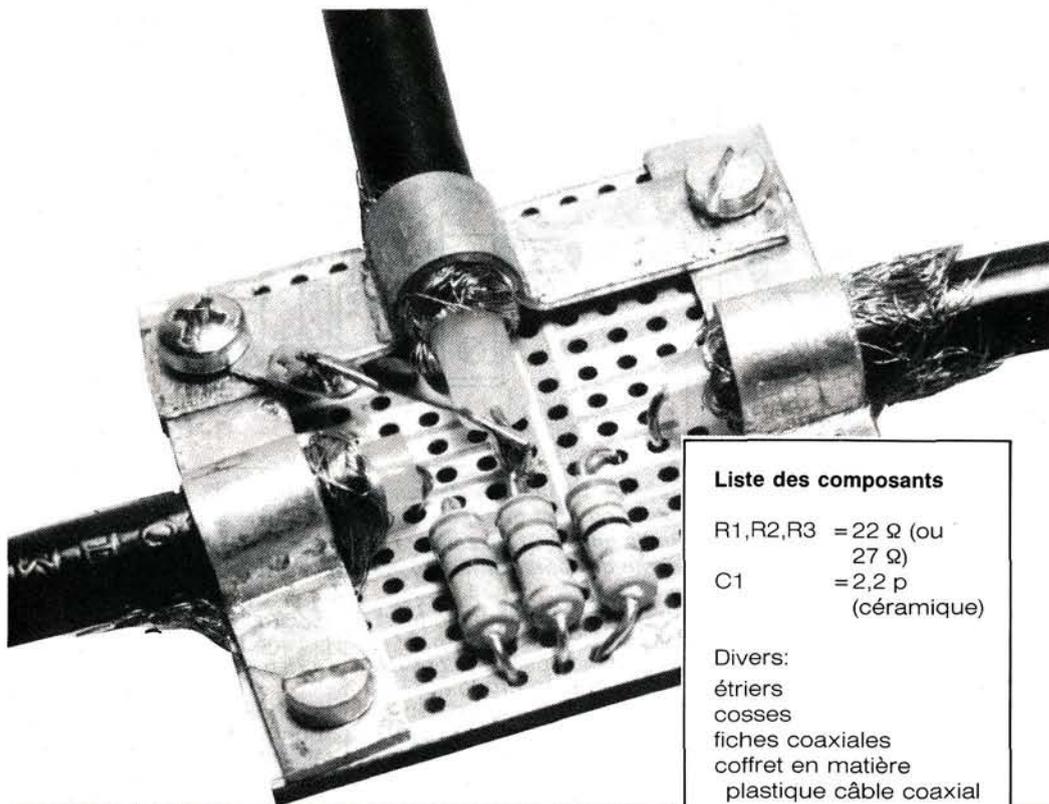
### GUIDE DES MICROPROCESSEURS

Près de 300 pages consacrées aux microprocesseurs actuels, du V20 au Z8000 en passant par les Z80, 1082, 65XX(X), 68XX(X), 80XX(X), 32XXX et autres Transputers et RISC. Plus de 250 adresses de distributeurs officiels (en France, Belgique et Suisse) des types de microprocesseurs décrits dans cet ouvrage y sont répertoriées. Finies les recherches interminables et vaines.  
 PRIX 195 FF



Disponible: - chez les revendeurs Publitronic  
 - chez les libraires  
 - chez Publitronic, B.P. 55, 59930 La Chapelle d'Armentières (+25 F frais de port)

UTILISEZ LE BON DE COMMANDE EN ENCART



#### Liste des composants

R1, R2, R3 = 22  $\Omega$  (ou 27  $\Omega$ )

C1 = 2,2 p (céramique)

Divers:

étriers

cosses

fiches coaxiales

coffret en matière

plastique câble coaxial

# distributeur d'antenne TV

Avec ce petit montage infiniment simple, nous vous offrons non seulement un petit ustensile domestique bien utile, mais aussi une occasion de vous frotter à un des problèmes les plus intrigants de l'électronique, à savoir l'adaptation d'impédance.

Depuis que vous avez fait l'acquisition d'un téléviseur couleur, il vous est sans doute déjà venu à l'esprit l'idée d'utiliser comme téléviseur d'appoint le vieux poste noir et blanc, plutôt que de le mettre au rencart dans une cave ou dans un grenier. Cette bonne idée n'a malheureusement pas pu être concrétisée parce que vous ne disposez sans doute que d'un seul raccordement d'antenne. Allons! ne nous laissons pas impressionner par un si petit obstacle...

Un simple raccordement en parallèle comme celui que l'on fait sur les prises du secteur 220 V ne convient pas pour brancher deux téléviseurs sur une même antenne. L'impédance (c'est-à-dire

la résistance apparente) des deux circuits mis en présence pour un raccordement d'antenne doit être la même, à défaut de quoi le passage du signal sera perturbé. Aussi faut-il qu'un poste de TV dont la prise d'antenne présente une impédance de 60  $\Omega$  soit relié à un câble coaxial de 60  $\Omega$ . Si vous raccordez deux récepteurs de TV en parallèle, l'impédance sera tout bonnement divisée par deux; dès lors sa valeur n'est plus que de 30  $\Omega$ . Autant dire tout de suite que **l'impédance résultant de la mise en parallèle des deux entrées des TV n'est pas compatible avec l'impédance du câble coaxial** qui descend de l'antenne. Que faire alors? Il suffit en fait de construire un simple circuit d'adaptation

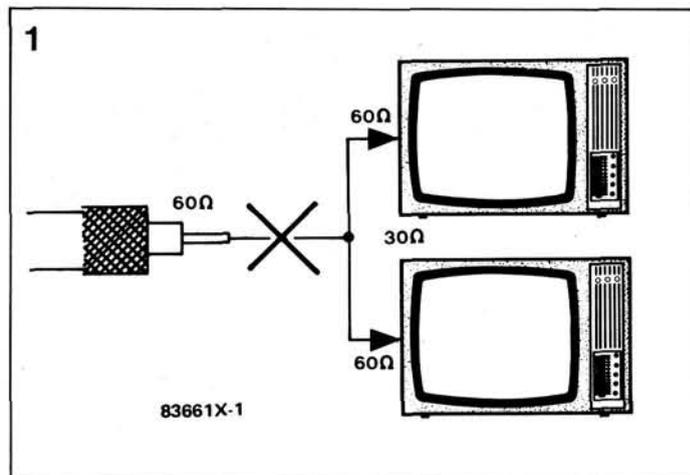


Figure 1. Deux téléviseurs reliés en parallèle ont une impédance d'entrée de 30  $\Omega$ . Ceci est incompatible avec un raccordement d'antenne de 60  $\Omega$ .

Figure 3. Les trois câbles coaxiaux sont maintenus en place à l'aide d'étriers en cuivre qui outre leur fonction de bride assurent aussi l'interconnexion des tresses de blindage des câbles.

à l'aide de 3 résistances et d'un condensateur!

## LE PIED A L'ETRIER

Les figures 3 et 4 vous montrent comment raccorder ces quatre composants aux câbles coaxiaux. Il faudra soigner la connexion du blindage des câbles; on désigne par «blindage» la tresse métallique qui se trouve sous la gaine extérieure du câble et enveloppe la gaine intérieure dans laquelle est noyée l'âme du câble, aussi appelée «point chaud». Pour maintenir les câbles en place et pour établir en même temps la connexion électrique entre le blindage des trois câbles, on utilisera des étriers en cuivre, en laiton ou même en tôle galvanisée (zinguée). Si vous n'en trouvez pas dans le commerce, vous pouvez aussi fabriquer de tels étriers vous-même, en employant une tôle métallique d'épaisseur et de format approprié que vous mettrez en forme autour d'un foret de 6 mm, ou d'une tige métallique du même diamètre.

Voici comment procéder: posez la plaquette de métal sur les mâchoires d'un étau, entrouvertes de 8 à 10 mm. Appuyez fortement la queue du foret à plat sur la plaquette pour l'enfoncer entre les mâchoires de l'étau. La plaquette prend ainsi la forme d'un

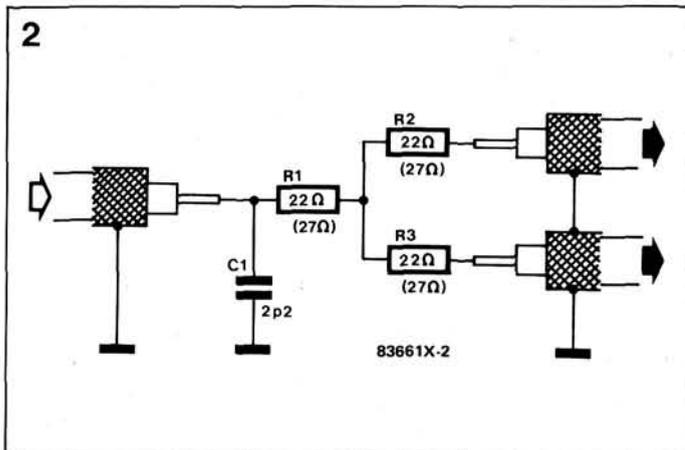


Figure 2. Il suffit de trois résistances pour adapter les impédances. Malheureusement ces résistances dissipent en chaleur une partie de l'énergie du signal fourni par l'antenne.

U. Resserrez alors les mâchoires de l'étau et coudez les branches du U à angle droit, l'une vers l'avant et l'autre vers l'arrière, sur les mâchoires de l'étau.

### UN CIRCUIT ARCHI-SIMPLE

Les résistances de 22 Ω soudées à l'extrémité des câbles coaxiaux venant des deux téléviseurs portent l'impédance de chacun de ces deux câbles à environ 80 Ω. Vues du noeud R1-R2-R3, les deux impédances de 80 Ω sont placées en parallèle et

l'impédance résultante est donc de 40 Ω. La résistance R1 (22 Ω) est placée en série avec cette impédance de 40 Ω, ce qui nous donne l'impédance de 60 Ω dont nous avons besoin. Nous pouvons donc la connecter au câble coaxial qui descend de l'antenne. Tout n'est malheureusement pas aussi simple. Il se trouve en effet que lorsque la fréquence du signal qui les traverse est très élevée, l'impédance des résistances que nous avons utilisées augmente. Elles se comportent alors comme des bobines ou des selfs, et sont caracté-

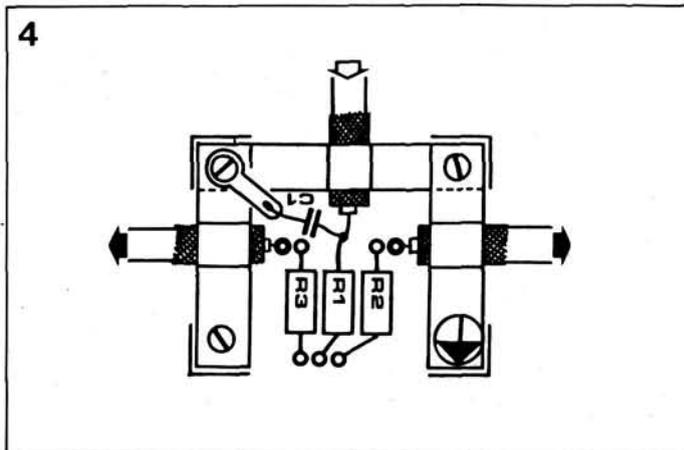


Figure 4. Qu'on l'appelle circuit en Y, ou en T, dérivateur, distributeur ou répartiteur, ce circuit est et reste simple. Remarquez que le noeud C1-R1 soudé à l'extrémité de l'âme du câble de descente de l'antenne ne touche pas la platine.

risées par une certaine **inductance**. Pour compenser cette caractéristique considérée ici comme un défaut, nous avons ajouté un condensateur (C1) au montage. Vous vous demandez sans doute en quoi l'adjonction de ce condensateur est un remède... Et bien sachez que l'impédance de ce composant diminue à mesure que la fréquence des signaux augmente. C'est ainsi que nous corrigeons l'influence de l'augmentation d'impédance des résistances R1, R2 et R3 en y opposant celle de la diminution d'impédance du condensateur C1. En

électronique HF, les petites cuisines de ce genre sont chose ordinaire...

Lorsque vous réaliserez ce montage, il faudra veiller à faire des connexions aussi courtes que possible. Pour protéger le circuit, un petit coffret en matière plastique fera l'affaire.

Et pour finir, précisons que si l'antenne utilisée a une impédance de 75 Ω, il suffira d'utiliser des résistances de 27 Ω au lieu des 22 Ω préconisés pour une impédance de 60 Ω.

# ELEXPERN

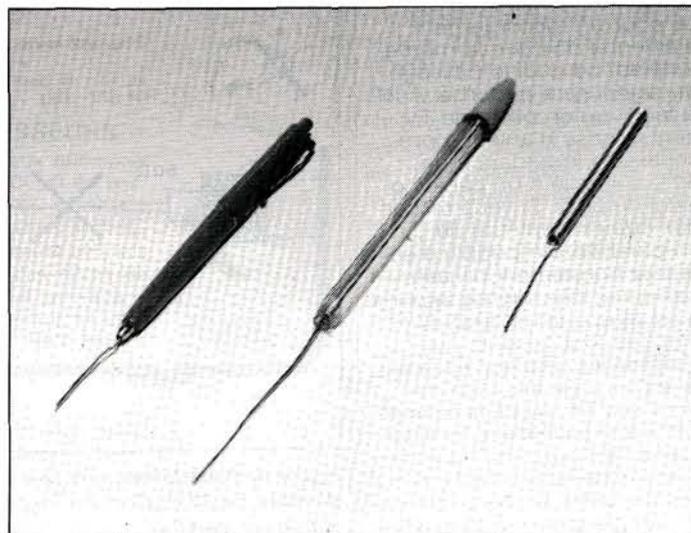
### Distributeur de soudure

Vous arrive-t-il aussi que les meilleures idées vous viennent précisément à des moments où elles sont totalement inutiles ? C'est en sèchant sur un article d'Elex que l'un de nos rédacteurs a été visité par l'inspiration : il mordillait sa pointe Bic avec conviction quand l'esprit frappeur frappa. Voici ce qu'il en sortit.

Prenez un stylo à bille, vide de préférence. Videz-le encore plus en jetant cartouche, ressort etc... Puis, enroulez une bonne longueur de soudure autour d'une aiguille à tricoter, ou autour de la cartouche du stylo à bille (notre prototype ne contient pas moins de 1,50 m de soudure!) pour lui donner la forme du spirale serrée. Dégagez ensuite la soudure du support sur

lequel vous l'avez enroulée et coupez-la en laissant un bout libre de quelques centimètres. Engagez cette extrémité

dans le corps du stylo et faites-la ressortir par la pointe. Vous disposez maintenant d'un élégant distribu-



teur de soudure, très pratique aussi, et **écologique** par-dessus le marché. Il se trouve en effet que pour souder, il vous faut bien souvent une troisième main : l'une pour les composants, l'autre pour le fer à souder et... la troisième pour la soudure. Dans ce cas, la plupart des électroniciens qui n'ont pas encore muté et ne possèdent donc que deux mains (et deux pieds qu'ils laissent heureusement sous la table) mettent la soudure en bouche, ce qui est malsain en raison notamment du plomb et des substances décapantes. Désormais, grâce à cette trouvaille d'ELEX, vous pourrez saisir votre distributeur de soudure entre les dents, à l'abri de tout risque de saturnisme (intoxication par le plomb).

# LE SECRET DE VOTRE JARDIN SECRET

## mini-alarme modulable à capteurs multiples

Utilisez une simple bascule bistable à deux transistors pour «protéger» par exemple votre journal intime.

Tout comme vous, je possède mon jardin secret où j'aime rêver et me promener seul. J'y confie mes pensées les plus secrètes et mes sentiments les plus intimes à un journal que je dissimule dans un coin fleuri, pas loin du coffre où je dépose mes trésors. Personne n'a le droit d'y entrer : c'est mon domaine intime. Je ressentirais une intrusion comme un viol de ma personnalité et si un indiscret franchissait la frontière de mon intimité en mon absence, il faudrait que je le sache afin de mieux défendre mon bien à l'avenir. J'ai donc acquis une puce savante, quasi invisible, qui

surveille mon domaine jour et nuit. Lorsque je lui chante une mélodie étrange que nous deux sommes seuls à connaître, elle vient planter son regard hardi dans le mien. S'il est calme et serein, je suis rassuré; mais s'il brille de colère, je sais qu'une personne indélicat est venue la déranger en mon absence.

### LE TÉMOIN MUET

Tout comme la puce savante, le circuit que nous vous proposons n'empêche aucun

indiscret d'aller jeter un coup d'oeil là où il n'a rien à voir. Une LED allumée informera toutefois le propriétaire du lieu protégé, qu'une indiscretion a été commise en son absence. Cette LED est un témoin muet car elle reste éteinte pendant que l'indiscret est au travail. Ce n'est que plus tard, au moment où le propriétaire appuiera sur un bouton poussoir, qu'elle s'allumera, qu'elle témoignera en quelque sorte.

Un deuxième bouton poussoir permet de remettre le circuit dans son état de veille. Trois types de capteurs sont utilisables pour déceler les indiscretions :

1. les contacts qui se ferment
2. les contacts qui s'ouvrent
3. une photorésistance ou LDR (Light Dependand Resistor)

Supposons que vous mettiez une LDR dans votre tiroir secret ou entre deux pages de votre journal intime. Tant que ces lieux protégés restent fermés, leur contenu est soustrait à l'action de la lumière : la résistance de la LDR reste élevée. Si un indélicat ouvre la porte de votre jardin secret, la lumière frappe la LDR dont la résistance diminue, et le circuit enferme ce témoignage dans sa mémoire sans révéler sa présence.

### LE CIRCUIT

Le circuit (figure 1) est capable de réagir aux informations provenant de chacun des trois types de capteurs que nous avons cités plus haut. Les **contacts de fermeture** (ouverts au repos) seront **montés en parallèle** et raccordés aux points 1 et 2 du schéma. Nous en avons dessiné trois, mais il vous est loisible d'en installer davantage, tous en **parallèle** évidemment. Chacun de ces contacts prend en charge la surveillance d'un accès possible à votre jardin secret. Les **contacts d'ouverture** (fermés au repos) seront **installés en série** et connectés aux points 3 et 4. L'ouverture de l'un de ces contacts avertit le circuit qu'une intrusion a lieu. Ici également le nombre de contacts n'est pas limité à quatre, mais il est important

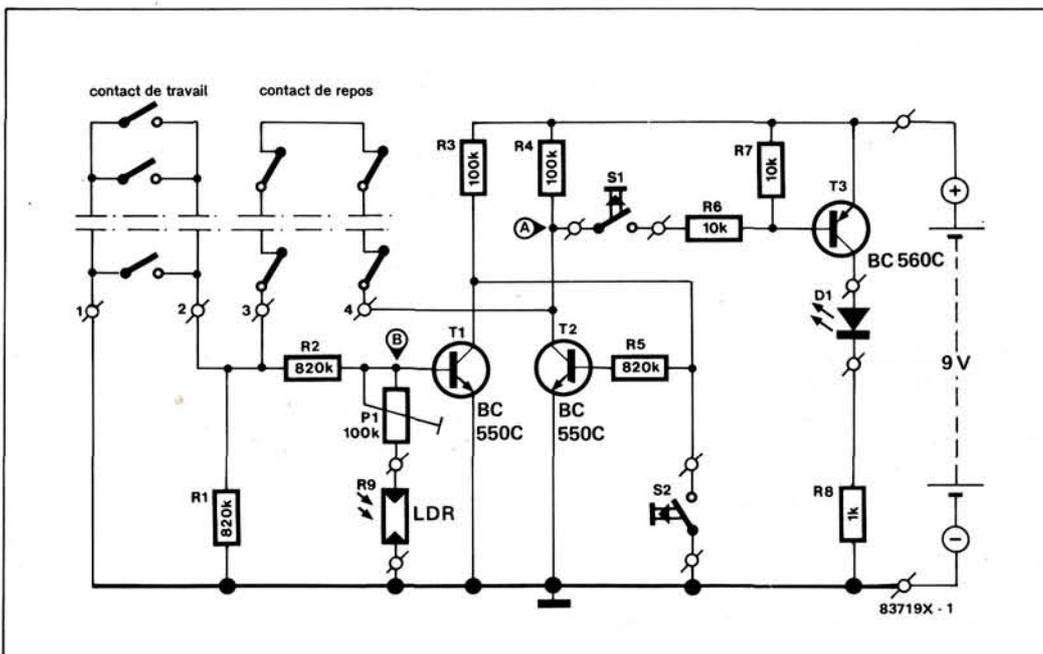
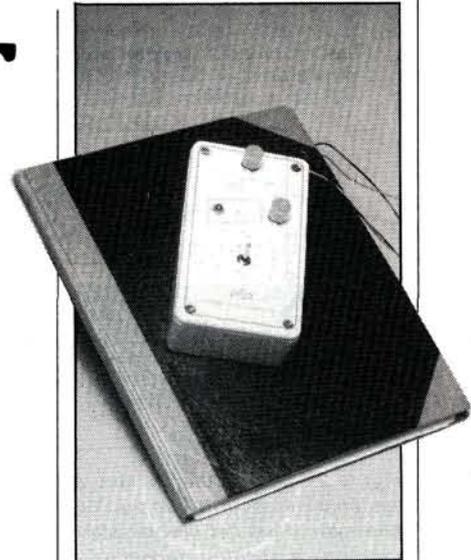


Figure 1 - Le circuit réagit à une action sur trois types différents de capteurs d'alarme : contacts de fermeture, contacts d'ouverture et résistance sensible à la lumière (LDR). Le seuil d'éclairement de la photorésistance est réglable au moyen du potentiomètre P1.



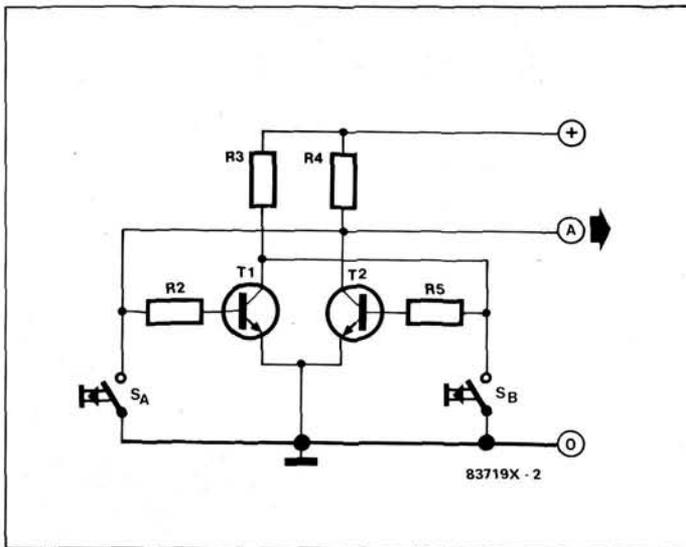


Figure 2 - La bascule bistable constitue la mémoire de ce système de sécurité. Lorsqu'un capteur d'alarme la fait basculer, elle reste dans cet état de stabilité, même si le capteur d'alarme reprend sa position de veille.

que tous soient raccordés en série.

Le troisième mode de fonctionnement est basé sur la LDR R9. Si les contacts d'ouverture ou de fermeture se prêtent bien à la surveillance des portes, des fenêtres et des tiroirs, une LDR est le composant idéal pour protéger un journal intime. Le circuit traite le signal d'alarme avec une efficacité égale, quel que soit le type de capteur dont il provient. Si vous ne faites pas usage des contacts d'ouverture, n'oubliez pas de court-circuiter les points 3 et 4 du circuit.

## DEUX ÉTATS STABLES

Le fonctionnement du dispositif est basé sur une bascule bistable construite autour des transistors T1 et T2 et des résistances qui leur sont associées. Le circuit du bistable, aussi appelé multivibrateur, est représenté isolément sur le schéma de la figure 2. Comme son nom l'indique, une bascule bistable possède deux états stables. Sous l'effet d'une impulsion sa sortie passe d'un état stable vers l'autre. De façon plus concrète, un seul des deux transistors, T1 ou T2, est conducteur à un moment donné, à l'exclusion de l'autre. Nous admettrons, pour simplifier, qu'à la mise sous tension, le hasard seul détermine lequel des deux transistors conduit.

Pour faire comprendre le fonctionnement du circuit, nous supposons que T1 est conducteur au départ et T2 bloqué. Si nous fermons le contact SA, la base du transistor T1 reçoit une impulsion

négative à cause de la chute de tension qui se produit alors dans la résistance R2 : T1 se bloque. Par conséquent la tension de collecteur de T1 va croître, ce qui permettra au courant de base du transistor T2 de circuler à travers les résistances R3 et R5. T2 sera dès lors conducteur et sa tension de collecteur pratiquement nulle. La sortie A demeure à un potentiel très bas, même après l'ouverture de SA, puisque la conduction de T2 bloque T1 (la base de T1 est en contact avec le collecteur de T2 par la résistance R2). Ce verrouillage constitue la mémoire de la bascule bistable. Cette situation ne changera plus jusqu'au moment de la fermeture du contact SB. C'est pourquoi on parle d'état stable.

Comme le schéma est symétrique, le processus symétrique va se répéter : blocage de T2, augmentation de la tension de collecteur de T2 (point A), conduction de T1, chute de la tension de collecteur de T1, verrouillage du blocage de T2 par la tension pratiquement nulle du collecteur de T1.

**POUR REMETTRE LA BASCULE BISTABLE EN ÉTAT DE VEILLE, IL SUFFIT D'APPUYER SUR LE BOUTON POUSSOIR S2 LE TRANSISTOR T2 SE BLOQUE ET T1 REDEVIENT CONDUCTEUR. IL EST FACILE DE VÉRIFIER SI LE CIRCUIT EST RÉARMÉ EN FERMANT LE CONTACT S1; LA LED DOIT RESTER ÉTEINTE**

Revenons maintenant au schéma 1. Nous remarquons que le point A est raccordé à la base du transistor T3 dont la fonction est de faire rougir de colère les yeux (LED D1) de la puce savante dès que les deux conditions suivantes sont remplies :

- un intrus a fermé un des contacts de fermeture
  - le propriétaire du jardin secret ferme le contact S1.
- Si un intrus ferme l'un des contacts de fermeture, le transistor T1 se bloque, et le transistor T2 devient conducteur. Sa tension de collecteur devient quasi nulle (point A). Cette tension est communiquée à la base de T3 lors de la fermeture de S1 et rend T3 conducteur (le courant de base d'un transistor PNP circule en sens inverse de celui d'un transistor NPN). Le courant de collecteur de T3 traverse la LED D1 qui s'allume et signale qu'une profanation a été commise.

Pour remettre la bascule bistable en état de veille, il suffit d'appuyer sur le bouton poussoir S2 : le transistor T2 se bloque et T1 redevient conducteur. Il est facile de vérifier si le circuit est réarmé : en fermant le contact S1, la LED doit rester éteinte. En condition de veille, la tension qui règne au point A est pratiquement égale à la tension d'alimentation. Si l'alarme est donnée par un intrus (fermeture d'un des contacts reliés aux points 1 et 2 et chute de tension en B), le transistor T1 se bloque et T2 devient conducteur.

## PHOTORÉSISTANCE

Le fonctionnement du capteur sensible à la lumière (LDR) est facile à comprendre. La LDR R9 fait partie, avec P1, R2 et R4 d'un diviseur de tension (figure 3). Tant que la LDR est soustraite de la lumière, sa résistance est très élevée (quelques mΩ). La répartition des différences de potentiel dans ce diviseur de tension est alors telle que la tension qui règne en B est de 0,7 V, si bien que le transistor T1 est conducteur. Au moment où la lumière frappe la LDR, sa résistance ne vaut plus que 75 à 300 Ω. La nouvelle répartition des potentiels qui intervient dès lors, ramène la tension du point B en-dessous de 0,7 V et entraîne le blocage de T1 ainsi que la conduction de T2. En d'autres termes, le bistable vient de basculer dans son deuxième état de stabilité, ce qui est confirmé par l'allumage de la diode D1 si l'on ferme le contact S1.

La figure 3 comporte également un contact de fermeture ainsi qu'un contact d'ouverture. Plus haut nous avons expliqué la séquence des interactions qui ont lieu au moment de la fermeture d'un contact d'alarme. Quand à l'ouverture d'un contact d'alarme normalement fermé, il est à peine nécessaire d'en parler. Le courant de base du transistor T1 parcourt tous les interrupteurs de ce type, et l'ouverture de l'un d'entre eux interrompt l'arrivée

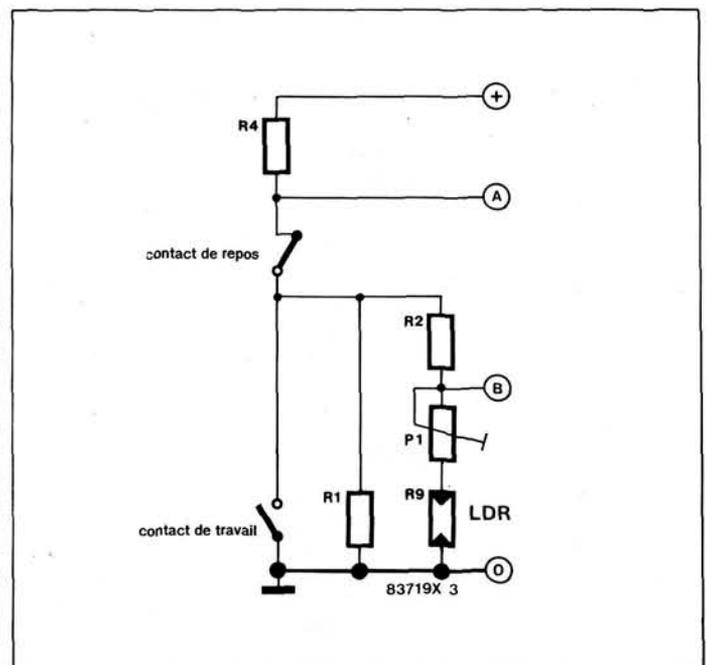


Figure 3 - L'utilisateur a la possibilité de raccorder simultanément les trois types de capteurs d'alarme au circuit. Selon l'utilisation du circuit, on pourra décider de n'utiliser qu'un seul des trois types de capteurs possibles. Dans le cas où les capteurs à contact d'ouverture ne sont pas employés, il est nécessaire de ponter les deux points de raccordement de ces capteurs.

courant à la base de T1. La tension de la base de T1 devient nulle, T1 se bloque et T2 devient conducteur.

## LA CONSTRUCTION

La théorie a sans doute été longue, mais nous vous promettons une réalisation pratique rapide et extrêmement simple. Les composants utilisés sont très courants, donc faciles à trouver. Le choix de la LDR dépend uniquement de l'usage qu'on veut en faire. Il existe différents modèles, dont les caractéristiques électriques sont pratiquement équivalentes.

Une demi-platine expérimentale de format 1 suffit pour accueillir tous les composants, comme en témoigne le schéma d'implantation (figure 4).

N'ayez aucune crainte d'oublier un pont de câblage ou de vous tromper dans la polarité d'un condensateur électrolytique, puisqu'il n'y en a aucun. Vérifiez attentivement l'orientation des transistors et de la LED.

Si vous renoncez aux contacts d'ouverture,

n'oubliez pas de ponter les points 3 et 4 afin que la base de T1 soit en contact avec le point A. L'espace qui reste disponible sur la platine permet d'y loger une pile de 9 V dont la capacité est suffisante pour nourrir votre puce savante durant une très longue période. La consommation du circuit sans la LED est de  $100 \mu\text{A}$ . Durant les brèves périodes où vous faites fonctionner la LED, le circuit consomme 9 mA.

## MISE AU POINT

Le circuit nécessite un petit réglage destiné à équilibrer le diviseur de tension de la figure 3. Tournez d'abord le curseur du potentiomètre P 1 à mi-course, puis raccordez la batterie. Orientez la LDR vers la lumière et voyez si la LED s'allume quand vous appuyez sur le bouton poussoir S1. Occultez ensuite la LDR et fermez brièvement le contact S2 afin de remettre le circuit en état de veille.

Normalement la LED ne s'allumera plus si vous actionnez S1. La tension de la base de T1 doit être égale à environ 0,6 V. Au collecteur de T1 la tension doit être pratiquement nulle (0,02 V),

tandis qu'au collecteur de T2 doit régner une tension d'environ 7,5 V. Si vous actionnez un des contacts d'alarme, la situation des tensions va s'inverser. La tension du collecteur de T1 atteindra 8,5 V, tandis que celle du collecteur de T2 tombera à 25 mV.

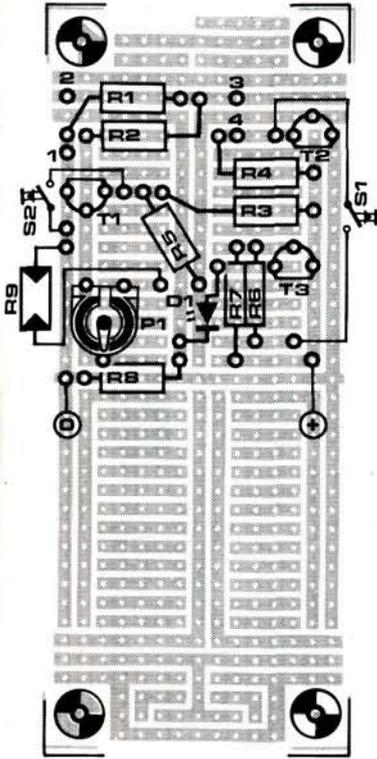


Figure 4 - La construction du circuit ne présente aucune difficulté. Les points 1 et 2 reçoivent les fils de connexion des contacts de fermeture tandis que les contacts d'ouverture sont reliés aux points 3 et 4. Dans le cas où ce deuxième type de contacts n'est pas utilisé, il faut interconnecter les points 3 et 4.

### LISTE DES COMPOSANTS

R1, R2, R5 = 820 k $\Omega$   
 R3, R4 = 100 k $\Omega$   
 R6, R7 = 10 k $\Omega$   
 R8 = 1 k $\Omega$   
 R9 = LDR (type 05 par exemple)  
 P1 = 100 k $\Omega$  variable  
 D1 = LED (rouge)  
 T1, T2 = BC550C  
 T3 = BC560C

### Divers :

1 connecteur pour pile de 9 V  
 1 pile de 9 V  
 2 boutons poussoirs (contacts de fermeture)  
 8 picots de 1,2 mm  
 1 platine expérimentale de format 1 (40 mm x 100 mm)  
 matériel de montage et d'installation, fil isolé etc.



Figure 5 - La platine câblée. Remarque qu'il est facile de dissimuler le circuit puisque aucun capteur ni bouton poussoir (S1 et S2) n'est installé directement sur le circuit.

**L**a nuit tous les chats sont gris. Ils ne sont d'ailleurs pas seuls à devenir invisibles dans l'obscurité. Une voiture en panne, la tranchée que vous n'avez pas pu reboucher avant la tombée de la nuit, en un mot tous les obstacles abandonnés dans l'obscurité sont autant de chats gris qu'il serait bon de munir d'un balisage qui se mette à clignoter dès le crépuscule. Vous imaginerez encore bien d'autres façons d'utiliser ce circuit. A titre d'exemple, il est capable d'émettre un signal pour vous avertir que vous êtes en train de vous abîmer la vue et qu'il serait temps d'allumer l'éclairage.

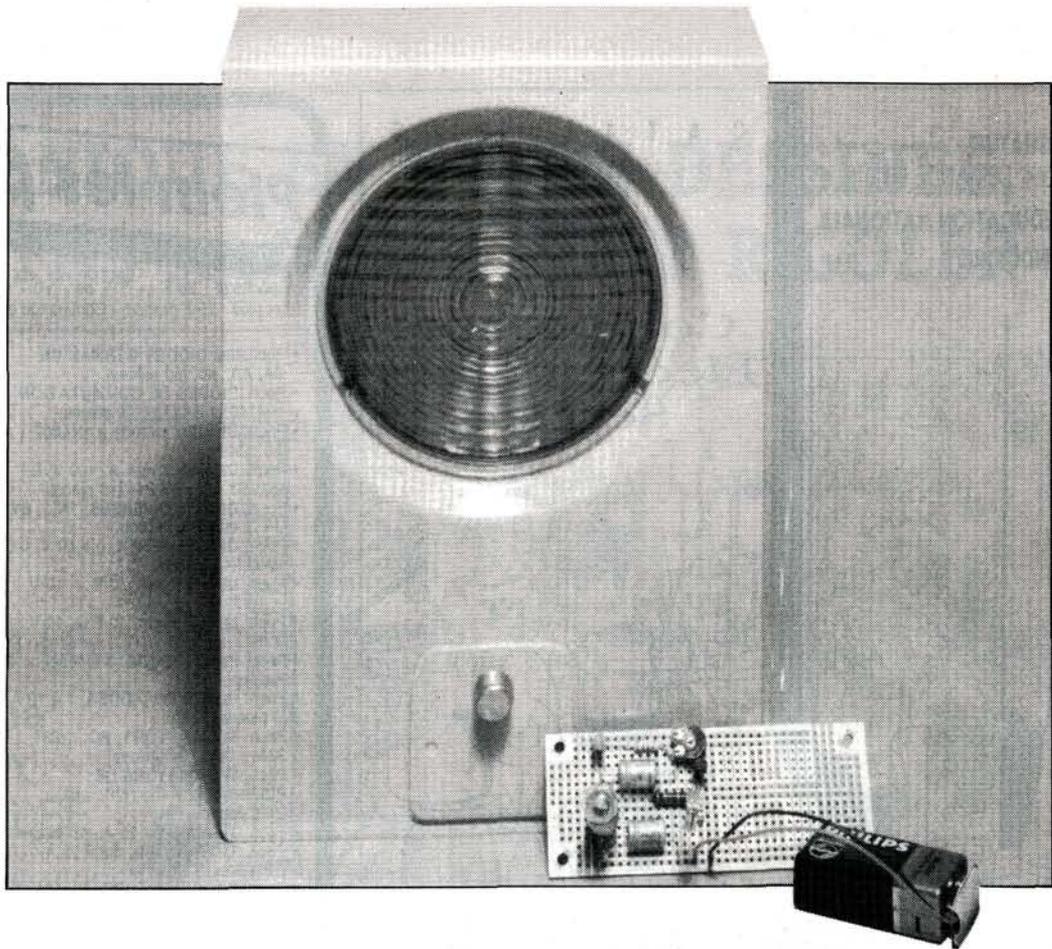
Le circuit est pourvu d'une LDR, ou photorésistance, dont les variations de résistance (en fonction de l'éclairement) font constater au circuit qu'il fait encore clair ou bien que l'obscurité s'installe. Dans ce dernier cas, le circuit fait clignoter une ampoule environ soixante fois par minute. Il est possible de modifier la sensibilité du circuit au moyen d'une résistance réglable.

A l'état de veille, le circuit consomme entre 15 mA et 30 mA, d'après l'éclairage ambiant. Lorsque l'ampoule clignote, sa consommation est d'environ 50 mA. En fonctionnement de longue durée, deux piles plates de 4,5 V sont mieux appropriées qu'une petite pile de 9 V pour assurer au circuit une alimentation durable.

## LE CIRCUIT

Nous pouvons diviser le circuit en deux parties distinctes. La première consiste en un circuit R-C, la lampe clignotante et un transistor Darlington (figure 1). Que se passe-t-il si on relie ce circuit partiel à l'alimentation ? A première vue, rien de tout car la lampe reste éteinte. Et cependant, le condensateur C2 se charge : la durée de sa charge dépend de la valeur des résistances R1 et R2. Dès que la charge de C2 est suffisante pour que la tension à ses bornes atteigne 1,4 V, le transistor T2 devient conducteur. Son courant de collecteur traverse l'ampoule L et la fait briller.

C'est une situation stable que rien ne viendra modifier. ... à moins qu'à l'aide d'un tourne-vis par exemple, on ne court-circuite les bornes du condensateur qui se décharge alors vers la



# BALISAGE D'OBSTACLE AUTOMATIQUE

masse. La tension à ses bornes diminue progressivement et au bout d'un certain temps, le transistor se bloque et la lampe s'éteint.

**LE POTENTIEL DE BASE DU DARLINGTON DOIT ATTEINDRE 1,4 V POUR PROVOQUER LA CONDUCTION DU TRANSISTOR. CE PHÉNOMÈNE S'EXPLIQUE SIMPLEMENT PAR LE FAIT QUE 2 JONCTIONS BASE-ÉMETTEUR SONT MONTÉES EN SÉRIE**

Dès qu'on supprime le court-circuit, le condensateur se recharge. Dans la plupart des circuits nous constatons que les transistors deviennent conducteurs dès que la tension de leur base est portée à un potentiel d'environ 0,7 V. Par contre, le potentiel de la base du

Darlington doit atteindre 1,4 V pour provoquer la conduction du transistor. Ce phénomène s'explique simplement par le fait qu'ici deux jonctions base-émetteur sont montées en série.

**LA DURÉE DE LA CHARGE D'UN CONDENSATEUR DÉPEND DE SA CAPACITÉ ET DE L'INTENSITÉ DU COURANT DE CHARGE**

Si vous ne disposez pas d'un transistor Darlington, prenez simplement deux transistors NPN (BC547B par exemple) et montez-les en Darlington comme vous l'indique la figure 3. La durée de la charge du condensateur C2 dépend de sa capacité et de l'intensité du courant de charge, elle même déterminée par les résistances R1 et R2. Si la résistance R1 valait 10 kΩ au

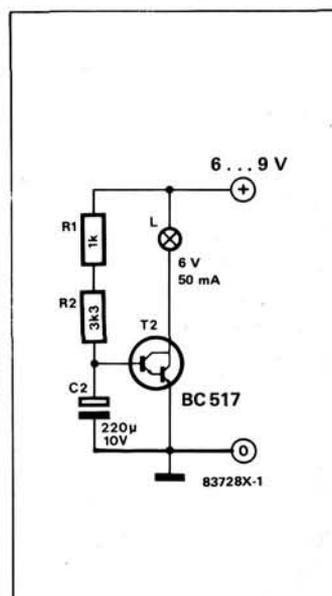


Figure 1 - Le transistor Darlington devient conducteur au moment où la tension aux bornes du condensateur C2 atteint 1,4 V.

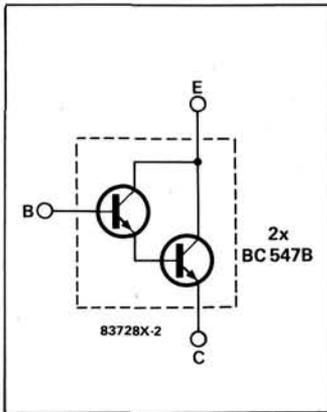


Figure 2 - Un transistor Darlington peut être remplacé par un montage Darlington à l'aide de deux transistors ordinaires.

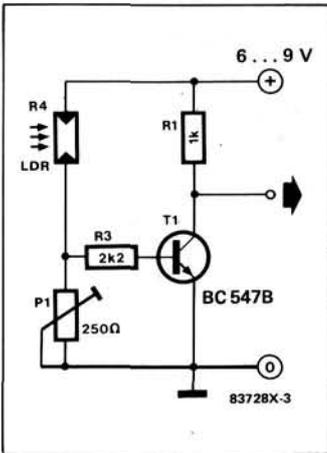


Figure 3 - La résistance d'une photorésistance (LDR) exposée à la lumière est très faible. Dans ces conditions, le transistor T1 est conducteur. Dans l'obscurité, la résistance de la LDR est très élevée et le transistor est bloqué.

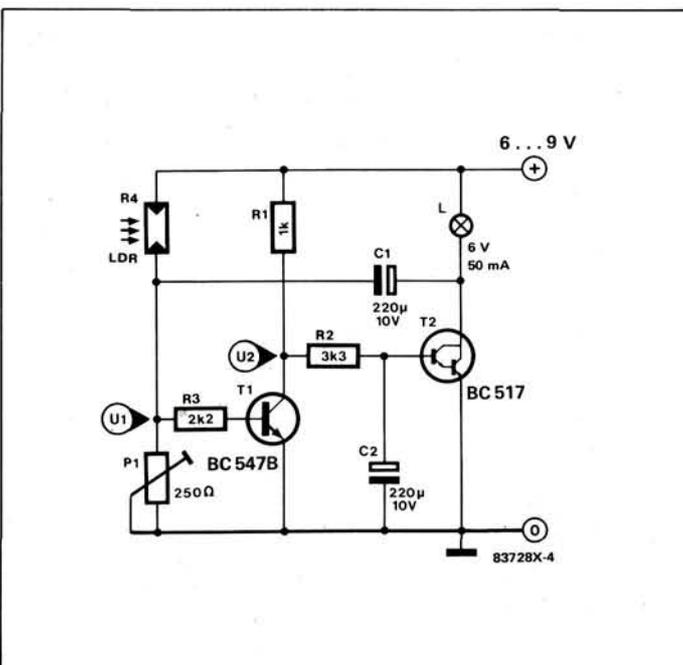


Figure 4 - Le circuit du balisage d'obstacles automatique est composé des deux circuits partiels auxquels on a ajouté le condensateur C1.

lieu de 1 k $\Omega$ , la durée de la charge serait allongée considérablement. De même, on obtiendrait un allongement important de cette durée si on remplaçait le condensateur de 220  $\mu$ F par un de 1000  $\mu$ F.

La LDR (R4) est montée dans la deuxième partie du circuit qui comporte un transistor (figure 3). Remarquez que dans cette partie du circuit, R4 et P1 constituent un diviseur de tension. Nous savons par ailleurs que dans l'obscurité la résistance d'une photorésistance est très élevée. Cette résistance diminue de valeur lorsqu'on expose la LDR à la lumière. La chute de tension aux bornes de P1 (et donc la tension de la base de T1) est alors suffisamment importante par rapport à la chute de tension à travers R4 pour que T1 soit conducteur.

### LE RÉGLAGE DE P1 EST CORRECT LORSQU'ON MESURE 0,7 V EN U1 ALORS QUE L'ON ESTIME QUE L'ÉCLAIREMENT VIENT D'ATTEINDRE SA VALEUR MINIMALE

Au fur et à mesure que l'obscurité s'installe, la résistance de R4 augmente. Le rapport des résistances R4/P1 se modifie progressivement. Le rapport des tensions aux bornes de ces deux résistances subit la même évolution. En d'autres termes, la tension en U1 diminue peu à peu jusqu'au moment où elle devient inférieure à 0,7 V. Dès cet instant

le transistor T1 se bloque et la tension de son collecteur passe instantanément d'environ 0 V à la tension de l'alimentation.

Le circuit d'ensemble (figure 4) comporte les deux circuits partiels que nous venons d'examiner séparément, ainsi que le condensateur C1. Le réglage de P1 est correct lorsqu'on mesure 0,7 V en U1 au moment où on estime que l'éclairage vient d'atteindre sa valeur minimale. Cette tension est encore suffisante pour maintenir la conduction de T1 : sa tension de collecteur est alors quasi nulle et la charge du condensateur C2 est impossible.



5675. Lanterne cuivre nickelé, verre bombé de 80 m/m. Durée 3 heures environ, éclairage 10 bougies hauteur 16 cm, poids 360 gr. Modèle de forme originale et de fonctionnement régulier... 8. » 5678. Bec spécial de recharge. » 30 5681. Verre spécial de recharge. » 45

L'éclairage diminuant, la résistance de R4 augmente, de même que la chute de tension aux bornes de R4. La tension en U1 descend donc en-dessous de 0,7 V, le transistor T1 se bloque : le condensateur C2 se charge par les résistances R1 et R2. Au moment où la tension aux bornes de C2 est suffisante pour rendre le transistor Darlington conducteur, l'ampoule L s'allume. Cette ampoule doit être placée de

telle sorte qu'elle éclaire la photorésistance R4.

Puisque l'ampoule projetée de la lumière sur la LDR, sa résistance baisse et provoque ainsi une augmentation de la tension en U1. Cette augmentation de tension sera toutefois retardée : nous verrons un peu plus loin de quelle façon nous provoquons ce retard. Le transistor T1 redevient conducteur, C2 se décharge, la tension de la base de T2 descend en-dessous de 1,4 V, T2 se bloque et l'ampoule s'éteint. Nous venons ainsi de boucler toutes les étapes du processus de fonctionnement, et puisque nous nous retrouvons dans l'obscurité, le cycle recommence : l'ampoule clignote.

### LA RETROACTION

La combinaison de l'ampoule et de la photorésistance assure donc une fonction double : provoquer le clignotement de l'ampoule et ne permettre ce clignotement que dans l'obscurité. L'interférence entre l'ampoule et la LDR est un phénomène de réaction, appelé également rétroaction ou réinjection ou couplage ou... En effet, l'entrée du circuit réagit à l'état de conduction du Darlington par l'intermédiaire de l'ampoule et de la photorésistance. Tous les circuits qui clignent, qui oscillent ou qui sont le siège de modifications d'état rythmiques autonomes (les oscillateurs) sont basés sur ce principe : une partie du signal de sortie est prise en compte à l'entrée du circuit.

### Liste des composants

- R1 = 1 k $\Omega$
- R2 = 3,3 k $\Omega$
- R3 = 2,2  $\Omega$
- R4 = LDR (LDR05 par exemple)
- P1 = 250  $\Omega$  (potentiomètre de réglage)
- C1, C2 = 220  $\mu$ F/10 V
- T1 = BC547B
- T2 = BC517 ou 2 | V BC547B

### Divers :

- L = 6 V/50 mA
- 1 platine expérimentale de format 1
- 1 douille de lampe éventuellement : 6 picots à souder ( $\varnothing$ 1,2 mm)
- fil de câblage

### TEMPORISATION

Le rythme ou la fréquence de clignotement est déterminé par le retard (ou temporisation) introduit par le circuit entre son entrée et sa sortie. Plus il passe de temps entre la prise en compte du signal de sortie sur l'entrée et l'apparition d'une réaction sur la sortie, plus le clignotement sera lent.

**PLUS IL PASSE DE TEMPS ENTRE LA PRISE EN COMPTE DU SIGNAL DE SORTIE SUR L'ENTRÉE ET L'APPARITION D'UNE RÉACTION SUR LA SORTIE, PLUS LE CLIGNOTEMENT SERA LENT**

Il n'est pas souhaitable que l'ampoule s'éteigne dès que la chute de tension aux bornes de la LDR rend T1 conducteur, car dans ces conditions l'allumage de la lampe serait si bref qu'il serait à peine perceptible. Les deux condensateurs C1 et C2 ont précisément pour fonction de ralentir le processus.

Le condensateur C2 doit être chargé pour que la base du transistor Darlington soit portée au potentiel de 1,4 V qui le rendra conducteur. Le temps de charge de C2 prolonge donc le temps qui sépare deux allumages successifs de l'ampoule.

Lorsque T2 est conducteur, le potentiel de son collecteur devient pratiquement nul. Or le condensateur C1 est raccordé à ce collecteur : il va donc se charger, puisque son autre pôle est raccordé au pôle positif de l'alimentation par la LDR. Ce n'est qu'au moment où la tension aux bornes de C1 atteindra 0,7 V que T1 deviendra conducteur. L'ampoule restera donc allumée tant que durera la charge du condensateur C1.

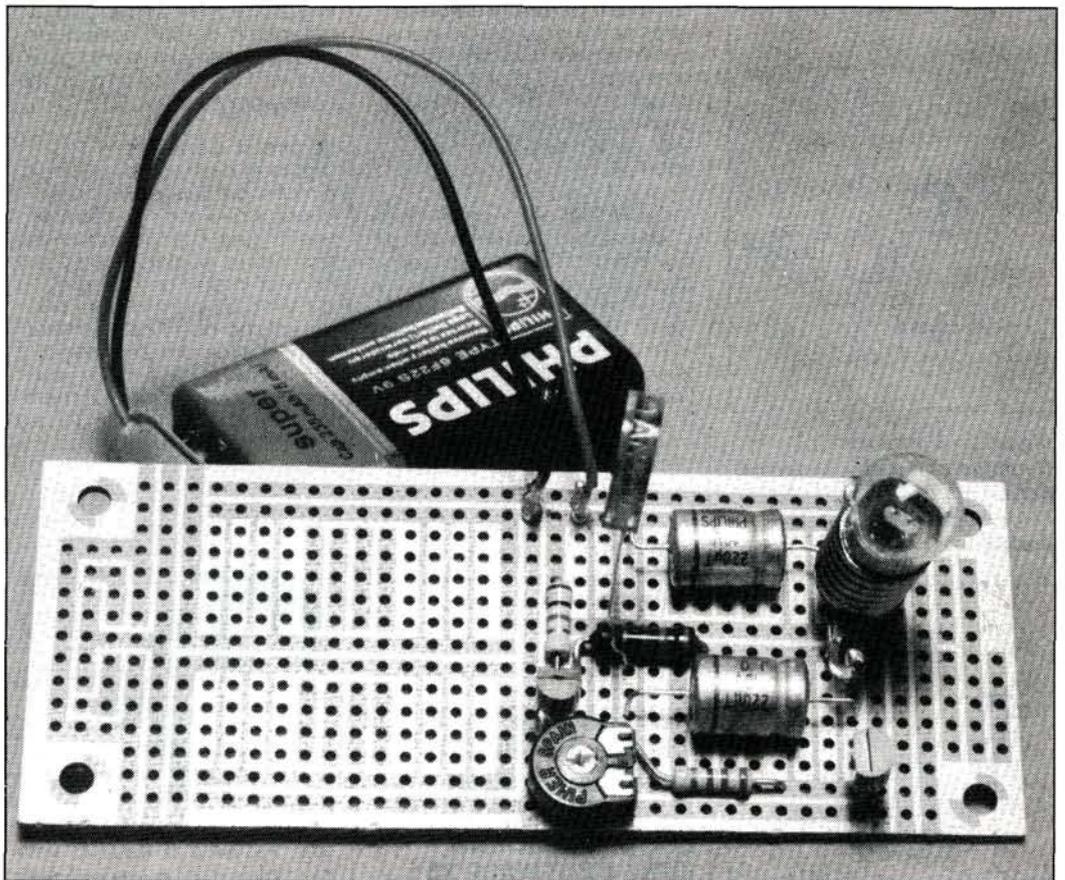


Figure 5 - Pour que le circuit fonctionne correctement, l'ampoule doit éclairer la photorésistance. On réalise ainsi une rétroaction qui provoque le clignotement.

## LA CONSTRUCTION

Nous venons de le voir, l'importance de la réaction de l'ampoule sur la LDR est fondamentale. Dans la construction du circuit il faut tenir compte de ce détail et installer ces deux composants à proximité l'un de l'autre. Les photorésistances les plus courantes sont les LDR03, LDR05 et LDR07. Leurs caractéristiques électriques sont identiques. Lorsqu'elles sont exposées à la lumière, leur résistance varie entre 75 et 300  $\Omega$ . Dans l'obscurité complète cette résistance dépasse 10 M $\Omega$ . Seul leur aspect les différencie. Pour notre prototype, nous avons choisi la LDR05 visible sur la figure 5. La LDR07 est dépourvue de boîtier en matière plastique, sa face photosensible est simplement protégée par un film de protection. La LDR03 par contre est installée dans un boîtier. Les

connexions des LDR03 sont disposées de manière telle que la couche photosensible soit parallèle au circuit sur lequel on les soude.

Le schéma d'implantation (figure 6) nous montre que la moitié d'une platine expérimentale de format 1 suffit largement pour accueillir tous les composants du circuit. Le pôle positif des deux condensateurs électrolytiques est orienté vers l'ampoule. Si vous préférez remplacer le transistor Darlington par deux BC547B, le schéma d'implantation vous indique la façon de procéder. La base de T2 sera déportée vers la piste suivante et l'emplacement du deuxième BC547B est indiqué en pointillé à gauche du premier.

Ceux qui souhaitent utiliser ce circuit en modélisme, ont la possibilité de le rendre encore plus compact grâce à l'implantation verticale des résistances et des condensateurs.

courseur de la résistance réglable P1 à fond vers U1. La résistance de P1 est nulle, le transistor T1 est bloqué et le transistor T2 devient conducteur. L'ampoule s'allume sans clignoter car U1 reste toujours au potentiel de la masse.

Tournez le curseur de P1 très lentement (C1 doit se charger) vers la masse : à un moment donné, l'ampoule se met à clignoter. Votre montage est donc opérationnel. Il reste à régler le seuil d'éclairement à partir duquel le circuit doit fonctionner. Dans un premier temps, couvrez la LDR de votre main pour y projeter de l'ombre et réglez P1. Vous réaliserez le réglage optimal par retouches successives, en fonction de l'usage que vous ferez de ce circuit.

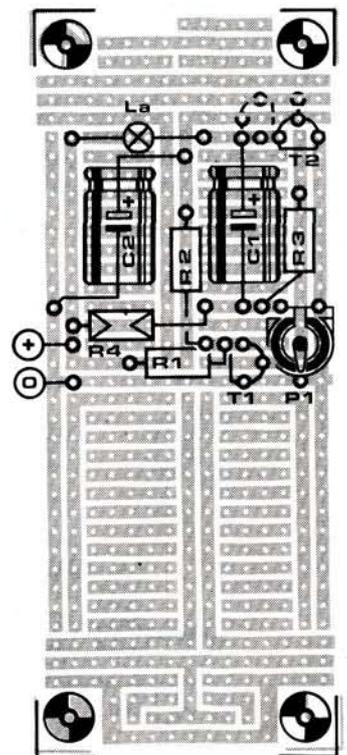


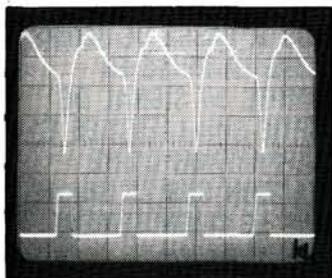
Figure 6 - Sur le schéma d'implantation des composants, nous avons prévu la possibilité de remplacer le transistor Darlington par un montage Darlington.

## LA MISE AU POINT

La minute de vérité est enfin arrivée. Le premier test de fonctionnement consiste à vérifier l'allumage permanent de la lampe. Tournez le



5702. Lanterne double face, en cuivre -nickelé, suspension antivibratrice débit d'eau réglable. Cette lanterne, comprend 2 faces dont l'une avec verre lenticulaire blanc pour l'avant et l'autre avec verre lenticulaire rouge pour l'arrière, hauteur 130 mm, poids 380 grs. Vivement recommandée aux cyclistes soucieux de leur sécurité. 9. »





# Chenillard à quatre canaux

100 ampoules de 4 couleurs différentes, logées dans six mètres de tuyau flexible transparent, voilà un serpent lumineux qui ne passera pas inaperçu dans le décor. A chaque impulsion du circuit de commande, il change de couleur et clignote au rythme que vous lui imposez !

Le circuit décrit ici appartient à un kit complet prêt à monter, d'excellente qualité, et d'un rapport qualité/prix intéressant. Il est commandé le défilement de quatre groupes de lampes. Chaque groupe est composé de 25 ampoules d'une couleur déterminée si bien que le chenillard comporte 100 ampoules alimentées par cinq fils. Tous les composants sont installés sur un seul circuit imprimé, sauf le transformateur d'alimentation et le porte-fusible. La vitesse de défilement du chenillard est réglée à volonté par l'utilisateur à l'aide d'un potentiomètre.

## ÉTUDE DU CIRCUIT

La tension du secteur est abaissée à 24 V par le transformateur d'alimentation. Le pont de diodes D1 à D4 redresse le courant alternatif qui est envoyé vers les ampoules sous une forme pulsée. Le fonctionnement des ampoules à filament n'en est pas affecté car celles-ci s'accroissent aussi bien d'un courant

continu que d'un courant alternatif ou pulsé. Il est donc inutile de lisser la tension et de la filtrer à la sortie du redresseur. Nous obtenons au point f une tension efficace de 24 V et une tension de crête sous charge de 30 V (tension de crête hors charge: 40 V).

Pour le circuit de commande il faut en revanche une tension filtrée et stabilisée. Sa consommation de courant

est assez faible, ce qui permet de prélever ce courant du courant principal à travers la diode D5. Le lissage est assuré par le condensateur électrolytique C1. Il passe ensuite par la diode D6, puis les résistances R1 et R2. La tension est stabilisée à 8,2 V ( $\pm 0,5$  V) par la diode zener D7 (ZPD 8V2). Le condensateur C2 complète le filtrage.

Le découplage de ce courant

par rapport au courant principal est une option rentable car il permet de se contenter d'un condensateur de filtrage de capacité relativement faible (C1). Si la totalité du courant avait dû être lissé de la sorte, il aurait fallu installer un condensateur électrolytique d'au moins 2200  $\mu$ F/40 V.

Le circuit de commande est composé pour l'essentiel d'un oscillateur suivi d'un diviseur à quatre étages et de quatre commutateurs de puissance.

L'oscillateur est construit autour de l'amplificateur opérationnel OP1. Sa fréquence d'oscillation varie entre 1 Hz et 10 Hz selon la position du curseur du potentiomètre R6. Cette fréquence détermine la vitesse du défilement des lampes. La sortie de l'oscillateur (broche 1 de OP1) commande l'entrée (broche 14) du compteur décimal IC2. Ce circuit intégré est un compteur dit de Johnson dont les 10 sorties (0 à 9) passent à tour de rôle au niveau logique haut (d'où sa fonction de compteur décimal). Dans



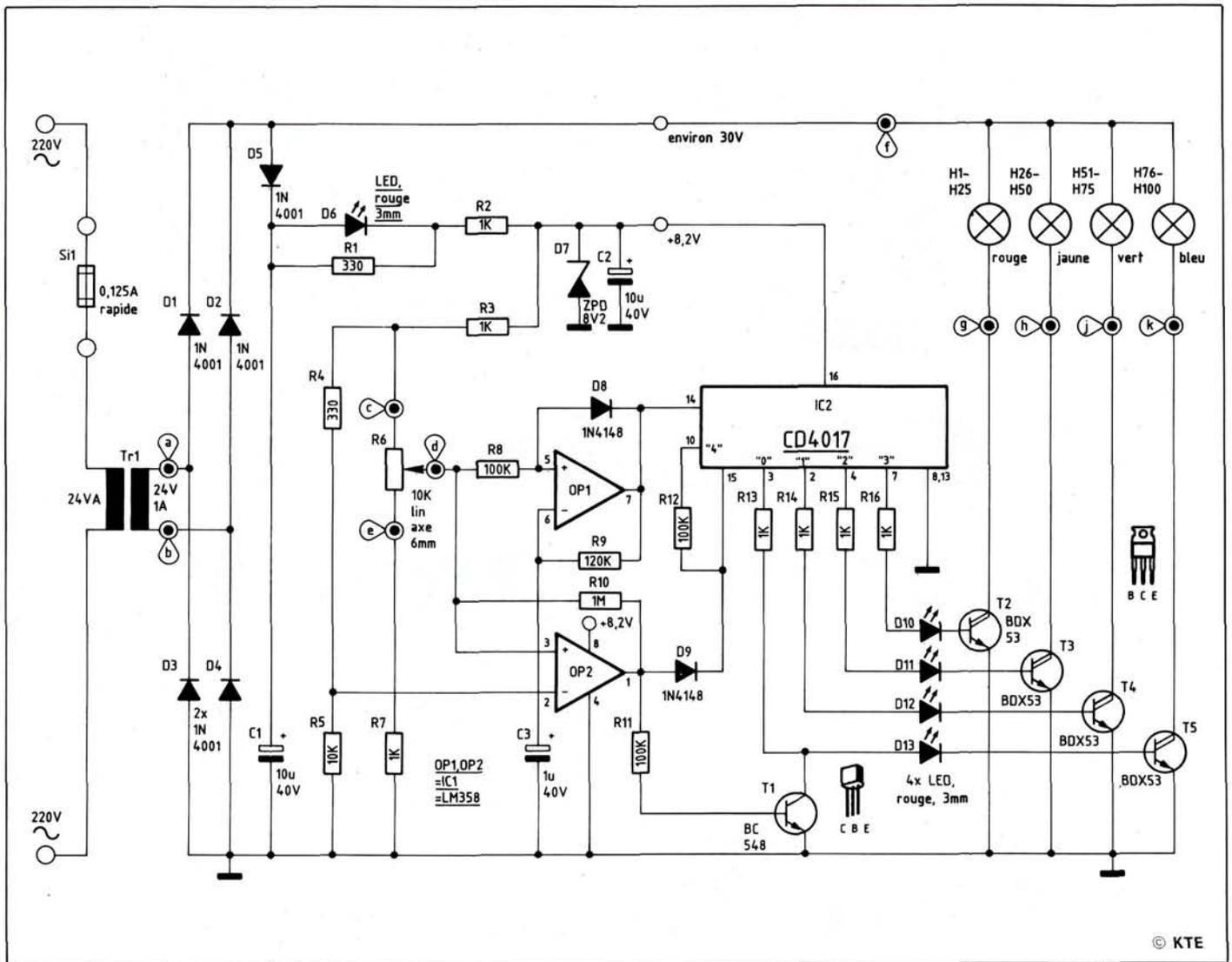


Figure 1 - Schéma d'ensemble du chenillard. Les repères a,b,c,d,e,f,g,h,i,j,k marquent les points de câblage sur le circuit imprimé. Ils sont sérigraphiés sur le circuit fourni avec le kit de la société KTE.

notre circuit, seules les sorties 0, 1, 2 et 3 sont utilisées pour commander les étages de puissance T2 à T5. A l'instant où la sortie 4 passe au niveau logique haut, ce niveau haut est appliqué à l'entrée de remise à zéro (broche 15) à travers la résistance R12. Le compteur est donc remis à zéro et c'est à nouveau la sortie 0 qui passe au niveau logique haut. Ainsi le compteur décimal est devenu un diviseur par quatre.

Le circuit comporte un deuxième amplificateur opérationnel (OP2) monté en comparateur de tension. Il permet de bloquer le circuit de commande, et d'éteindre la guirlande, de la manière suivante. Quand le curseur du potentiomètre R6 est en butée à gauche, le potentiel de l'entrée non inverseuse de OP2 (broche 3) est supérieur au potentiel de la broche 2. De ce fait la sortie de OP2 (broche 1) est au niveau logique haut : elle remet et maintient le diviseur par quatre à zéro, à travers D9. La sortie 0 de IC2 reste au niveau logique haut tant

que dure cette situation. Simultanément la base du transistor T1 reçoit, par R11, un courant suffisant pour rendre T1 conducteur. De ce fait la sortie 0 de IC2 est pratiquement à la masse et T5 ne peut pas conduire puisque sa base ne reçoit pas le courant nécessaire. T5 n'étant pas conducteur, il n'y a pas de retour à la masse pour les ampoules bleues qui restent donc éteintes.

Si maintenant nous tournons légèrement le curseur de R6 vers la droite, le potentiel de la broche 3 de OP2 devient inférieur à celui de la broche 2 et la sortie (broche 1) bascule au niveau logique bas (environ 0 V). De ce fait D1 libère l'entrée de remise à zéro de IC2 et T1 ne met plus la sortie 0 à la masse : le système est débloqué.

Les transistors de puissance (des Darlington) deviennent conducteurs dans l'ordre T5-T4-T3-T2 au rythme déterminé par la fréquence de l'oscillateur. Les diodes lumineuses D10 à D13 montées

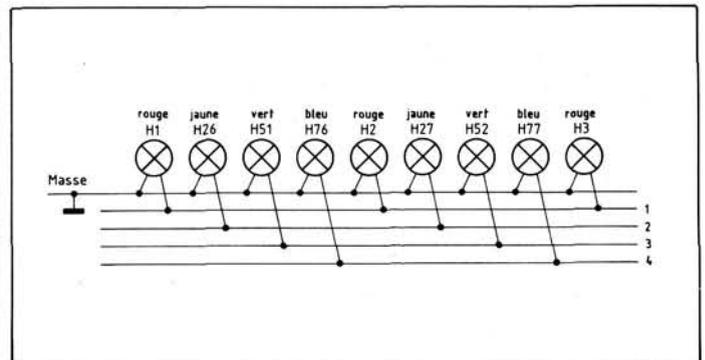


Figure 2 - Schéma de raccordement des ampoules.

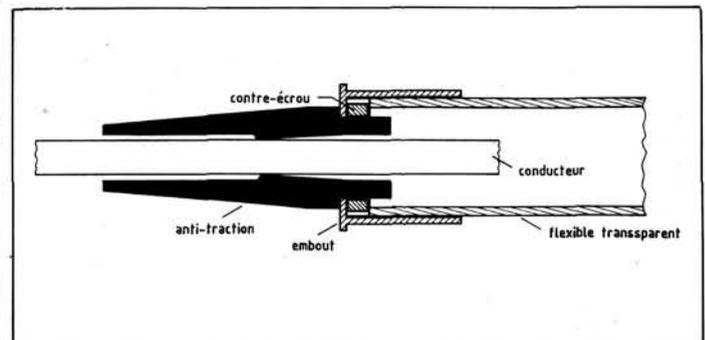


Figure 3 - Croquis de montage de la jonction entre le câble d'alimentation et le tuyau en PVC transparent.

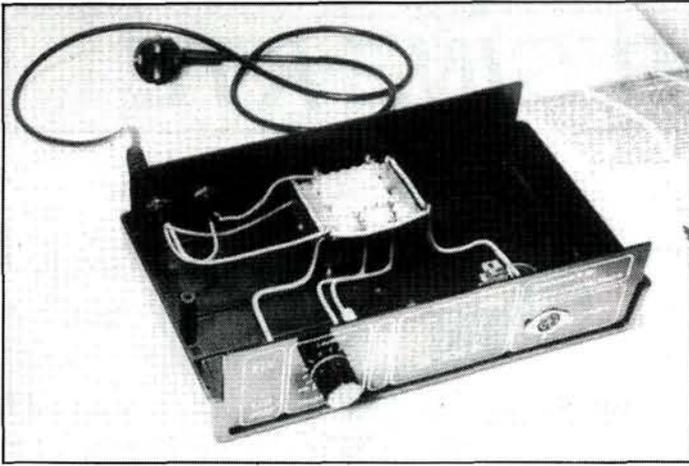


Figure 4 - Disposition des composants à l'intérieur du coffret, le raccordement 220 V et les fils de mise à la terre.

en série avec les résistances de charge R13 à R16 indiquent quel groupe d'ampoules est allumé. Leur défilement est donc identique à celui de la guirlande lumineuse et elles sont installées sur la face avant du coffret.

La plage des fréquences réglables par le potentiomètre R6, et donc la plage des vitesses de défilement, peut être déplacée en modifiant la valeur de la résistance R9. C'est une question de goût. Si vous voulez augmenter la vitesse, diminuez la valeur de R9 et inversement : R9 peut prendre une valeur comprise entre 10 k $\Omega$  et 470 k $\Omega$ .

## RÉALISATION DE LA GUIRLANDE LUMINEUSE

Cet assemblage relève autant de la mécanique que de l'électricité. Il n'est pas difficile à réaliser mais il prend du temps. Utilisez cinq fils souples (multibrins) d'une section d'environ 0,22 mm<sup>2</sup>, de couleurs différentes et longs de 6 mètres. Cette section doit être augmentée si le câble est encore plus long.

Déterminez quelle fonction (canal 1, 2, 3, 4 et tension 30 V) sera attribuée à telle couleur de fil. Chaque ampoule sera soudée au fil de tension 30 V et au fil du canal approprié. La figure 2 montre clairement comment procéder et de quelle manière les ampoules numérotées de H 1 à H 100 sont disposées. La distance entre deux ampoules est d'environ 6 cm; la distance entre deux ampoules de même couleur sera donc de 4 x 6 cm = 24 cm.

L'ampoule H1 sera soudée au fil commun (30 V) et à celui du canal 1. Six centimètres plus loin vous soudez

l'ampoule H26 au fil commun et à celui du canal 2. Puis ce sera le tour de H51 et de H76 qui seront reliés, l'une au canal 3, l'autre au canal 4 et toutes deux au fil commun évidemment. L'ampoule H2, qui se trouvera à 24 cm de H1, sera de nouveau raccordée au canal 1, et ainsi de suite jusqu'à l'ampoule H100. Prenez la précaution de décaler les soudures d'une

### Liste des composants du chenillard à 4 voies

R1, R4 = 330  $\Omega$   
 R2, R3, R7,  
 R13 à R16 = 1 k $\Omega$   
 R5 = 10 k $\Omega$   
 R6 = 10 k $\Omega$ , linéaire  
 R8, R11, R12 = 100 k $\Omega$   
 R9 = 120 k $\Omega$   
 R10 = 1 M $\Omega$   
 C1, C2 = 10  $\mu$ F/40 V  
 C3 = 1  $\mu$ F/40 V  
 IC1 = LM358 IC2 =  
 CD4017  
 T1 = BC548  
 T2 à T5 = BDX53  
 D1 à D5 = 1N4001  
 D6, D10 à D13 = LED  
 3 mm, rouge  
 D7 = ZPD8V2  
 D8, D9 = 1N4148  
 TR1 = transformateur  
 24 V/1 A  
 Si1 = fusible 0,125 A  
 rapide, avec  
 porte-fusible

Divers :  
 100 ampoules  
 28 V/40 mA  
 32 m de fil souple  
 0,22 mm<sup>2</sup>  
 6 m de tuyau en PVC  
 transparent  
 2 m de câble souple à  
 5 conducteurs  
 30 cm de fil souple  
 0,75 mm<sup>2</sup>  
 picots et cosses à souder  
 fiche DIN à 5 broches  
 embase DIN à 5 broches

même ampoule de 1 à 2 cm pour ne pas risquer de provoquer des courts-circuits lors de l'enfilage dans le flexible. Le kit est accompagné d'une description détaillée de cette manipulation.

## CONSTRUIRE LE CIRCUIT DE COMMANDE

Le kit est fourni également avec un circuit imprimé très soigné. Le dessin des composants ou de leur symbole ainsi que leur numéro correspondant à celui du schéma en figure 1 sont imprimés en sérigraphie du côté où sont implantés les composants. Vous implantez et soudez d'abord les composants les moins encombrants (les moins hauts) pour finir par les transistors et les condensateurs électrolytiques. N'oubliez pas de disposer le repère des circuits intégrés (l'encoche) dans le sens indiqué par la sérigraphie. Attention : les cinq LED D6 ainsi que D10 à D13 doivent être implantées non pas du côté de la sérigraphie, mais du côté des pistes du circuit

imprimé. Disposez-les bien perpendiculairement à la surface du circuit, leur base maintenue à environ 3 mm de la surface des pistes. Le potentiomètre R6 est également soudé côté pistes par l'intermédiaire de picots à souder. C'est lui qui assure la fixation côté gauche du circuit imprimé à la face avant du coffret. Côté droit, c'est la vis de fixation gauche de l'embase DIN à cinq broches qui joue ce rôle. Avec le kit, vous trouverez une description détaillée de toute l'opération de câblage et d'assemblage du chenillard. Quand tout est terminé, vissez le couvercle du coffret, mettez le fusible dans son logement, branchez... et que la fête commence.

MINITEL  
 3615 + ELEX  
 pour  
 établir des contacts  
 demander des conseils  
 trouver des composants

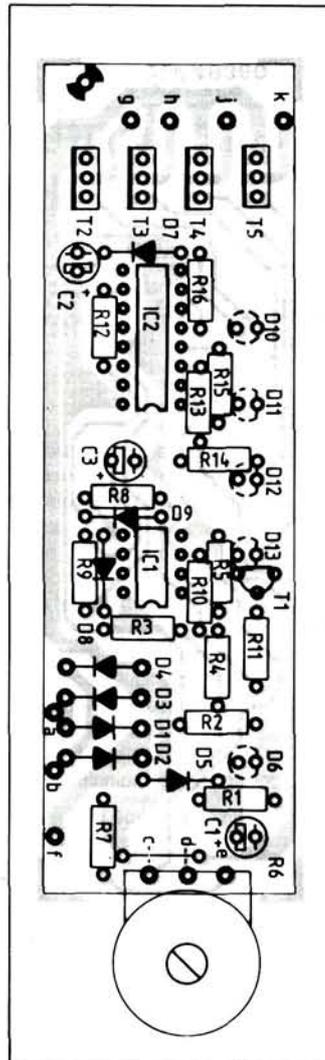


Figure 5 - Le circuit imprimé terminé.

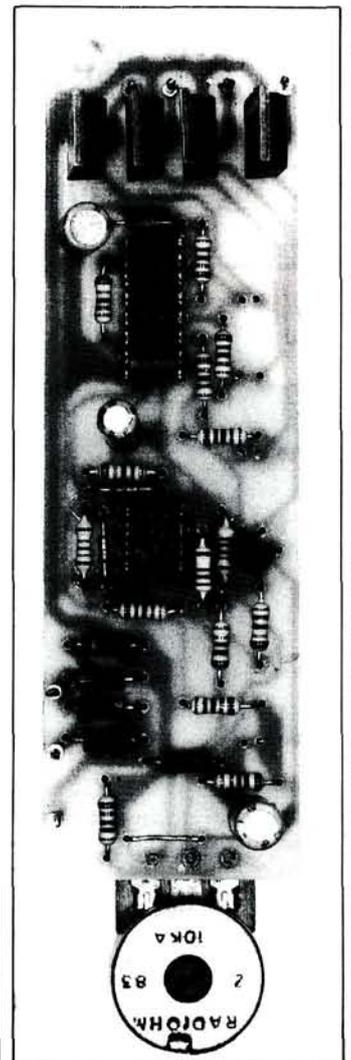


Figure 6 - Sérigraphie du circuit imprimé.

# KITS D'ORIGINE KTE

## Verrou électronique

à codage numérique par microprocesseur

Le verrou codé permet de commander l'ouverture ou la fermeture de toutes les portes de garages, appareils électriques, dotés de cette sécurité. Elle est donc idéale pour la maison et la voiture. Un microprocesseur CMOS programmé par masquage assure la totalité de l'asservissement de cette serrure codée, extrêmement confortable qui ne demande que quelques composants externes. Le couplage est de conception universelle et permet, au choix, le fonctionnement comme verrou à chiffres avec frappe sur un clavier à 10 touches (code de 1 à 7 chiffres, c'est-à-dire max. 10 millions de combinaisons) ou comme verrou morse avec frappe au moyen d'une seule touche (1 à 23 actionnements).

Kit complet avec clavier à membrane et fiche, circuit imprimé

(FR401BKL) 200 FF



1 2 3

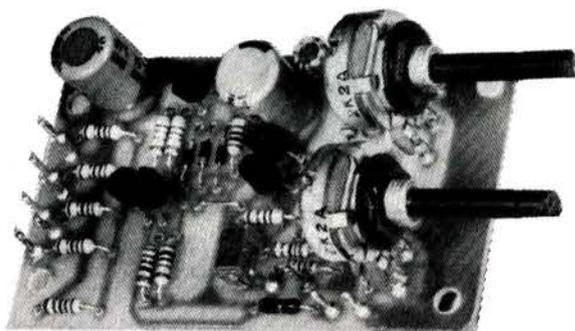
4 5 6

7 8 9

\* 0 #

## Amplificateur-correcteur vidéo

(voir ELEKTOR n° 121/122)



La copie de bandes vidéo entraîne une dégradation des signaux nettement perceptible. L'amplificateur-correcteur vidéo, avec ses quatre sorties parallèles, étend la plage de modulation et augmente ainsi le contraste des images copiées.

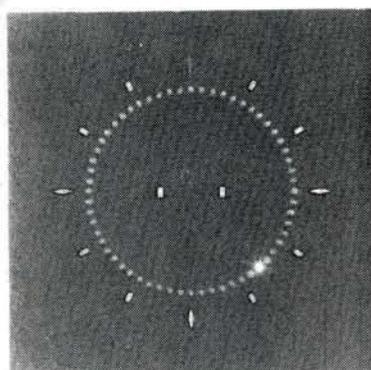
Deux organes de réglage permettent d'agir sur le piqué des contours et sur le gain (contraste) en fonction des exigences individuelles.

Kit complet (coffret inclus)

(FR324BKL) 199 FF

LES KITS KTE SONT DISPONIBLES  
DANS TOUS LES MAGASINS **HBN** ELECTRONIC  
CHEZ Selectronic  
OU DIRECTEMENT CHEZ KTE Technologies

## Horloge électronique analogique / numérique



L'horloge analogique/numérique KTE est une horloge à quartz comportant 78 diodes électroluminescentes et dont le style s'inspire de celui d'une horloge à cadran analogique. Il convient de souligner tout particulièrement l'esthétique exclusive qui séduit par une élégance simple et sa technique originale.

Kit complet (plaque frontale, étrier-support, circuit imprimé double face inclus)

(FR157BKL) 671 FF

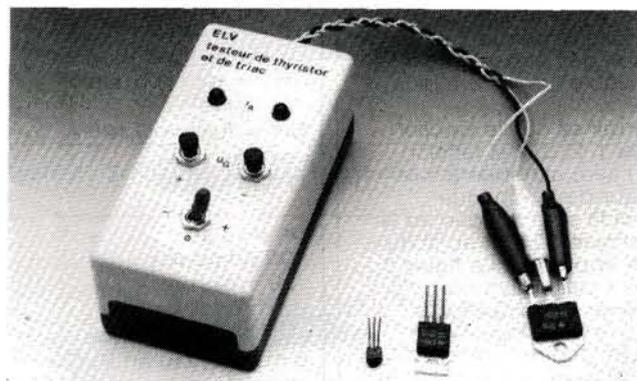
bloc d'alimentation  
12V / 300 mA

(FR157ST) 38 FF

## Testeur de THYRISTORS et de TRIACS

(ELEX n°5 - nov. 88)

Indispensable pour vérifier le bon fonctionnement des thyristors et des triacs récupérés ou de marque et de brochage inconnus.



Kit complet

(avec platine et boîtier sérigraphiés et percés)

FR207BKL 158 FF

Paiement: Par chèque  
bancaire ou postal,  
mandat-lettre, Carte  
Bancaire

- Vente par correspondance uniquement  
- Paiement à la commande + 30 FF Port et emballage



**KTE**

TECHNOLOGIES

B.P. 40 · F-57480 Sierck-les-Bains

nos prix s'entendent TVA incluse



## DLP 2000 JEU DE LUMIERE NUMERIQUE à 8 CANAUX PROGRAMMABLES

commandé par microprocesseur

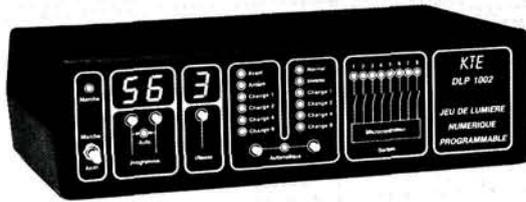
L'appareil est capable de commander 8 lampes ou 8 groupes de plusieurs lampes et de produire des dessins et des configurations lumineuses en nombre quasi infini.

100 programmes donnent accès à plus de 10 000 modes de fonctionnement différents, ce qui porte à un million le nombre des configurations possibles!

Voici en résumé les caractéristiques essentielles :

- 8 canaux indépendants commandent 8 sorties à triac susceptibles d'attaquer directement des ampoules de 220 V. La puissance de sortie de chaque canal est de 400 W
- puissance de sortie globale maximale : 2200 W
- 100 programmes numériques possibles, avec affichage des 8 pas de programmation sur 2 afficheurs à 7 segments
- possibilité de changement de programme automatique
- 10 programmations numériques de la vitesse de défilement des configurations lumineuses produites par les lampes. La vitesse courante est affichée sur un afficheur à 7 segments
- 6 niveaux de luminosité fondamentale réglables pour déterminer la luminosité des lampes. Les étages de puissance fonctionnent en découpage de phase. Trois autres modes de fonctionnement permettent de commander la gradation des lampes à partir de valeurs d'intensité préétablies, ce qui permet d'obtenir une variation de luminosité quasi constante d'un pas de programme au suivant. Une position "0" permet d'obtenir l'extinction totale des lampes. Le numéro de l'étage choisi apparaît sur un afficheur à 7 segments.
- possibilité de changement automatique de luminosité
- inversion possible du sens de défilement (marche avant ou arrière), manuelle ou automatique après le premier, le second, le quatrième ou le huitième passage
- inversion possible des configurations lumineuses, manuelle ou automatique après le premier, le second, le quatrième ou le huitième passage. Ceci permet d'inverser les fonctions des lampes : celles qui étaient éteintes s'allument et inversement
- commande externe supplémentaire possible à l'aide d'un signal audio (musique). Un signal musical est appliqué à l'entrée appropriée du DLP 2000, puis un bouton de commande en façade permet d'obtenir que la vitesse de défilement, l'intensité ou les deux à la fois soient commandées par le signal musical. Un potentiomètre de réglage permet de doser la sensibilité de l'entrée
- protection et anti-parasitage soigné des huit sorties de puissance

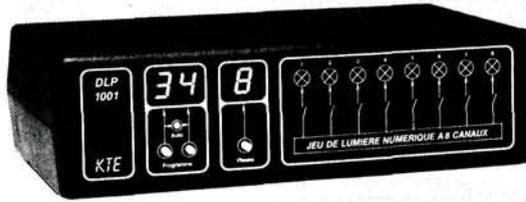
kit complet (FR436BKL)FF 1.470  
kit monté (FR436F)FF 2.490



## DLP1002 JEU DE LUMIERE PROGRAMMABLE NUMERIQUE à 8 canaux

Appareil identique à DLP2000, sans entrée audio ni réglage d'intensité (pas de gradation, les lampes fonctionnent toujours à pleine puissance).

kit complet ..... (FR440BKL)FF 1.095  
kit monté ..... (FR440F)FF 1.870



## DLP1001 JEU DE LUMIERE PROGRAMMABLE NUMERIQUE à 8 canaux

Le jeu de lumière programmable DLP1001 est une version économique du DLP1002. Cet appareil comporte néanmoins les fonctions essentielles : 100 programmes de 8 pas chacun peuvent être exécutés à 10 vitesses différentes. La possibilité d'un changement de programme automatique existe aussi sur le DLP1001.

kit complet ..... (FR440BKL)FF 875  
kit monté ..... (FR438F)FF 1.245

### 1. Caractéristiques techniques du tube laser

type :	hélium-néon; tube encapsulé résonateur hémisphérique
longueur d'onde :	632,8 nm (rouge vif)
puissance de sortie :	1,8 ± 0,25 mW
polarisation :	linéaire; meilleure que 1000:1
divergence du faisceau :	1,5 mrad (angle total); ≈ 1,5 mm/m
diamètre de la base du faisceau :	environ 1 mm
paramètres du faisceau :	TEM <sub>00</sub>
	écart longitudinal : 609 MHz
	nombre de lignes : 4 à 5
	longueur du résonateur : 246 mm
courant nominal :	5,0 mA
courant limite :	5,2 mA max
tension de fonctionnement :	1100 ± 50 V (consommation : ≈ 6 W)
tension d'amorçage :	environ 6 kV
temps d'amorçage :	< 1 s
ballast :	interne : 22 k externe : ≥ 68 k/2 W (c'est pourquoi la tension d'alimentation est de 1,6 kV au moins)
longévité :	> 5000 h, typ. 20 000 h

### 2. Caractéristiques techniques de l'alimentation

type :	laser power supply LPS 8000
tension d'alimentation :	220 V ± 5%/50 Hz
puissance consommée :	≈ 15 W
tension d'amorçage :	jusqu'à 8 kV environ pour le tube KTE
conception :	circuit de modulation optimal 92 mm x 70 mm x 360 mm ≈ 1,6 kg (avec le tube)
dimensions (h x l x p) :	
pois :	
présentation :	- boîtier longiligne en alu - immobilisé par plots en caoutchouc - pas de vis dans le socle pour trépid - perforations prévues pour la fixation de la mécanique de balayage

### 3. Caractéristiques du module de commande LSG 7000

dimensions des dessins :	0,35 x distance de projection (par exemple 35 cm à 1 m, ou 3,5 m à 10 m)
angle d'ouverture :	2 x ± 5°
alimentation :	bloc moulé 12 V= / 300 mA
modes de fonctionnement :	manuel automatique signal audio (mono ou stéréo) automatisme et asservissement séparés pour chaque canal de balayage
dimensions en mm (l x h x p) :	260 x 75 x 150 (module principal) 110 x 80 x 90 (module de balayage)
pois :	environ 700 g (complet)

Les valeurs indiquées sont typiques  
Les caractéristiques peuvent être modifiées

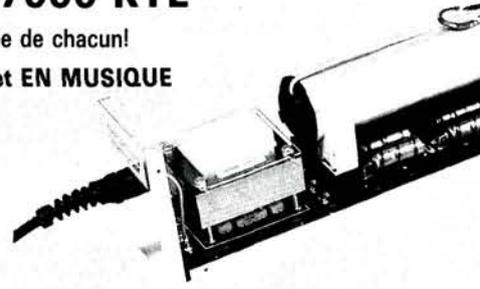
## pilote-LASER PL-7000 KTE

Enfin un laser complet à la portée de chacun!

ECLATEZ-VOUS EN BEAUTE et EN MUSIQUE

Le pilote-LASER est un appareil aux performances remarquables; il permet de produire à l'aide d'un faisceau laser un nombre invraisemblable de graphismes (notamment des figures de Lissajous) au mur, au plafond, sur n'importe quel support...

L'ensemble est composé d'un tube laser monté avec son alimentation dans un boîtier métallique, et du module de commande LSG7000. Celui-ci commande le dispositif de déviation et de balayage fixé à l'avant du boîtier du canon laser, pour obtenir les multiples dessins. Les caractéristiques techniques détaillées sont données ci-contre. Associé à l'alimentation, le tube laser peut être utilisé de façon conventionnelle pour produire un simple faisceau, sans le balayage effectué par le module de commande. Il est également possible d'utiliser le module de commande pour commander le balayage d'autres canons laser.



### Alimentation de puissance pour pilote LASER PL-7000

kit complet ..... (FR428BKL)FF 1.240  
(alimentation avec tube et boîtier)  
kit monté ..... (FR428F)FF 2.490  
(alimentation avec tube et boîtier)



### Module de commande Pilote LASER PL-7000

kit complet (mécanique de balayage comprise) (FR427B)FF 811  
kit monté (mécanique de balayage comprise) (FR427F)FF 1.550  
bloc d'alimentation 12V/300 mA (FR157St)FF 38

montées de température très rapides. Un autre remède aux baisses de température excessives consiste à donner plus d'inertie calorifique à la pièce métallique dans laquelle la panne est insérée. Cette inertie maintient la température à une valeur plus ou moins constante.

L'apport excessif de chaleur dû à une résistance chauffante trop puissante présenterait lui aussi de graves inconvénients. L'équilibre thermique s'établirait alors à des températures dangereuses pour les composants et pour la soudure. Celle-ci s'oxyderait et la conduction des soudures s'en ressentirait. Les composants ont des degrés de fragilité divers mais la plupart sont très sensibles aux températures élevées surtout en cas d'exposition prolongée.

Les fers à souder sans régulation thermique dont la puissance dépasse **30 watts** n'ont pas leur place dans un atelier ou dans un laboratoire d'électronique : ils font courir un danger mortel aux composants. La limite de puissance inférieure se situe à **15 watts**. C'est donc entre ces deux limites que vous choisirez la puissance de votre fer à souder si vous tenez à souder l'âme en paix.

### LES STATIONS THERMORÉGULÉES

Le thermostat, c'est le grand confort. Les postes thermos-

tatés assurent une surveillance électronique de la température de la panne et la maintiennent à une valeur que l'utilisateur peut choisir entre 50°C et 450°C. La montée en température est rapide et la régulation précise. Certains modèles sont pourvus d'un affichage numérique de la température de consigne et de la température de la panne. La température de consigne est celle que la régulation est chargée de faire régner dans le corps de la panne.

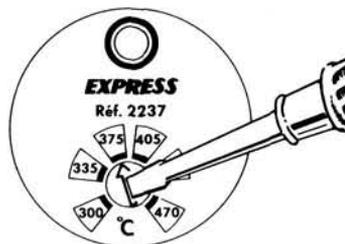
Ce que nous avons dit plus haut au sujet de l'équilibre thermique n'est plus d'application dans le cas des stations thermorégulées. Ces stations gaspillent très peu de chaleur car la résistance chauffante ne reçoit plus de courant dès que la température de consigne est atteinte. Si la température diminue, le circuit de la résistance est remis en action. C'est grâce à la régulation de température qu'une résistance chauffante d'une puissance même supérieure à 30 watts ne présente plus aucun danger pour les composants.

Les stations thermorégulées sont presque toutes pourvues d'une prise spéciale dite **prise équipotentielle**. On y branche un fil relié à la table de travail. Ce branchement maintient le fer à souder exactement au même potentiel que celui des composants. Cette précaution est importante lorsqu'on soude des composants de technologie MOS. Tant de confort et de sécurité se paie cher. A vous de voir

ce qui vous est indispensable, utile ou simplement agréable.

### LE FER THERMOSTATÉ

C'est aussi un nouveau-venu dans la panoplie des fers à souder. Il possède certains avantages propres à la station thermorégulée tout en restant indépendant d'un encombrant coffret de régulation. Son aspect ne diffère guère de celui d'un simple fer à souder, mis à part un petit bouton de réglage intégré dans son manche. On fait pivoter ce bouton de réglage au moyen d'un tourne-vis vers le repère de la température de consigne choisie.



La plupart de ces fers permettent de choisir six températures de consigne différentes. La panne est alors maintenue à cette température grâce à une régulation électronique incorporée au manche du fer à souder dont la puissance peut dépasser 30 watts sans mettre les composants en danger. L'isolation de la résistance chauffante en céramique en couche mince

fait merveille dans ces fers à souder car elle permet une adaptation très rapide à la température de consigne.

**DÉFINISSEZ BIEN VOTRE BESOIN AVANT DE CHOISIR VOTRE FER À SOUDER. FAITES UNE DISTINCTION CLAIRE ENTRE CE QUI EST INDISPENSABLE, UTILE ET AGRÉABLE.**

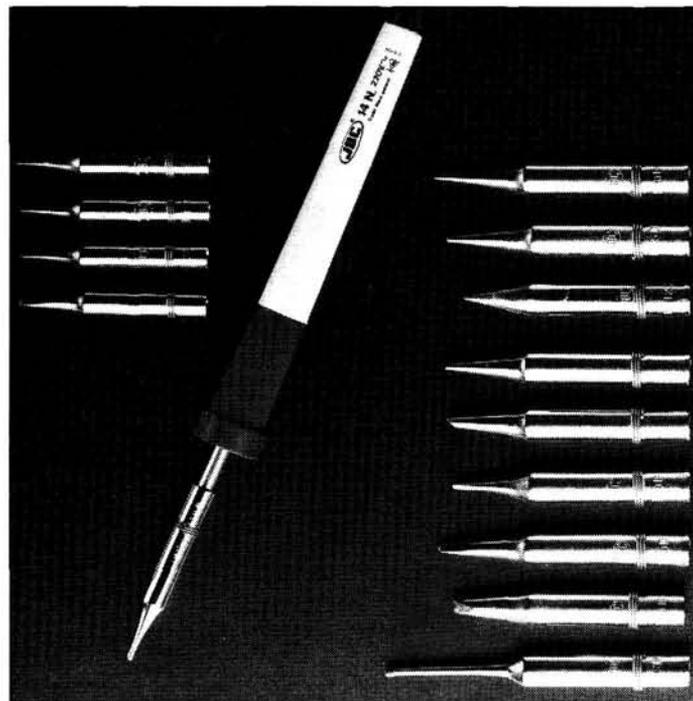
### LES PANNES

Les constructeurs de fers à souder ont fait de réels progrès dans la technique des pannes : elles ne s'oxydent plus pour autant qu'on prenne grand soin du traitement de surface qu'elles subissent en usine au cours de la phase finale de leur fabrication. Les simples pannes en cuivre existent encore, mais souvent on leur préfère ces nouvelles **pannes longue durée** dont le noyau en cuivre est protégé par une couche de fer revêtue elle-même d'aluminium, de nickel ou d'un alliage destiné à en éviter l'oxydation.

Il est évidemment hors de question de nettoyer ces pannes au moyen d'une lime ! On les nettoie à chaud avant de souder, à l'aide d'un chiffon humide ou d'une éponge mouillée. On trouve des éponges spéciales chez les détaillants



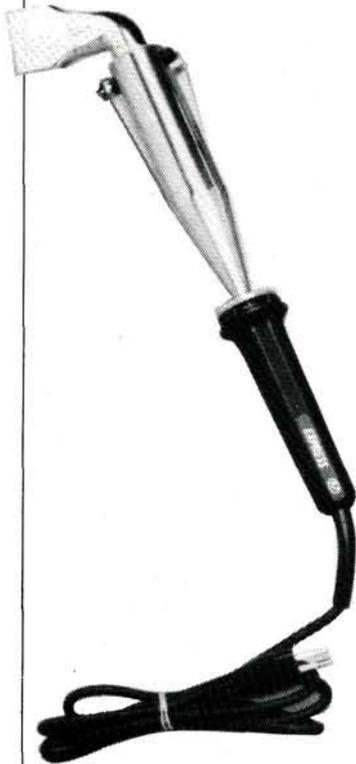
Poste de soudage thermorégulé fabriqué en France par EXPRESS. Boîtier alimenté en 220 V, double isolation. Fer 48 W / 24 V. Panne "mini tournevis" longue durée. Température réglable en continu entre 150 et 400°C. Suppression des crêtes parasites par découpage et commutation au zéro volt. Prise équipotentielle Ø 4 mm



Un fer à une panne fine, c'est bien, mais insuffisant dans bien des situations. Les fers modernes sont fournis avec plusieurs pannes interchangeables rapidement (document JBC).

en composants électroniques. N'oubliez pas de mouiller cette éponge avant chaque séance de travail, et passez la panne sur l'éponge ou le chiffon d'un geste rapide après chaque soudure !

La forme de la panne n'est pas sans importance. Les pistes des circuits imprimés et des platines d'expérimentation sont très rapprochées : il reste très peu de place entre les différents points de soudure. Le diamètre de la pointe de la panne ne peut donc en aucun cas être supérieur à 2 ou 3 mm. Généralement les fers à souder ont des **pannes interchangeables**. Ce n'est pas un luxe que d'en acquérir deux de diamètre différent : une fine pour les circuits imprimés et une plus grosse, plate et large pour les grosses soudures. Il faut savoir aussi que la température à laquelle la panne se stabilise est influencée par son diamètre.



*Une panne de ce genre rendra de grands services lors de l'assemblage de circuits imprimés par soudures de plans de masse étendus.*

## LES ACCESSOIRES

Un support pour circuits imprimés est un accessoire précieux lorsque nos deux mains sont occupées à tenir le fer à souder et le fil de soudure. Il en existe différents modèles dont il faut avant tout comparer la simplicité du mécanisme de fixation et la facilité de manipulation.

Il arrive régulièrement qu'on doive dessouder un composant : soit qu'on ait fait une erreur, soit qu'on veuille modifier un circuit, le réparer, ou tout simplement faire de la récupération. Pour réussir cette opération il est nécessaire d'enlever la goutte de soudure qui fixe les fils ou les broches du composant sur la platine ou sur le circuit imprimé.



*La pompe à souder est munie à une extrémité d'un embout en téflon et à l'autre d'un piston stabilisé par un double guidage et un dosset hémi-cylindrique (document Express).*

Tant que le composant n'a que deux connexions, la difficulté n'est pas trop grande puisqu'il suffit de faire fondre la soudure qui fixe l'un des fils, de tirer ensuite sur le composant, puis de faire la même opération sur l'autre fil. Dès qu'il s'agit d'en faire autant avec un composant à 3 "pattes" ou plus, l'opération devient bien plus ardue, sinon impossible sauf par surchauffe et donc par la destruction du composant.

Le moyen le plus simple pour enlever la soudure est la **tresse à dessouder**. C'est une tresse de fils de cuivre fins non étamés qui s'imprègne facilement de l'étain en fusion si on la maintient en contact avec celui-ci à l'aide de la panne (aspiration par l'effet conjugué de la capillarité et de la chaleur).

La **pompe à dessouder** est un peu plus confortable que la tresse. Il s'agit d'un petit cylindre creux dans lequel se déplace un piston repoussé par un ressort de rappel vigoureux. En poussant le piston vers l'avant, on comprime le ressort ; un déclic bloque le piston en fin de course. L'étanchéité entre la tête du piston et le corps de la pompe est assurée par un joint torique. Si on enfonce le bouton de blocage, le piston est soumis à la pression du ressort comprimé et il recule vivement : l'étain en fusion est aspiré à travers l'embout en téflon fixé à l'avant de la pompe. Un prolongement de l'axe du piston pénètre dans

l'embout en téflon et en chasse les résidus de soudure au moment où l'on enfonce le piston pour armer la pompe.

## CHOISISSEZ SOIGNEUSEMENT VOTRE FIL DE SOUDURE DÉCAPANT

Les fils de soudure utilisés dans les montages électroniques sont des fils en alliage étain/plomb contenant un ou



*Il existe plusieurs procédés de dessoudage. Voici le fer à dessouder muni d'une poire (document JBC)*

plusieurs canaux capillaires remplis de "résine". Cette conformation est très intrigante : comment, d'ailleurs, font-ils pour créer trois ou même cinq canaux de "résine" dans un fil de 0,6 mm de diamètre.

En réalité c'est très simple. Le fabricant part d'un gros cylindre d'alliage (trois ou quatre centimètres de diamètre), pas très long, dans lequel il pratique un, trois ou cinq canaux qu'il remplit de la pâte dont nous vous parlerons plus loin. Il procède ensuite par tréfilage pour obtenir un fil du diamètre voulu. Il suffisait d'y penser.

## LE DIAMÈTRE DU FIL

Le diamètre du fil de soudure dépend de l'importance de la soudure à effectuer : sa surface et son volume. Si un fil de 1 mm ou de 1,2 mm conviennent pour souder les fils du cordon d'alimentation aux picots correspondants de la platine d'expérimentation, il n'en va pas de même lorsqu'il faut souder le support d'un circuit intégré sur cette même platine. Ici l'espace disponible est trop restreint pour opérer avec la finesse voulue si on utilise un gros fil de soudure.

Utilisez de préférence une panne assez fine et un fil de soudure de 0,6 à 0,8 mm de section. Vous en tirerez un triple avantage : l'inertie calorifique du fil de soudure est moindre (donc mieux appropriée à la faible inertie calorifique de la panne choisie), elle vous bouchera moins la vue et son flux sera plus facile à maîtriser (apports successifs de petites quantités de soudure).

## LA COMPOSITION DE L'ALLIAGE

Les alliages qui servent à la fabrication des fils de soudure contiennent de l'étain (Sn), du plomb (Pb) et des impuretés : antimoine (Sb), cuivre (Cu), zinc (Zn), cadmium (Cd), bismuth (Bi), arsenic (As) et fer (Fe). Le pourcentage maximum de chacune de ces impuretés admis dans l'alliage varie d'une norme nationale à l'autre : entre 0,001% et 0,5% selon l'alliage concerné.

Dans certains alliages on ajoute de faibles quantités de cuivre, d'argent, de cadmium ou d'antimoine pour obtenir des caractéristiques spéciales : abaisser le point de fusion, obtenir un point de fusion au lieu d'un domaine de fusion,

augmenter la résistance mécanique de la soudure, empêcher le "diwedding" (rupture qui se produit en surface entre deux alliages de composition différente), etc. . . .

Les alliages courants se composent de 60% d'étain plus 40% de plomb (appellation 60/40), 40% d'étain plus 60% de plomb (appellation 40/60) ou 50% de chacun de ces deux métaux (appellation 50/50). Les catalogues ne nous apprennent rien de plus sur ces alliages. Voici quelques éléments qui vous permettront de faire votre choix en connaissance de cause. Il faut d'abord savoir que **la température de fusion et la manière dont un alliage fond, dépendent de sa composition.**

La plupart des alliages ne passent pas brutalement de l'état solide à l'état liquide. Ils passent par une phase qu'on pourrait appeler pâteuse durant laquelle des particules solides restent mélangées à la masse déjà liquéfiée. On doit donc parler d'un **domaine de fusion** plutôt que d'un point de fusion. **Ce domaine est d'autant plus étendu que l'alliage contient plus de plomb.** Son étendue augmente également avec le pourcentage d'impuretés contenu dans l'alliage.

Les trois alliages cités plus haut commencent à fondre à partir de 183°C. Pour l'alliage 60/40 la norme française (NFC 90-550) admet un domaine de fusion qui s'étend de 183°C à 191°C, ce qui signifie qu'à 191° toute la masse doit être fondue. Le domaine de fusion de certains alliages 60/40 de très bonne qualité est limité entre 183°C et 188°C. Le domaine de fusion de

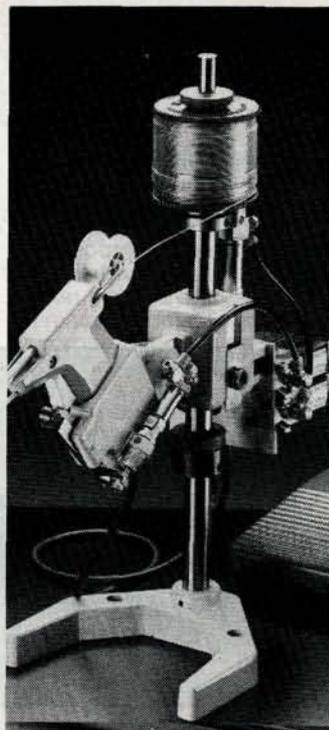
l'alliage 50/50 est compris entre 183°C et 212°C et celui de l'alliage 40/60 est très étendu : de 183°C jusqu'à 234°C.

L'inconvénient d'un domaine de fusion très étendu saute aux yeux : on ne sait jamais où se situe la température de l'alliage apparemment fondu. Pour être certain de faire une bonne soudure avec un alliage 40/60 il faudrait prolonger le contact de la panne au risque d'abîmer les composants ou de décoller les pistes du circuit imprimé. Cet alliage doit réellement être rejeté par les électroniciens. L'alliage le plus recommandable pour l'électronicien amateur est à notre avis le 60/40.

### RÉSINE OU DÉCAPANT ?

On désigne souvent la pâte qui est renfermée dans le fil de soudure sous le nom de "résine" et parfois on l'appelle "décapant". De fait cette pâte contient un extrait de résine de sapin, la colophane, et souvent on y ajoute un décapant. La colophane joue un rôle très important car il agit sur la tension superficielle du métal d'apport et empêche celui-ci de se mettre en boule.

Essayez donc de faire une soudure en utilisant les petites billes d'étain excédentaire qui traînent sur votre plan de travail. Vous aurez des difficultés sans nom à étaler cette soudure qui tend sans arrêt à se remettre en boule. Approchez votre fil de soudure décapant et vous verrez que le moindre apport de soudure "fraîche" provenant du fil remet tout en ordre : la soudure s'étale sans difficulté sur les



surfaces à assembler car l'apport de colophane a fait baisser la tension superficielle. La colophane a un pouvoir décapant très modéré. Il laisse un résidu solide, non hygroscopique, non corrosif qui possède une résistance d'isolement très élevée.

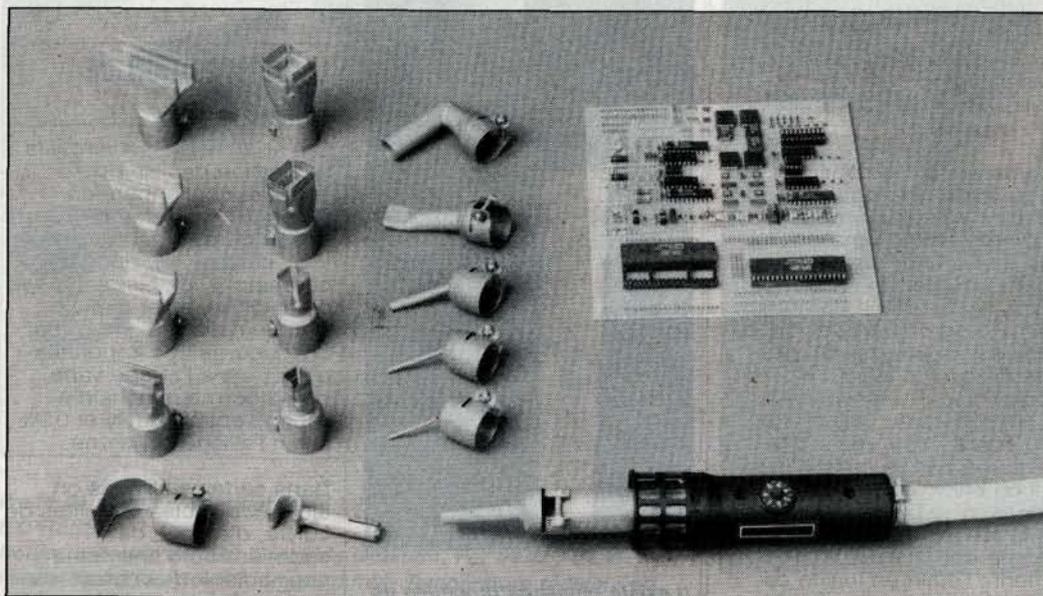
Le décapant mélangé, en très faibles quantités, à la colophane est indispensable lui aussi pour effectuer une soudure correcte. Quelles que soient les précautions que l'on prenne, les surfaces à assembler par soudure sont toujours oxydées légèrement. Cette oxydation adhère mal au support oxydé, constitue une résistance électrique et se fixe difficilement à l'alliage du fil de soudure. Elle est un corps

étranger qu'il faut éliminer pendant l'opération de soudage.

Si la soudure refuse d'accrocher aux surfaces à souder, c'est l'oxydation qui est en cause. Prenez alors un fil de soudure qui contient du décapant et la soudure "mouille" la piste du circuit imprimé et le fil du composant. On désigne souvent le décapant qu'on ajoute à la colophane par un autre nom : l'activant.

**Cet activant est à la fois un bien et un mal.** Il est souvent indispensable, on l'a vu, mais quelle quantité la colophane doit-elle en contenir et de quoi est-il fait ? L'activant se compose souvent de substances halogènes et d'acides organiques qui se combinent avec les oxydes présents à l'endroit de la soudure. Si tout l'activant qui entre dans la soudure se combine avec les oxydes à neutraliser, tout est pour le mieux.

Si tel n'est pas le cas, une partie du décapant reste actif. Il constitue alors un agent de corrosion susceptible de causer des dégâts après un temps plus ou moins long (des mois ou des années). Ses résidus amoindrissent également la résistivité du résidu de colophane. Il est malheureusement très difficile de connaître la nature et le pourcentage d'activant mélangé à la colophane. Si vous tenez à éliminer les résidus dont vous redoutez les effets néfastes vous trouverez dans les magasins spécialisés un produit qui dissout la colophane et les résidus d'activant. Il ne faut cependant pas dramatiser le pouvoir corrosif de ces résidus.



Apparemment vieillot, le fer à gaz est un outil qui permet encore de réaliser des travaux de grande précision grâce à sa variété de forme de pannes.

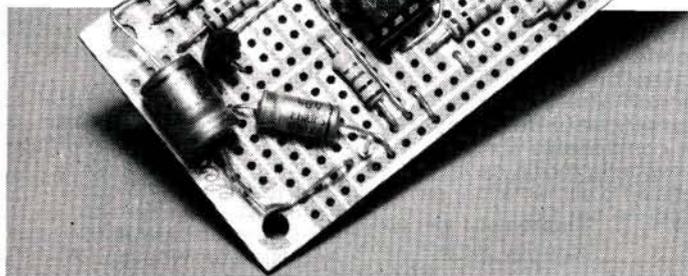
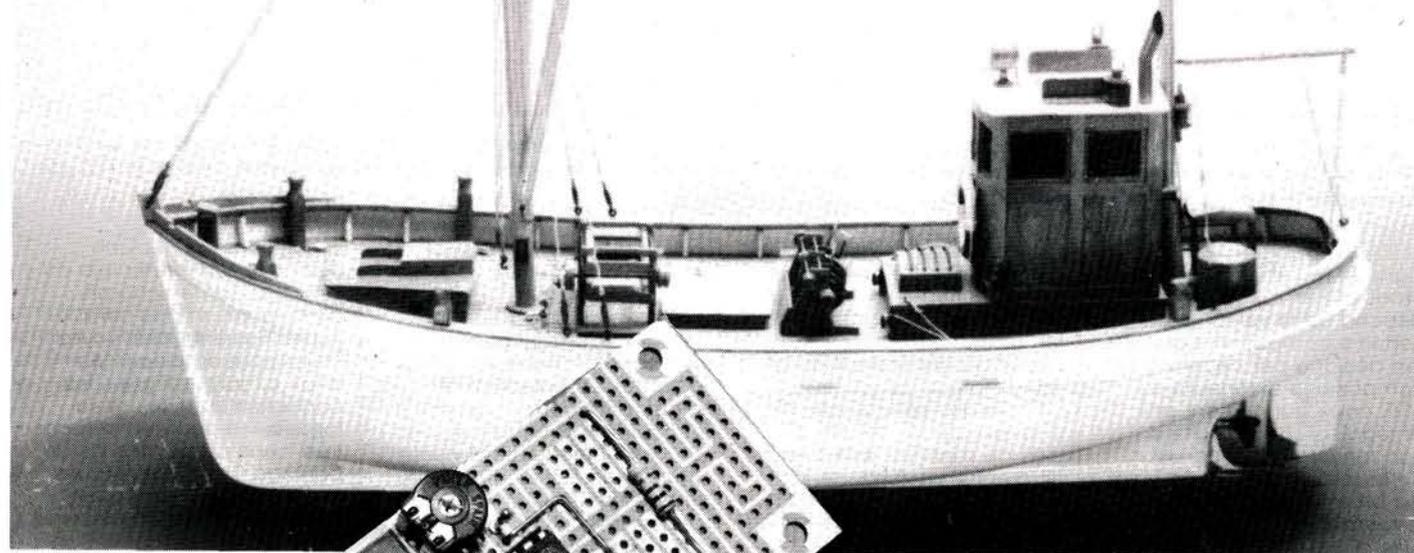
Pour tous renseignements techniques sur les fers EXPRESS, veuillez vous adresser à la société GUILBERT EXPRESS 1 boulevard de Ménilmontant 75011 PARIS

Pour les produits ANTEX, s'adresser à BRAY France 76, rue de Sully 92100 BOULOGNE/Seine

Pour les produits JBC, s'adresser à MOESA Matériels et outils électriques SA 41, rue Parmentier 92600 ASNIERES

et bien sûr à votre revendeur de composants électroniques habituel.

## IMITTEZ LE SON D'UN MOTEUR DIESEL !



Un battement régulier, provenant des profondeurs de la chambre des machines, que la cheminée répercute aux alentours avec un réalisme surprenant.

**Figure 1 - Le réalisme de votre modèle réduit téléguidé sera nettement amélioré si un bruit de moteur approprié accompagne sa course et ses manoeuvres.**

**Voici le générateur du bruit d'un moteur diesel assemblé sur une platine de format 1. Si vous lui associez un amplificateur de sortie, un CANARI par exemple, les deux circuits de format identique peuvent être superposés (utilisez des entretoises).**

Pas de panique, nous n'avons pas changé de camp. Nous ne vous proposons ici ni nouveau carburant, ni moteur diesel pour votre bateau modèle réduit. Notre ambition est seulement de donner au moteur électrique de votre bateau, le son d'un vrai diesel. En avant, toute ! Le rythme du "toc-toc-toc" s'accélère quand le régime du moteur est au maximum, tandis qu'il ralentit si vous réduisez la vitesse. Pas étonnant,

puisque c'est la tension appliquée au moteur qui détermine le rythme du bruit du moteur. Mais là ne s'arrête pas notre souci de réalisme. Vous pouvez également choisir la coloration du bruit de votre diesel, son timbre : un bateau de pêche, un cabinier racé et un tanker de 300.000 tonneaux ne font pas le même bruit. Une petite retouche à un potentiomètre de réglage et déjà le bruit de votre caboteur devient celui d'un gros bananier.

### LE CIRCUIT

Les lecteurs attentifs reconnaîtront de suite deux des composants principaux du montage. D'abord le circuit intégré 555, câblé en générateur de signaux rectangulaires, ensuite un filtre actif basé sur l'amplificateur opérationnel 741. Par contre nous n'avons pas encore utilisé de transistor à effet de champ (T1) jusqu'ici dans

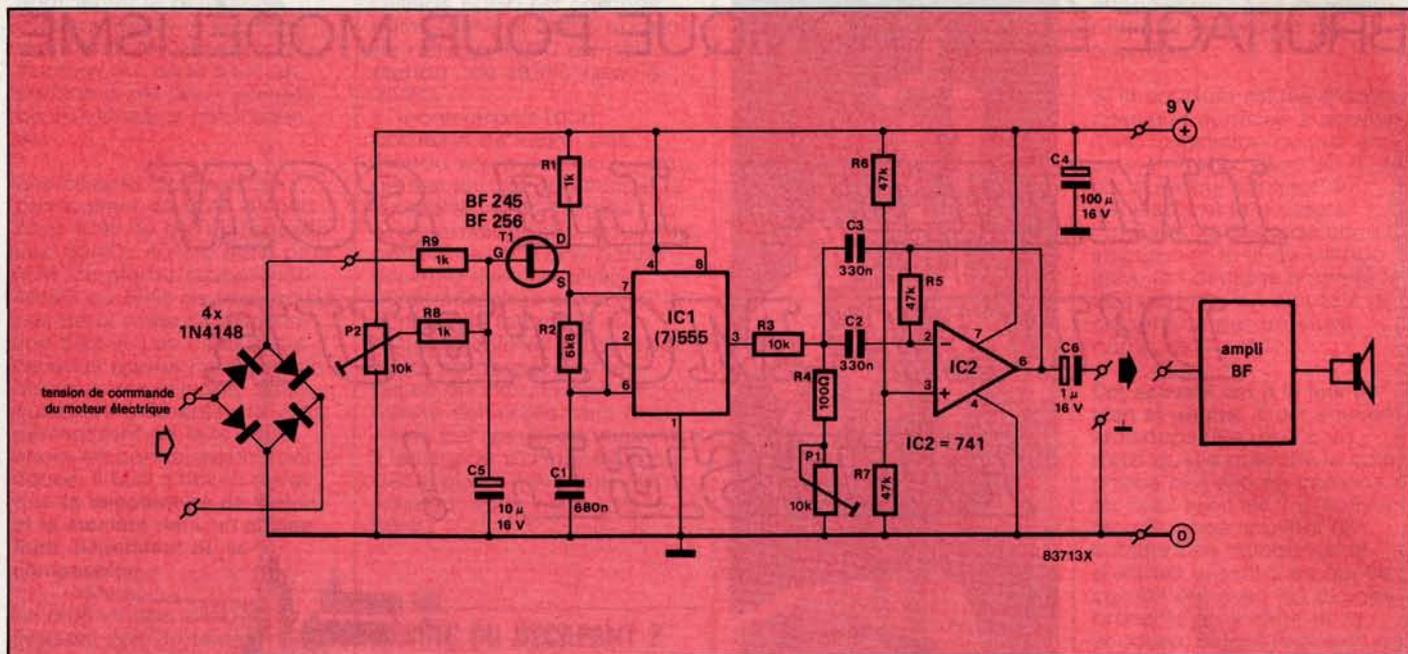


Figure 2 - Schéma général du générateur de bruit, sans amplificateur de sortie. Le temporisateur 555 produit les impulsions qui font entrer le filtre passe-bande en résonance. La tension du moteur de propulsion est transmise au transistor à effet de champ (T1) qui commande le rythme du bruit du moteur.

ELEX. La fréquence des signaux rectangulaires produits par IC1 (555) dépend de la valeur de certains composants discrets (on désigne par ce terme les composants extérieurs au 555, ceux qui ne sont pas «intégrés») : la capacité du condensateur C1, la valeur de la résistance placée entre les broches 6 et 7 ainsi que la résistance du circuit qui relie la broche 7 au pôle positif de l'alimentation.

La fréquence des impulsions dépend donc de la résistance de la jonction drain-source du FET T1. Cette résistance n'est pas constante car elle dépend elle-même de la tension appliquée à la grille (G). On voit que le transistor à effet de champ est employé ici comme résistance variable dont la valeur est commandée par la valeur de la tension de grille. Celle-ci reçoit par l'intermédiaire de R9, la tension variable appliquée au moteur. La fréquence du "touc-touc-touc" dépend donc du régime du moteur électrique. Grâce à P2, la tension de seuil de la grille est réglable, ce qui permet de modifier le bruit du ralenti du moteur.

Autour de l'amplificateur opérationnel IC2 on a construit un filtre passe-bande à contre-réaction multiple. Le signal de sortie est réinjecté dans l'entrée inverseuse à travers la résistance R3, et à travers le condensateur C3. Pour expliquer ce qui se passe dans ce filtre, nous devrions nous lancer dans des développements mathématiques dont vous n'apprécieriez peut-être pas toute la saveur. Ce qu'il faut savoir au sujet d'un filtre passe-bande,

c'est qu'il favorise le passage de certaines fréquences et qu'il en atténue d'autres, et certaines à un point tel qu'il les arrête carrément. Dans le circuit du générateur du bruit d'un moteur diesel, les valeurs des résistances et condensateurs ont été choisies de manière telle que le filtre entre en résonance sur certaines fréquences. L'amortissement très rapide de cette oscillation (qui disparaît donc presque aussi vite qu'elle est apparue) rend ce bruit très caractéristique, mais difficile à décrire. En tous cas le phénomène de la résonance d'un filtre (utilisé notamment pour produire les sons percussifs en électronique musicale) est apparenté à celui de la résonance d'une corde de guitare. Vous pincez la corde pour l'exciter, puis vous la relâchez et le son s'éteint rapidement. Bien entendu, le son produit par notre circuit ne ressemble en rien à celui d'une guitare. Heureusement d'ailleurs! Revenons au schéma sur lequel nous identifions les composants qui déterminent les caractéristiques du filtre

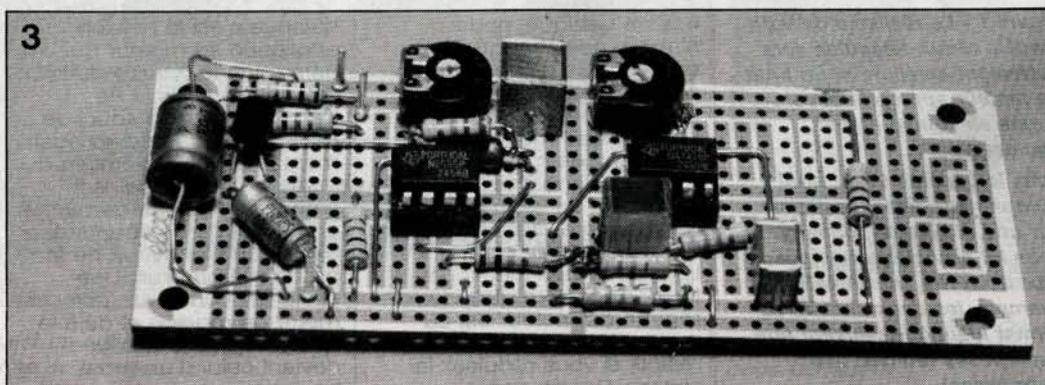
passe-bande : C2, C3, R4, P1 et R5. Ceux d'entre vous qui sont d'une nature curieuse pourront choisir d'autres valeurs pour ces composants et comparer les effets obtenus. Le potentiomètre de réglage P1 permet de choisir la couleur du timbre du son de votre bateau. Le diviseur de tension R6/R7 détermine le point de fonctionnement de l'amplificateur opérationnel, c'est-à-dire sa tension de sortie (broche 6 de IC2), en l'absence de signal d'entrée. Le signal rectangulaire du 555 parvient au filtre par la résistance R3. Les fronts raides de ce signal constituent des impulsions qui provoquent l'excitation du filtre passe-bande. Le condensateur C6 laisse passer uniquement la tension alternative vers l'amplificateur de puissance. La composante continue (environ la moitié de la tension d'alimentation) est bloquée par C6.

### AU CHANTIER !

Tous les composants du

circuit tiennent sur une plaquette expérimentale de format 1. Sur le schéma d'implantation des composants (figure 4) vous voyez clairement où placer les deux circuits intégrés, les condensateurs, les résistances, les deux potentiomètres, sans oublier les fils de pontage. Les deux circuits intégrés ne doivent pas nécessairement être insérés dans des supports : ils sont moins sensibles aux mauvais traitements que beaucoup d'autres puces (Attention! La sortie d'un 555 supporte mal les courts-circuits). Il faut en tous cas veiller à ce que leur orientation soit correcte. L'encoche de ces deux composants doit être du côté du transistor T1.

N'importe quel petit amplificateur à piles peut être utilisé pour fournir au haut-parleur la puissance qui lui est nécessaire. Le mini-amplificateur CANARI (Circuit Amplificateur Nouveau A Rendement Immodéré) que nous avons publié dans le numéro de novembre, est particulièrement indiqué ici.



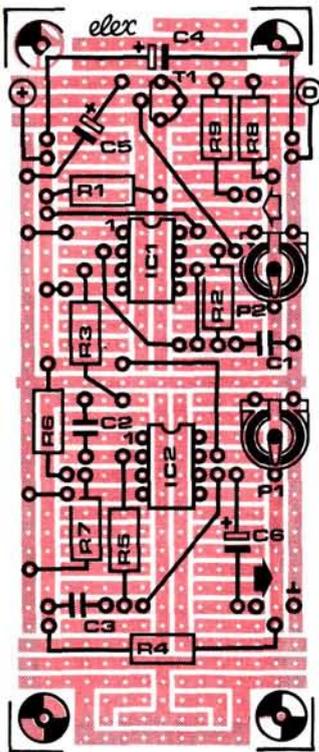


Figure 4 - Schéma d'implantation des composants du générateur de bruit "diesel".

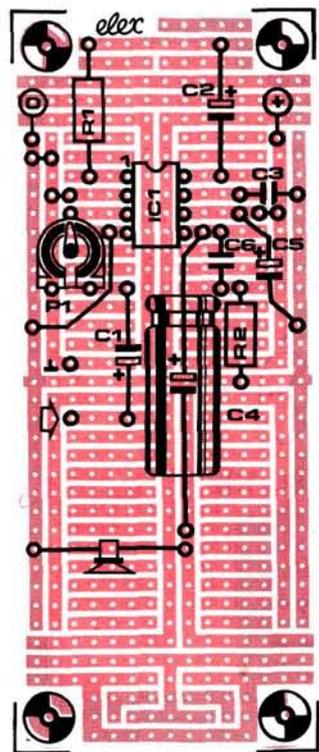


Figure 5 - Voici encore le CANARI, ce mini-amplificateur de puissance universel aux maxi performances déjà décrit dans ELEX. L'entrée de cet amplificateur est simplement raccordée à la sortie du générateur de bruit.

### Liste des composants Générateur de bruit

R1,R8,R9 = 1 kΩ  
R2 = 6,8 kΩ  
R3 = 10 kΩ  
R4 = 100 Ω  
R5,R6,R7 = 47 kΩ  
P1,P2 = 10 kΩ var.  
C1 = 680 nF  
C2,C3 = 330 nF  
C4 = 100 μF/16 V  
C5 = 10 μF/16 V  
C6 = 1 μF/16 V  
T1 = BF256  
IC1 = (7)555  
IC2 = 741

Divers:  
1 platine expérimentale de format 1

Pour ceux qui n'auraient pas réussi à se procurer ce numéro d'ELEX, nous publions une fois encore le schéma d'implantation des composants (figure 5) ainsi que la liste de ces composants.

A l'intérieur du bateau, les circuits électroniques doivent évidemment être placés à l'abri des projections d'eau. Les haut-parleurs supportent difficilement les douches, qu'elles soient chaudes ou froides. D'autres indications pratiques pour le montage des circuits dans le bateau n'ont guère de sens car la taille et la structure interne diffèrent d'un bateau à l'autre. Le réglage du circuit n'offre aucune difficulté. A l'aide de P2 vous réglez le régime du ralenti et à l'aide de P1 vous choisissez la couleur du timbre du son produit. La plage de réglage de P1 permet de choisir un son qui va du roulement de tambour au battement sourd du gros cargo (à condition que le haut-parleur soit à même de les reproduire).

### Liste des composants amplificateur universel CANARI

R1 = 1,2 kΩ  
R2 = 10 Ω  
P1 = 10 kΩ  
C1 = 1 μF/25 V  
C2 = 10 μF/25 V  
C3 = 100 nF  
C4 = 220 μF/25 V  
C5 = 10 μF/25 V  
C6 = 47 nF  
IC1 = LM386N  
HP = 8 Ω/1 W

Divers:  
1 support pour circuit intégré DIL à 8 broches  
1 platine d'expérimentation de format 1;  
40 mm x 100 mm

## LEADER DE L'ELECTRONIQUE PAR CORRESPONDANCE

Vous propose en kit les réalisations décrites dans ELEX !

Nos kits ne comprennent que du matériel professionnel pour un fonctionnement sûr. Des supports de circuits intégrés sont fournis si nécessaires. Par contre, le circuit imprimé est à prévoir en sus, ainsi que le coffret éventuel

	REFERENCE DU KIT	PRIX DU KIT	CIRCUIT IMPRIME A PREVOIR
<b>ELEX n° 1</b>			
Testeur de continuité	101.8580	58,00 F	①
Sirène de vélo	101.8581	70,00 F	①
Testeur de transistors	101.8582	50,50 F	①
Alimentation stabilisée 0 à 15V	101.8583	345,00 F	②
Balance pour auto-radio	101.8584	51,00 F	
Commande de plafonnier	101.8585	41,00 F	①
<b>ELEX n° 2</b>			
Gradateur pour lampe de poche	101.8586	20,00 F	①
Minuteur de bronzage	101.8587	85,00 F	②
Ressac électronique	101.8588	22,00 F	①
Ohmmètre linéaire	101.8589	143,00 F	①
Gyrophare de modèle réduit	101.8590	32,00 F	①
Etage d'entrée pour multimètre	101.8591	32,00 F	①
Chargeur d'accus universel	101.8592	174,00 F	①
Platine d'expérimentation DIGILEX	101.8593	186,00 F	④
<b>ELEX n° 3</b>			
Minuterie électronique	101.8594	54,00 F	①
Testeur de polarité	101.8595	22,00 F	①
Arrosage automatique	101.8596	53,00 F	①
Décade de résistance	101.8597	165,00 F	
Thermomètre	101.8598	126,00 F	①
Décade de condensateurs	101.8599	142,00 F	
<b>ELEX n° 4</b>			
Amplificateur de poche	101.8610	36,50 F	①
Compte tours (avec galva)	101.8611	123,50 F	①
Mini amplificateur TDA 2003	101.8612	38,50 F	①
Régulateur de vitesse pour mini-perceuse	101.8613	216,00 F	②
<b>ELEX n° 5</b>			
Variateur de vitesse pour caméra	101.8614	65,00 F	①
Alimentation universelle	101.8615	184,00 F	②
Traceur de courbes pour transistors	101.8616	25,00 F	⑤
Relais temporisé	101.8617	68,00 F	①
Touche à effleurement	101.8618	52,50 F	②
Testeur de diodes Zener	101.8619	59,00 F	①

PRIX PAR QUANTITE : NOUS CONSULTER

### CIRCUITS IMPRIMÉS ELEX

- ① Platine n° 1 40 x 100 mm
- ② Platine n° 2 80 x 100 mm
- ③ Platine n° 3 160 x 100 mm
- ④ Platine DIGILEX
- ⑤ Platine EPS 886087

REF. SELECTRONIC	PRIX
101.8485	23,00 F
101.8486	38,00 F
101.8487	60,00 F
101.8488	88,00 F
101.8489	47,60 F



### CONDITIONS GENERALES DE VENTE

**Règlement à la commande :** Commande inférieure à 700 F : ajouter 28,00 F forfaitaire pour frais de port et emballage.

**Commande supérieure à 700 F :** port et emballage gratuits.

**Règlement en contre-remboursement :** joindre environ 20% d'acompte à la commande. Frais en sus selon taxes en vigueur.

**Colis hors normes PTT :** expédition en port dû par messageries.

Les prix indiqués sont TTC.

Pour faciliter le traitement de vos commandes, veuillez mentionner la REFERENCE COMPLETE des articles commandés

Selectronic

Expédition FRANCO  
contre 15 F en  
timbres-poste



TEL. 20.52.98.52

86 rue de Cambrai BP 513 - 59022 Lille Cedex

# CADENCEUR D'ESSUIE-GLACE (POUR "DEUX-PATTES")

Si vous n'en avez pas dans votre voiture, vous pourriez écrire un roman sur ce que vous endurez. Par temps de bruine ou de brouillard, vos essuie-glace battent sans arrêt. Un ou deux allers et retours suffisent à évacuer le peu d'eau qui vous gêne, après quoi les balais frottent sur du verre sec, ce qui produit des crissements désagréables, et vous oblige à interrompre continuellement la marche de vos essuie-glace, avec ce fichu interrupteur d'essuie-glace qui est difficilement accessible, surtout avec la ceinture de sécurité bouclée. ...

Tout cela ne favorise pas la concentration du conducteur, mais augmente le risque d'accident, notamment en dépassant ou en croisant d'autres véhicules, quand le pare-brise est si sale que l'on n'y voit plus rien. A 80 km/h, une seconde et demie représente 33 mètres de conduite sans visibilité. Qui peut bien aimer rouler en aveugle ?

La construction et l'installation du cadenceur d'essuie-glace coûtent moins cher qu'une assurance supplémentaire. A cela s'ajoutent les avantages d'un tel cadenceur. La particularité

d'un circuit de ce genre est de transformer les inconvénients en avantages. Notons d'abord qu'on peut le placer juste à portée de main du conducteur, puis que la modicité du prix de revient, l'accroissement de la sécurité plaident avec efficacité pour le circuit.

## LE CIRCUIT

La fonction de temporisation de ce montage est assurée par un circuit intégré de type 555, dont nous allons examiner le fonctionnement. A la mise sous tension, le

condensateur C1 se charge par R1, R2 et P1 (figure 1). Le potentiomètre P1, monté en résistance variable, permet de modifier la vitesse de charge de C1. Quand la tension de charge de C1 dépasse les  $\frac{2}{3}$  de  $U_b$  (la tension de la batterie), la bascule est actionnée par le comparateur 1. La tension présente maintenant en sortie de la bascule pilote le transistor T1 (interne au circuit intégré). Le condensateur C1 se décharge par R2 et ce transistor. La bascule garde son état "haut" en sortie jusqu'à ce que la tension sur C1 devienne inférieure à  $\frac{1}{3}$  de  $U_b$ .

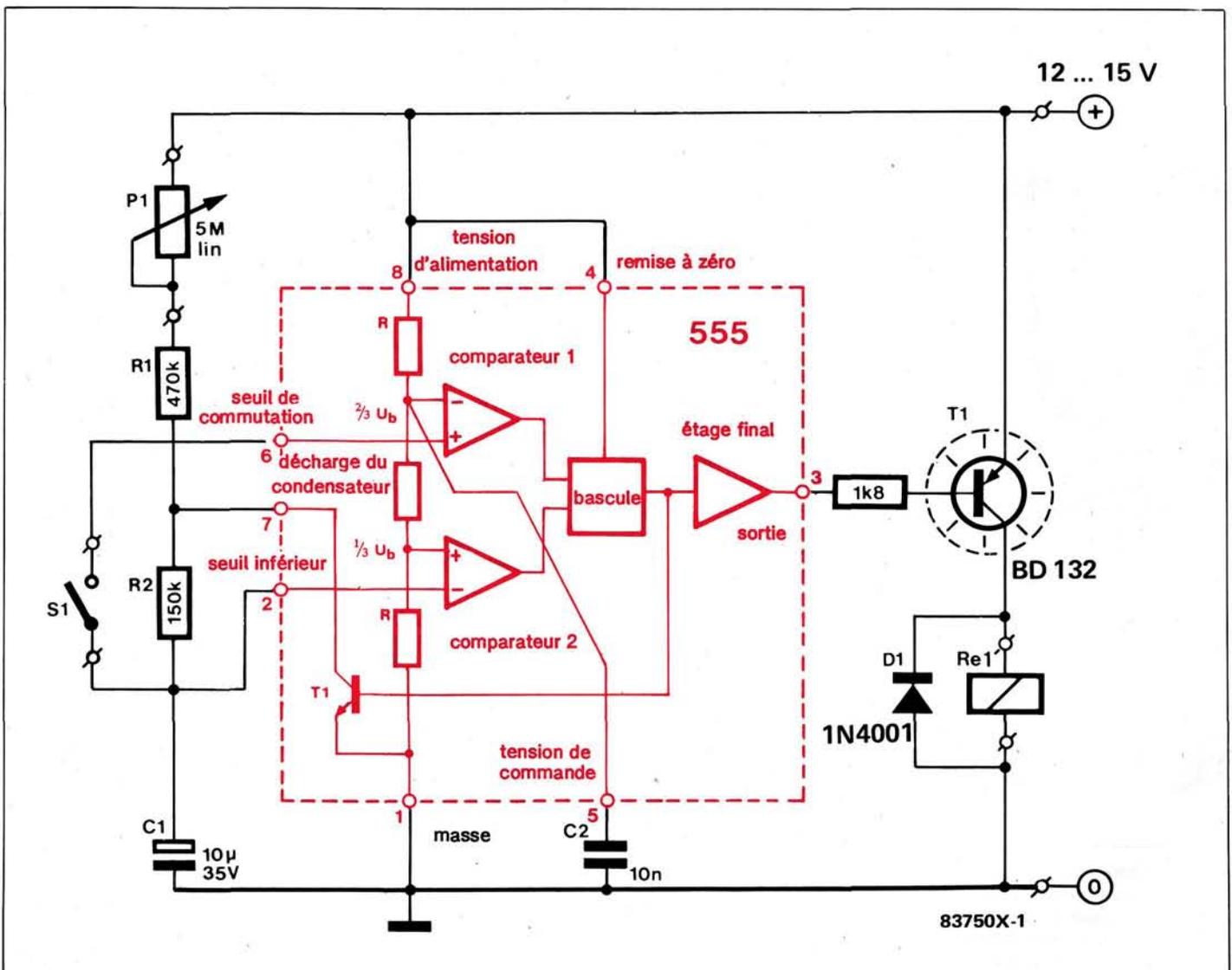


Figure 1. Un circuit simple à construire : 12 composants seulement. Le composant essentiel est le circuit intégré temporisateur de type 555 dont nous détaillons ici la structure interne (à l'intérieur des pointillés).

**LE TEMPS DE CHARGE DÉPEND DONC DE P1, C1, R1 ET R2. POUR LA DÉCHARGE EN REVANCHE, C1 ET R2 SONT SEULS EN CAUSE.**

A ce moment le comparateur 2 fait repasser la bascule à "0", le transistor T1 se bloque et C1 peut se recharger par R1, R2 et P1. Le temps de charge dépend donc de P1, C1, R1 et R2. Pour la décharge en revanche, C1 et R2 sont seuls en cause.

La charge et la décharge continues du condensateur et les passages incessants de "0" à "1" de la sortie de la bascule produisent un signal rectangulaire qu'on retrouve, inversé par l'étage final, à la sortie du circuit intégré (broche 3). C'est-à-dire que pendant que C1 se décharge la sortie de la bascule est à "1", mais celle du circuit intégré à 0 V. Le transistor T1 (de notre montage, cette fois) conduit et le relais est excité. Le contact du relais est connecté en parallèle sur l'interrupteur des essuie-glace. Les essuie-glace commencent à fonctionner.

Une seconde plus tard — il n'en faut pas plus à C1 pour se décharger par R2 — la tension de sortie du circuit intégré repasse à  $U_b$ , T1 se bloque et le contact du relais s'ouvre. Les essuie-glace continuent leur mouvement pendant environ deux secondes avant de retrouver leur position de repos. Ils y restent jusqu'à ce que C1 se soit déchargé à travers les résistances, puis recommencent un balayage.

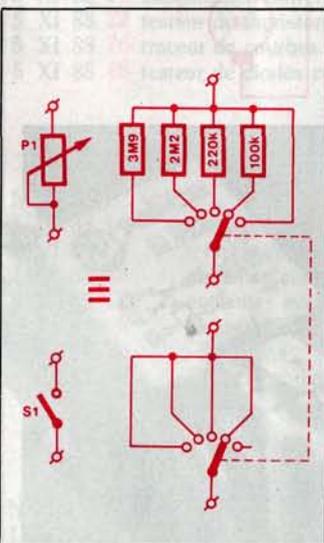


Figure 2. Le remplacement du potentiomètre par un commutateur comporte quelques avantages.



Le remplacement du potentiomètre par un commutateur à deux circuits et cinq positions permet de connaître la durée de l'intervalle sans avoir à attendre un cycle. Le commutateur permet de fixer quatre durées. Les valeurs de résistances indiquées correspondent à des temps de repos de 5, 10, 20 et 30 secondes. Vous pourrez leur donner la valeur optimale pour votre véhicule après quelques voyages sous la bruine.

Si vous préférez le réglage en continu, choisissez un potentiomètre avec interrupteur de fin de course !

**LA CONSTRUCTION**

L'ensemble du montage sera logé sur une platine d'expérimentation Elex de format 1 (40 x 100 mm). Vous repèrerez sur le plan

**Liste des composants**

- R1 = 470 kΩ
- R2 = 150 kΩ
- R3 = 1,8 kΩ
- C1 = 10 nF
- C2 = 10 μF 35 V
- T1 = BD 132
- D1 = 1N 4001
- IC1 = 555 (pas de version CMOS)
- Re = Relais 12 V à usage automobile

**Divers :**

- 1 potentiomètre 5 MΩ linéaire avec inter.
- 1 support de C.I. (DIL 8 broches)
- 1 radiateur
- 1 platine Elex format 1
- Accessoires tels que cosses Fast-On, fil isolé, bouton de potentiomètre, etc.

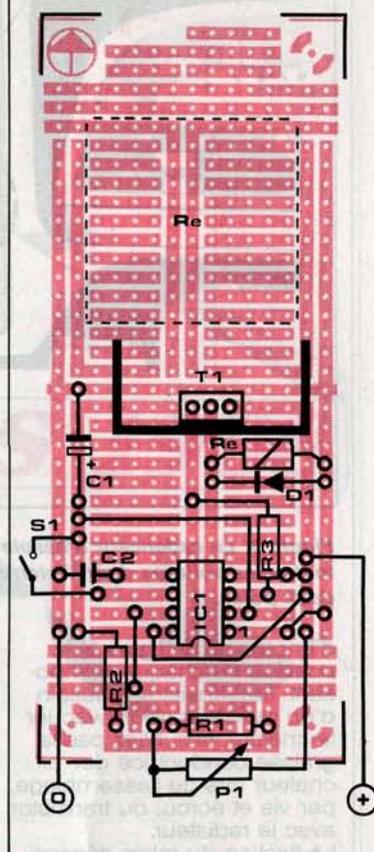


Figure 3. Le plan d'implantation montre quoi et où. Attention à la polarité pour la diode, le condensateur et le circuit intégré.

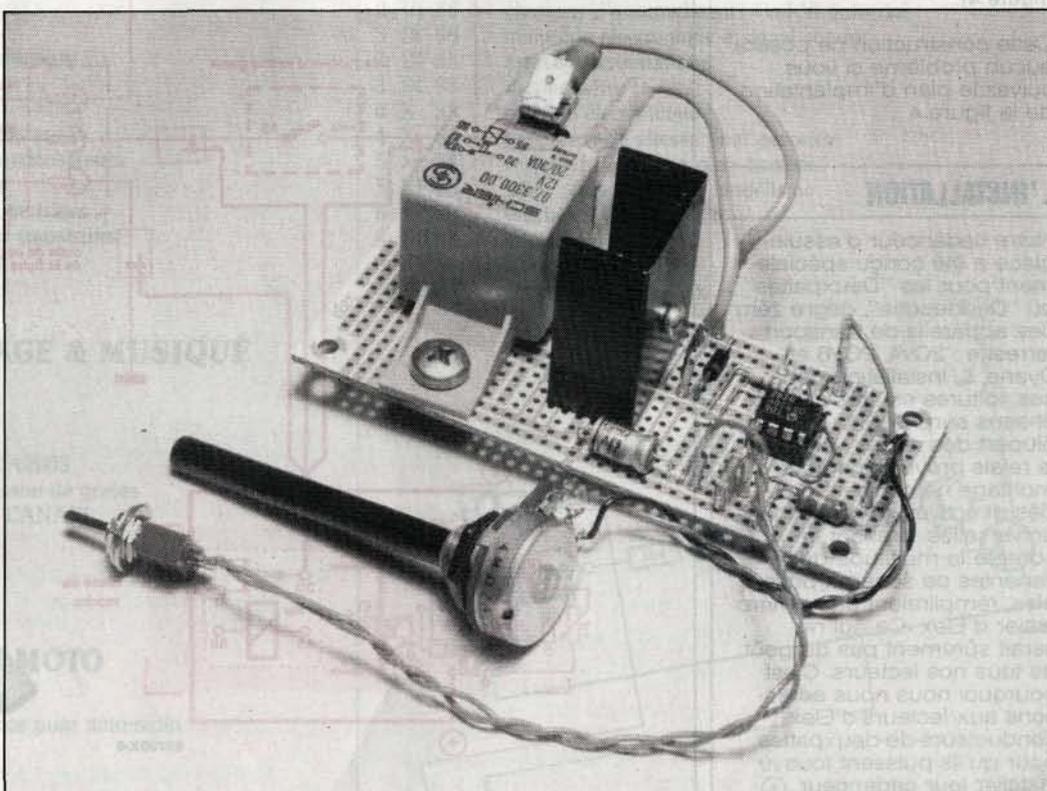


Figure 4. Tous les éléments se logent sur une platine Elex de 40 x 100 mm. Les raccordements du relais sont faits par cosses plates.

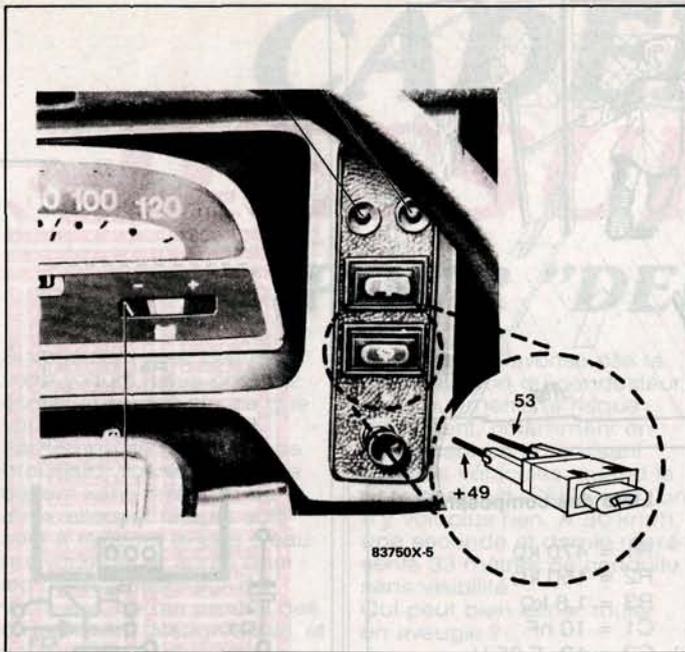


Figure 5. Le cadenceur d'essuie-glace fonctionne en fait sur toutes les voitures dont l'interrupteur d'essuie-glace n'a que deux pôles.

d'implantation (figure 3) la position de chaque composant. Le transistor a besoin d'un radiateur pour évacuer la chaleur. N'oubliez pas la graisse conductrice de chaleur lors de l'assemblage, par vis et écrou, du transistor avec le radiateur. La fixation du relais nécessitera l'agrandissement d'un trou de la platine. Ce perçage sera effectué avant l'implantation des composants. Les contacts du relais seront raccordés par des cosse plates isolées (figure 4).

Cette construction ne posera aucun problème si vous suivez le plan d'implantation de la figure 4.

### L'INSTALLATION

Notre cadenceur d'essuie-glace a été conçu spécialement pour les "Deuxpattes" ou "Deudeuche", degré zéro des appareils de transport terrestre : 2CV4, 2CV6 et Dyane. L'installation dans ces voitures est très simple et sans surprise. Pour la plupart des autres voitures, le relais prévu dans notre montage ne convient pas. Des directives d'installation universelles, prenant en compte la multitude de variantes de schéma possibles, rempliraient un numéro entier d'Ellex. Ce qui ne serait sûrement pas du goût de tous nos lecteurs. C'est pourquoi nous nous adressons aux lecteurs d'Ellex-conducteurs-de-deuxpattes, pour qu'ils puissent tous installer leur cadenceur d'essuie-glace, et pour être sûrs qu'il fonctionne dans votre "Deuxpattes".

### LES CONNEXIONS AU CIRCUIT ELECTRIQUE DE BORD

Le contact du relais est disposé en parallèle sur l'interrupteur des essuie-glace. La tension positive se trouve en permanence sur l'une des bornes de cet interrupteur (figure 6).

Cette tension positive alimente aussi notre montage. La borne correspondante est repérée par "+ 49". Pour s'assurer qu'on est du bon côté de l'interrupteur, il convient de faire une mesure de tension. On raccorde le contact du relais à cette borne par une cosse de reprise.

La languette 30 du relais est ensuite reliée à la languette 53 de l'interrupteur d'essuie-glace. Utilisez pour ces raccordements des cosse de reprise qui permettent de faire une dérivation sans dégrader l'isolement et sans autre outillage qu'une pince à sertir ordinaire. On procède de la même manière pour le pôle négatif. Ces trois connexions suffisent au raccordement du montage au circuit de bord.

Ce qui reste à faire :  
 - installer le montage derrière la planche de bord en veillant à respecter l'isolement.  
 - disposer le potentiomètre à portée de main immédiate du conducteur; la planche de bord ou la tôle de l'aérateur s'y prêtent.

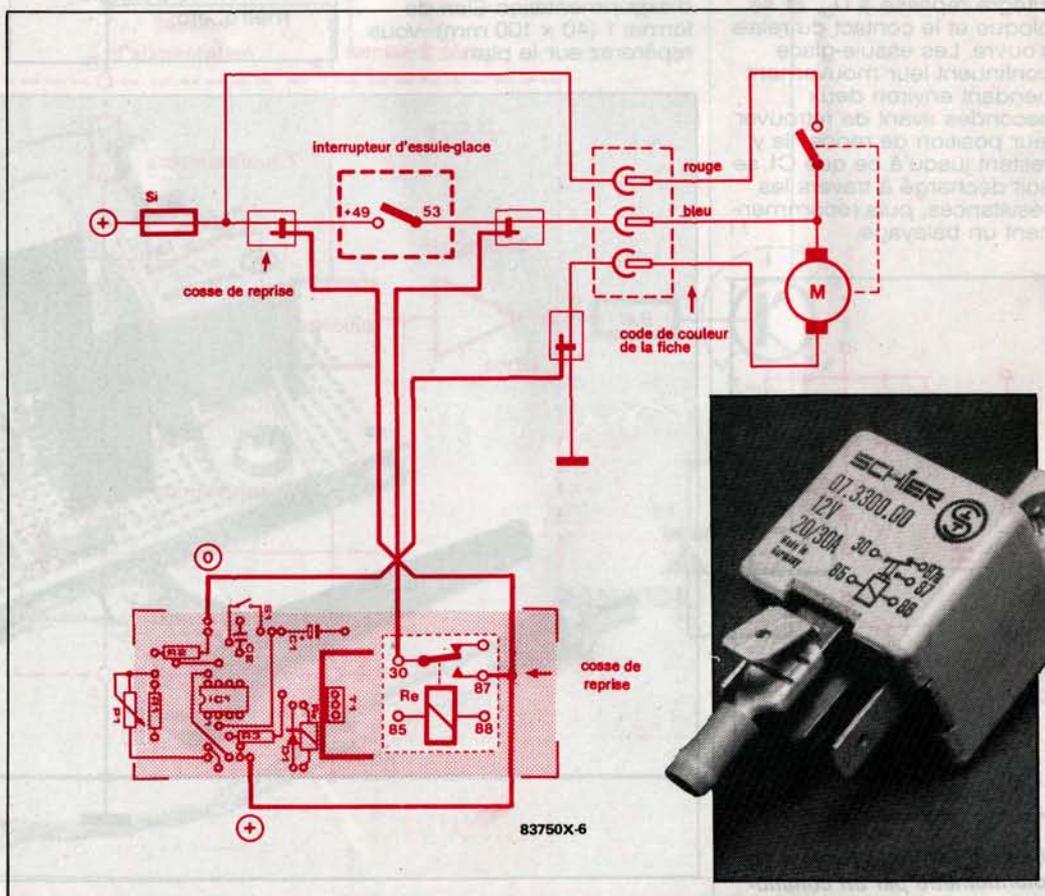
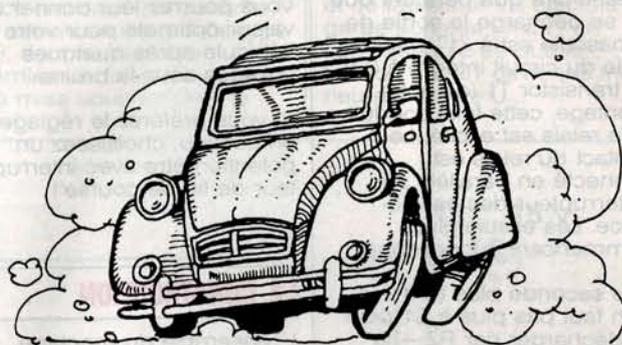
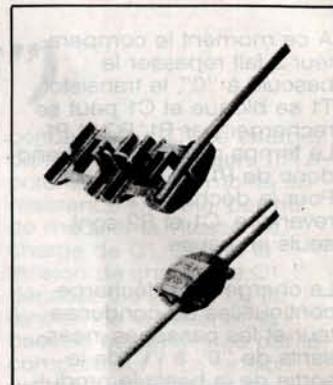
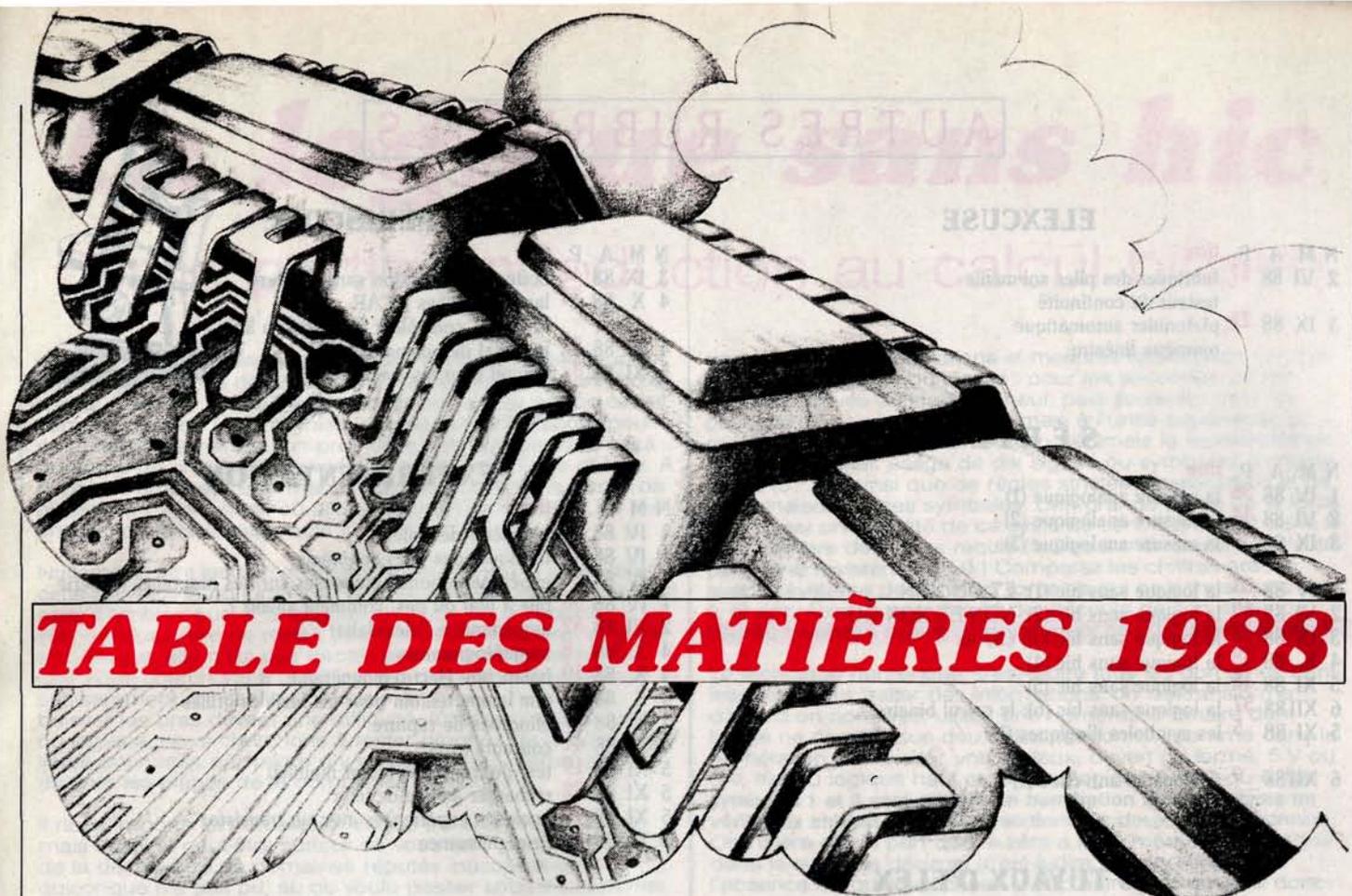


Figure 6. Trois conducteurs suffisent à pratiquer la greffe sur le circuit électrique de la voiture.



# TABLE DES MATIÈRES 1988

## RÉALISATIONS

### MESURE & LABO

- | N | M  | A  | P  | titre                               |
|---|----|----|----|-------------------------------------|
| 1 | IV | 88 | 10 | testeur de continuité               |
| 1 | IV | 88 | 30 | alimentation de 4,5 V simple        |
| 1 | IV | 88 | 32 | testeur de transistors              |
| 1 | IV | 88 | 38 | alimentation stabilisée             |
| 2 | VI | 88 | 27 | ohmmètre linéaire                   |
| 2 | VI | 88 | 46 | étage d'entrée pour multimètre      |
| 2 | VI | 88 | 61 | platine DIGILEX                     |
| 3 | IX | 88 | 12 | testeur de polarité                 |
| 3 | IX | 88 | 28 | quintuple décade de résistances     |
| 3 | IX | 88 | 54 | quadruple décade de condensateurs   |
| 5 | XI | 88 | 16 | alimentation universelle            |
| 5 | XI | 88 | 22 | testeur de thyristors et de triacs  |
| 5 | XI | 88 | 26 | traceur de courbes pour transistors |
| 5 | XI | 88 | 48 | testeur de diodes zener             |

### AUDIO & BRUITAGE & MUSIQUE

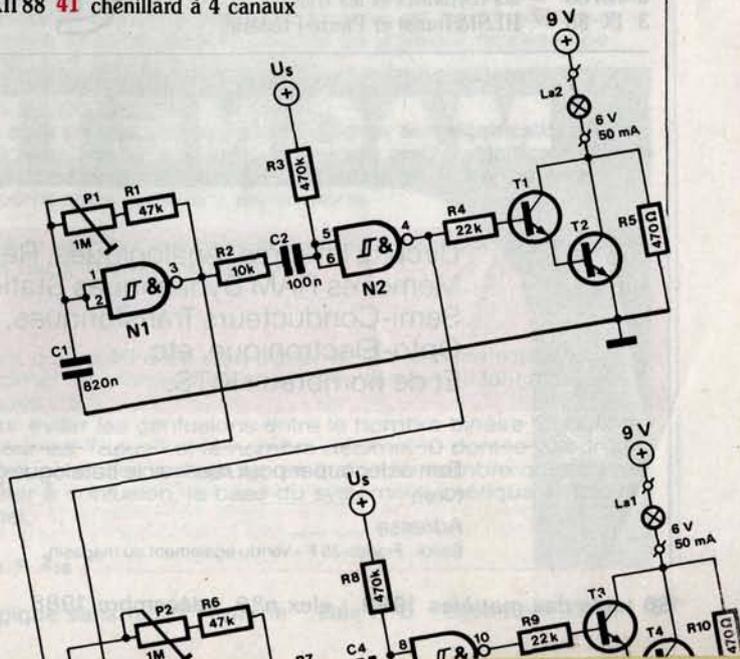
- | N | M   | A  | P  | titre                            |
|---|-----|----|----|----------------------------------|
| 1 | IV  | 88 | 12 | e de vélo                        |
| 2 | VI  | 88 | 20 | c électronique                   |
| 4 | X   | 88 | 36 | amplificateur à TDA2003          |
| 4 | X   | 88 | 17 | enceintes avec caisson de graves |
| 5 | XI  | 88 | 6  | ificateur de poche CANARI        |
| 6 | XII | 88 | 16 | : de brume                       |
| 6 | XII | 88 | 49 | de moteur diesel                 |

### AUTO & MOTO

- | N | M   | A  | P  | titre                                 |
|---|-----|----|----|---------------------------------------|
| 1 | IV  | 88 | 46 | le réglage de balance pour auto-radio |
| 1 | IV  | 88 | 56 | nnier automatique                     |
| 2 | VI  | 88 | 8  | n de feux stop                        |
| 4 | X   | 88 | 51 | te-tours pour petites cylindrées      |
| 6 | XII | 88 | 28 | le stationnement automatique          |
| 6 | XII | 88 | 52 | teur pour essuie-glace                |

### DOMESTIQUE & JEUX

- | N | M   | A  | P  | titre                                     |
|---|-----|----|----|---|
| 2 | VI  | 88 | 13 | gradateur pour lampe de poche             |
| 2 | VI  | 88 | 15 | minuterie de bronzage                     |
| 2 | VI  | 88 | 32 | gyrophare pour modèle réduit              |
| 2 | VI  | 88 | 54 | chargeur d'accumulateurs Cad-Ni universel |
| 3 | IX  | 88 | 5  | minuterie électronique à signal sonore    |
| 3 | IX  | 88 | 23 | arrosage automatique                      |
| 3 | IX  | 88 | 37 | thermomètre                               |
| 4 | X   | 88 | 27 | pendule électronique                      |
| 4 | X   | 88 | 46 | régulateur de vitesse pour perceuse       |
| 5 | XI  | 88 | 10 | variateur de vitesse pour caméra          |
| 5 | XI  | 88 | 34 | relais temporisé pour modélisme           |
| 5 | XI  | 88 | 39 | touches à effleurement                    |
| 6 | XII | 88 | 33 | mini-alarme                               |
| 6 | XII | 88 | 38 | balisage d'obstacle                       |
| 6 | XII | 88 | 41 | chenillard à 4 canaux                     |



# AUTRES RUBRIQUES

## ELEXCUSE

- | N | M  | A  | P  | titre                        |
|---|----|----|----|------------------------------|
| 2 | VI | 88 | 57 | fabriquer des piles soi-même |
|   |    |    |    | testeur de continuité        |
| 3 | IX | 88 | 22 | plafonnier automatique       |
|   |    |    |    | ommètre linéaire             |

## SÉRIES

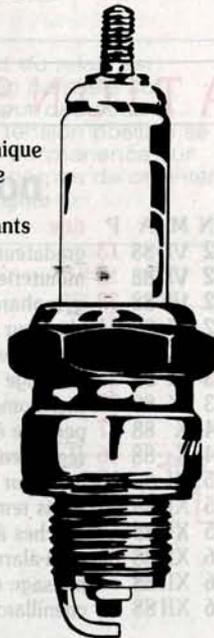
- | N | M   | A  | P  | titre                                      |
|---|-----|----|----|--|
| 1 | IV  | 88 | 36 | la mesure analogique (1)                   |
| 2 | VI  | 88 | 44 | la mesure analogique (2)                   |
| 3 | IX  | 88 | 30 | la mesure analogique (3)                   |
| 1 | IV  | 88 | 53 | la logique sans hic (1): ET OU NON         |
| 2 | VI  | 88 | 65 | la logique sans hic (2): NON-ET NON-OU     |
| 3 | IX  | 88 | 57 | la logique sans hic (3): OU ex             |
| 4 | X   | 88 | 58 | la logique sans hic (4)                    |
| 5 | XI  | 88 | 58 | la logique sans hic (5)                    |
| 6 | XII | 88 | 57 | la logique sans hic (6): le calcul binaire |
| 5 | XI  | 88 | 5  | les symboles illogiques (1)                |
| 6 | XII | 88 | 9  | analogique anti-choc (1)                   |

## LES TUYAUX D'ELEX

- | N | M   | A  | P  | titre                                    |
|---|-----|----|----|--|
| 1 | IV  | 88 | 6  | platines d'expérimentation               |
| 1 | IV  | 88 | 7  | souder                                   |
| 1 | IV  | 88 | 20 | un radar, ça fonctionne comment?         |
| 1 | IV  | 88 | 28 | du bon usage des prises secteur          |
| 1 | IV  | 88 | 44 | des livres pour démarrer en électronique |
| 2 | VI  | 88 | 36 | comment fonctionne un oscilloscope       |
| 2 | VI  | 88 | 39 | morceaux choisis                         |
| 4 | X   | 88 | 44 | coffrets robustes, bon marché, élégants  |
| 6 | XII | 88 | 4  | quel fer à souder choisir?               |

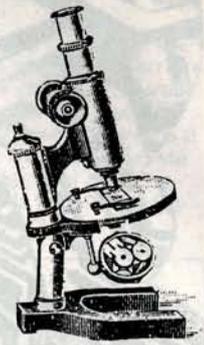
## RÉSI&TRANSI

- | N | M   | A  | P  | titre                          |
|---|-----|----|----|--------------------------------|
| 1 | IV  | 88 | 14 | la tension                     |
| 1 | IV  | 88 | 16 | la tension alternative         |
| 2 | VI  | 88 | 18 | le courant                     |
| 2 | VI  | 88 | 43 | les résistances                |
| 3 | IX  | 88 | 14 | les diodes                     |
| 3 | IX  | 88 | 35 | les condensateurs              |
| 4 | X   | 88 | 14 | courant et magnétisme          |
| 5 | XI  | 88 | 20 | les transistors                |
| 6 | XII | 88 | 6  | les thyristors et les triacs   |
| 3 | IX  | 88 | 47 | RÉSI&Transi et Pierre-Frédéric |



## PÉRISCOPE

- | N | M  | A  | P  | titre                              |
|---|----|----|----|------------------------------------|
| 3 | IX | 88 | 42 | boîtes de connexion sans soudeure  |
| 4 | X  | 88 | 24 | lampes torches UCAR                |
|   |    |    |    | MANX 1 contrôleur universel en kit |
| 4 | X  | 88 | 39 | terminal de poignet SEIKO          |
| 5 | XI | 88 | 37 | minitel pour les aveugles          |



## EXPÉRIMENTATION

- | N | M  | A  | P  | titre   |
|---|----|----|----|---|
| 1 | IV | 88 | 35 | régénérer des piles                                   |
| 1 | IV | 88 | 43 | fabriquer des piles soi-même                          |
| 1 | IV | 88 | 26 | expérimentations lumineuses sur des montages en série |
| 1 | IV | 88 | 58 | pile à plat ou pas, comment savoir ?                  |
| 2 | VI | 88 | 59 | ampèremètre "elex-dakar"                              |
| 4 | X  | 88 | 8  | magnétogrammes  |
| 4 | X  | 88 | 10 | balançoire électro-magnétique                         |
| 4 | X  | 88 | 13 | une lampe témoin pour les fusibles grillés            |
| 4 | X  | 88 | 34 | étincelles de rupture                                 |
| 4 | X  | 88 | 41 | courants forts  |
| 5 | XI | 88 | 19 | test de transistor (doigt mouillé)                    |
| 5 | XI | 88 | 32 | recharger au-lieu de jeter                            |
| 5 | XI | 88 | 44 | quelques expériences avec un transistor               |
| 5 | XI | 88 | 52 | demi-puissance  |

## THÉORIE & COMPOSANTS

- | N | M   | A  | P  | titre  |
|---|-----|----|----|--|
| 1 | IV  | 88 | 5  | piles: sources de tension                        |
| 1 | IV  | 88 | 25 | piles en série                                   |
| 2 | VI  | 88 | 10 | le pont diviseur de tension                      |
| 2 | VI  | 88 | 11 | combinaison R1/R2                                |
| 2 | VI  | 88 | 25 | la loi d'OHM                                     |
| 2 | VI  | 88 | 30 | la loi des noeuds                                |
| 2 | VI  | 88 | 40 | source de courant constant                       |
| 2 | VI  | 88 | 42 | résistances normalisées                          |
| 2 | VI  | 88 | 53 | galvanomètre à cadre mobile                      |
| 3 | IX  | 88 | 9  | capacité   |
| 3 | IX  | 88 | 17 | toute la lumière sur les LED                     |
| 3 | IX  | 88 | 32 | il y a condensateur et condensateur              |
| 3 | IX  | 88 | 43 | résistances en série et résistances en parallèle |
| 3 | IX  | 88 | 49 | le condensateur en régime alternatif             |
| 3 | IX  | 88 | 59 | familles logiques LS/HC/HCT                      |
| 4 | X   | 88 | 5  | le haut-parleur                                  |
| 4 | X   | 88 | 42 | relais   |
| 5 | XI  | 88 | 13 | un transistor, deux résistances                  |
| 5 | XI  | 88 | 46 | le transistor turbo                              |
| 5 | XI  | 88 | 54 | caractéristiques des transistors universels BF   |
| 6 | XII | 88 | 12 | l'ohm  |

# 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 **43 79 39 88**  
Télex 216 328 F - Ouvert de 9 h 30 à 12 h et de 14 h à 19 h  
Fermé le Lundi.

# La logique sans hic

## 6ème partie: introduction au calcul binaire

Jusqu'à présent notre *logique sans hic* ne s'est préoccupée que de problèmes de logique pure assez élémentaires. Vous n'avez peut-être pas été entièrement convaincu par un circuit comme celui du mois dernier, laborieusement élaboré pour ne traiter finalement qu'un problème aussi simple que celui du sort d'un chou abandonné à la convoitise d'une chèvre. A quoi bon employer une machine pour résoudre ce genre de questions ? Alors quoi, où allons-nous ? Est-ce que ELEX est en train de faire fausse route ?

Nullement, ami lecteur, et vous êtes nombreux à apprécier cette rubrique à en juger par vos encouragements. Vous avez saisi d'emblée que si la logique telle que nous l'abordons ici était sérieuse, elle ne restait pas forcément abstraite; et si elle est efficace, elle n'est pas nécessairement déplaisante. Ce que nous cherchons à obtenir, c'est d'abord que vous ayez suffisamment confiance en vous-même pour ne jamais baisser les bras devant une difficulté, fût-elle d'ordre binaire ou logique; nous cherchons à rester proches de notions familières pour vous permettre d'y recourir à tout instant pour déjouer les pièges de la complexité théorique.

Il nous importe ici non seulement de transmettre un savoir, mais aussi et peut-être surtout de vous faire partager le goût de la découverte de domaines réputés inaccessibles à quiconque n'a pas pu, su ou voulu passer sous les fourches caudines du dressage scolaire.

Notre satisfaction est de vous retrouver impatients et de plus en plus nombreux au seuil de chaque nouvel épisode de cette rubrique.

Pour en revenir à notre matière, disons que ce qui nous intéresse dans la *logique sans hic*, c'est d'arriver à comprendre tôt ou tard comment, avec seulement deux chiffres, c'est-à-dire des 1 et des 0, et rien d'autre que des ET, des OU, des NON-ET et encore quelques entourloupettes de ce genre, on arrive à calculer  $152132 + 75318$ , comment on arrive à reproduire des images, des sons, que ce soit sur des disques compact à laser ou à travers l'espace intersidéral, comment on arrive à jouer aux échecs ou à faire de l'hypertext (ça aussi on en parlera un jour dans ELEX).

Les problèmes qu'une calculette aborde et résout par l'électronique nous intéressent bien davantage que les histoires de chèvre et de chou :  $152132 + 75318$  font 227450, c'est facile à calculer dans la tête ou sur un bout de papier. Mais la calculette qui affiche instantanément ce résultat, comment fait-elle pour l'obtenir à l'aide d'opérations logiques dont on apprend qu'elles sont identiques à celles que nous avons examinées ensemble au cours des cinq premières parties de "la logique sans hic" ? Ça vous laisse rêveur ?

Nous n'examinerons pas en détail comment cela se passe, car le cadre de cette rubrique est un peu étroit pour décortiquer le cerveau d'une calculette, mais nous vous proposons de jeter un coup d'oeil sur la première et la dernière étape de ce procédé de calcul : comment des nombres décimaux (c'est-à-dire formés de chiffres de 0 à 9) sont-ils transformés en états logiques ou en nombres formés de chiffres binaires 1 et 0, et comment ceux-ci sont à leur tour retransformés en nombres décimaux affichés par la calculette ?

Note : les notions de *système*, *base*, *numération* et *notation* sont plus ou moins équivalentes. De même, que l'on parle de *notation binaire*, ou de *base deux*, c'est de la même chose qu'il est question, même si le contexte impose la préférence d'une expression plutôt qu'une autre. La *notation décimale* et la *base dix* sont deux noms différents pour une même notion.

### LES SYSTÈMES

Nous utilisons un système de comptage décimal dans la plupart des domaines de notre vie quotidienne, à l'exception

de certaines représentations et mesures spécifiques comme par exemple celles du temps : pour les secondes ou les minutes, arrivés à cinquante-neuf, puis soixante, nous ne passons pas à soixante-et-un, mais à l'unité supérieure, la minute ou l'heure. En numération décimale la représentation des nombres fait usage de dix signes ou symboles d'origine arabe (0...9) ainsi que de règles strictes d'association et de combinaison de ces symboles. Une grande partie de la force et la quasi universalité de ce système tient d'une part dans le petit nombre de signes requis (faciles à mémoriser) et d'autre part dans l'existence du 0 ! Comparez les chiffres arabes avec le système des chiffres romains qui ne connaît pas de 0, et appréciez la complexité qui découle de son absence. **Sacrée invention que le zéro, pourtant on n'en parle jamais !**

La technique numérique, c'est-à-dire tous les domaines dans lesquels, pour traiter des informations, on les transforme d'abord en nombres, utilise une numération binaire dont l'unité ne connaît que deux états (et non dix comme dans la numération décimale) : vrai ou faux, ouvert ou fermé, 5 V ou 0 V, niveau logique haut ou niveau logique bas, 1 ou 0. **Les symboles 1 et 0 sont utilisés en numération binaire comme de véritables chiffres** et ils représentent les deux états reconnus. On notera d'une part que le zéro a ici la même fonction que dans le système décimal (c'est-à-dire de représenter l'absence de quelque chose !), et d'autre part qu'il est donc logique, c'est le cas de le dire, d'adopter le 0 et le 1 du système décimal pour représenter les états de la numération binaire. Cette convention, souvent troublante pour le débutant, prend toute son importance et son utilité dès lors que l'on cherche à représenter, en numération binaire, des nombres supérieurs à 1.

Il n'y a aucune difficulté à cela puisqu'il est possible de représenter une valeur élevée par la combinaison de plusieurs chiffres, à condition de fixer une règle d'association des deux seuls chiffres binaires 0 et 1 disponibles. Vous allez découvrir non sans une certaine déception que le système binaire n'est pas très économique puis qu'il lui faudra, pour représenter un nombre donné, forcément plus de chiffres (1 et 0) qu'il n'en faudrait pour représenter la même grandeur dans le système décimal.

Les possibilités d'un chiffre du système binaire sont épuisées par deux états, alors que le système décimal est capable de représenter 10 états avec un seul chiffre. Le premier état, "faux", est rendu par un "0". Le deuxième état, "vrai", est rendu par un "1". Fini !

Autrement dit, avec un seul chiffre, on ne peut, dans le système binaire, écrire que 0 et 1.

0 = zéro  
1 = un.

Avant de continuer, remarquez que dans le système binaire, tout comme dans le système décimal, on peut rajouter un nombre infini de zéros à gauche de la valeur représentée sans pour autant la transformer :

0 = 000000000000...00000000

1 = 00000000000...00000001

Ce sont ce que l'on appelle des zéros **non significatifs**. Cette précision souligne le fait que chaque chiffre **significatif** rajouté à gauche pour représenter une valeur plus grande sera forcément un 1; nous y reviendrons.

Déjà la représentation de la quantité 2 fait appel à deux chiffres dans le système binaire :

10 (\*)

alors qu'il suffit d'un seul signe, le "2", dans le système décimal. Remarquez qu'en chiffres romains il faut aussi deux signes ("II").

Pour éviter les confusions entre le nombre binaire 10 dont la valeur est "deux" et le nombre décimal 10 dont la valeur est "dix", on s'efforce d'ajouter *en indice* au nombre qui pourrait prêter à confusion, la base du système numérique employé. Ainsi,

$10_2 = 2_{10}$

ce qui se lit : 10 en base 2 est égal à 2 en base 10. Selon les écoles, 10<sub>2</sub> se lit «dix en base deux» ou «UN-ZÉRO»; nous sommes convaincus que la deuxième manière est la seule valable et c'est elle que nous vous recommandons d'adopter.

Trois est égal à la somme de deux et de un, ce qui nous donne, en base dix :

$$3_{10} = 2_{10} + 1_{10}$$

Les termes du deuxième membre de cette égalité peuvent s'écrire :

$$2_{10} = 10_2 \text{ et } 1_{10} = 1_2$$

qui se lit «2 en base dix est égal à UN-ZÉRO» ... La somme de ces termes peut s'écrire :

$$3_{10} = 10_2 + 1_2 = 11_2$$

qui se lit «3 est égal à UN-ZÉRO plus UN, soit UN-UN (en base deux)»

11<sub>2</sub> n'est donc en aucun cas «onze», mais «trois» en base dix ou encore «un-un» binaire. Nous voilà en bout de nos ressources avec deux chiffres binaires qui nous ont permis de représenter 4 grandeurs : 0, 1, 2 et 3.

Avec deux chiffres décimaux, nous sommes capables de représenter cent valeurs différentes (de 0 à 99), puis nous rajoutons un chiffre. En numération binaire, c'est pour représenter la valeur 4 que nous sommes obligés d'employer un troisième chiffre binaire. Qu'à cela ne tienne, rajoutons-le :

$$4_{10} = 100_2 (*)$$

Quatre s'écrit UN-ZÉRO-ZÉRO en base deux.

**Chaque fois qu'une position supplémentaire est rajoutée, les chiffres des positions antérieures commencent par devenir des zéros et le chiffre rajouté est un 1, tout comme dans le système décimal d'ailleurs : 98... 99... 100.** Le chiffre le plus à gauche est dit «de poids fort», et celui de droite «de poids faible». Rien d'étonnant à cela puisque dans le nombre 111<sub>10</sub> par exemple, nous avons trois '1' dont celui de gauche, par sa seule position, en dit beaucoup plus long sur la grandeur représentée que celui de droite. La seule présence de ce chiffre suffit à indiquer qu'il s'agit d'une grandeur de l'ordre d'une ou plusieurs centaines.

Outre la grandeur 4, trois autres valeurs peuvent être représentées au moyen de ces trois chiffres binaires dont nous disposons maintenant. Épuisons toutes les possibilités de combinaisons de nos 1 et 0 dans l'ordre croissant :

$$5_{10} = 4_{10} + 1_{10} = 100_2 + 1_2 = 101_2$$

$$6_{10} = 4_{10} + 2_{10} = 100_2 + 10_2 = 110_2$$

$$7_{10} = 4_{10} + 2_{10} + 1_{10} = 100_2 + 10_2 + 1_2 = 111_2$$

Une quatrième chiffre binaire est nécessaire à partir de huit :

$$8_{10} = 1000_2 (*)$$

Épuisons à présent toutes les combinaisons possibles avec les trois derniers chiffres :

$$9_{10} = 1001_2$$

$$10_{10} = 1010_2$$

Remarquez que le système décimal n'a recours au deuxième chiffre qu'à partir de dix.

$$11_{10} = 1011_2 \quad 12_{10} = 1100_2$$

$$13_{10} = 1101_2$$

$$14_{10} = 1110_2$$

$$15_{10} = 1111_2$$

Et on rajoute un chiffre binaire pour continuer :

$$16_{10} = 10000_2 (*)$$

Je vous entends crier grâce et pousser des souhoupiiiiirs d'ennui. C'est vrai, le système binaire n'est ni amusant ni efficace comparé à notre bon vieux système décimal. Il n'aurait d'ailleurs sans doute jamais suscité le moindre intérêt

**(\*) Chaque chiffre de poids fort rajouté à un nombre en base deux multiplie par deux le nombre de combinaisons possibles avec les chiffres disponibles : si deux chiffres binaires permettent 4 combinaisons, trois chiffres en permettent huit, quatre chiffres en donnent seize et cinq chiffres 32. Rien de plus naturel, en fait, puisque dans le système décimal, chaque chiffre supplémentaire rajouté à un nombre multiplie par 10 le nombre de combinaisons représentables avec ce nombre.**

**Pour parler un langage plus spécialisé on peut dire que chaque rang supplémentaire en base deux indique une incrémentation par puissance de deux en base dix (2<sup>0</sup>, 2<sup>1</sup>, 2<sup>2</sup>, 2<sup>3</sup>, 2<sup>4</sup>... soit 1, 2, 4, 8, 16 et ainsi de suite : 32, 64, 128...).**

s'il n'était pas extraordinairement bien adapté au fonctionnement des circuits logiques qui eux aussi ne connaissent que deux états.

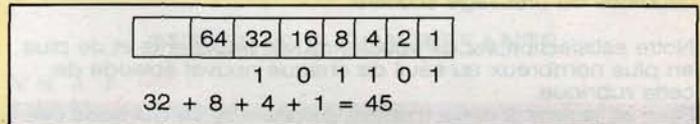
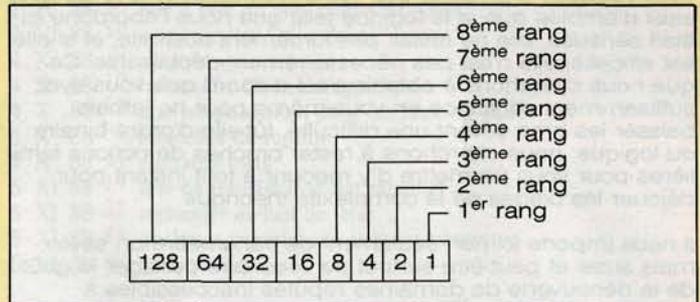
## DU BINAIRE AU DÉCIMAL

Si la technique numérique veut du binaire, il faudra aussi qu'elle nous dégage de l'obligation de traduire nous-mêmes les nombres décimaux en nombres binaires et inversement. A charge pour l'électronique de convertir.

Théoriquement le décodage d'un nombre binaire est simple puisque nous connaissons maintenant la valeur décimale des chiffres significatifs en base deux (les différents 1 dans le rang qu'ils occupent). Vous avez sans doute déjà deviné que pour décoder il suffit d'additionner la valeur décimale de ces chiffres 1 binaires en fonction de leur rang.

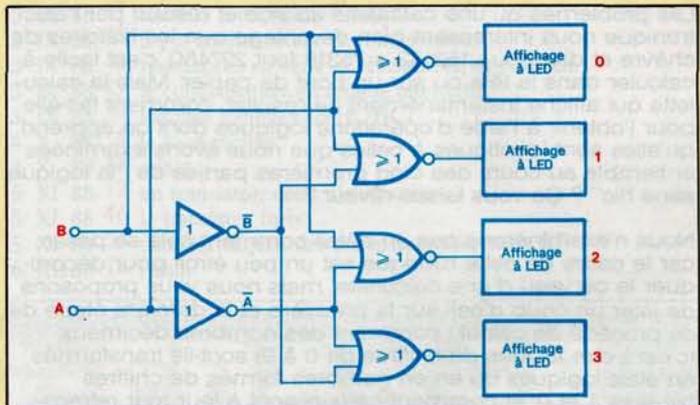
Ainsi 101101<sub>2</sub> vaut 45<sub>10</sub> :

UN-ZÉRO-UN-UN-ZÉRO-UN = QUARANTE-CINQ



C'est simple, non ? Et pourtant le circuit électronique pour réaliser cette addition dépasse nos prétentions dans le cadre de cette initiation aux circuits logiques.

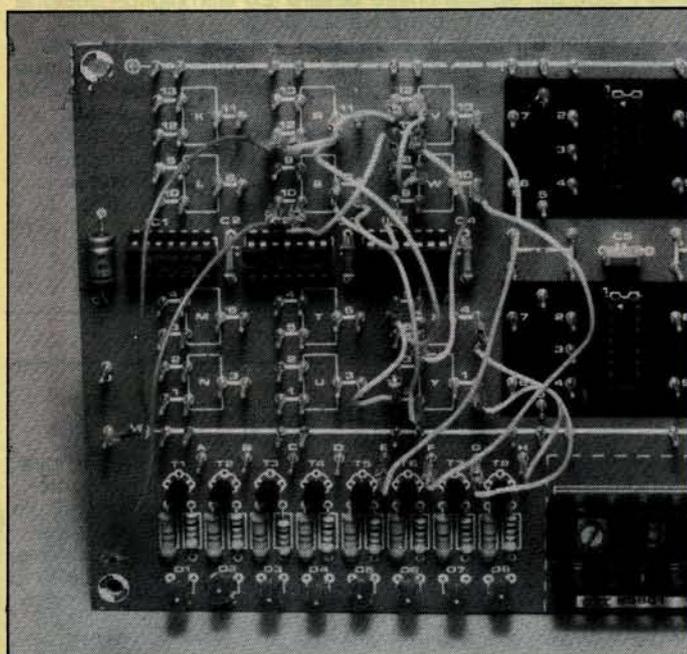
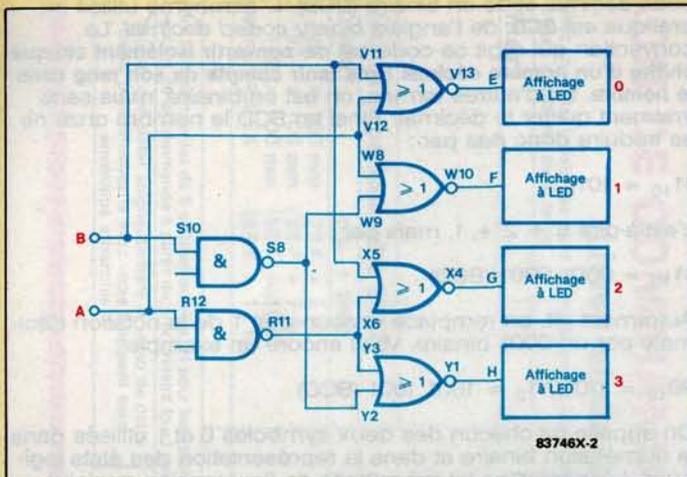
**Le circuit présenté ci-dessous est capable d'identifier les quatre nombres binaires écrits avec 1 ou 2 chiffres.** Le résultat de cette opération logique est affiché par quatre LED dont l'allumage correspondent à un des chiffres 0, 1, 2 ou 3.



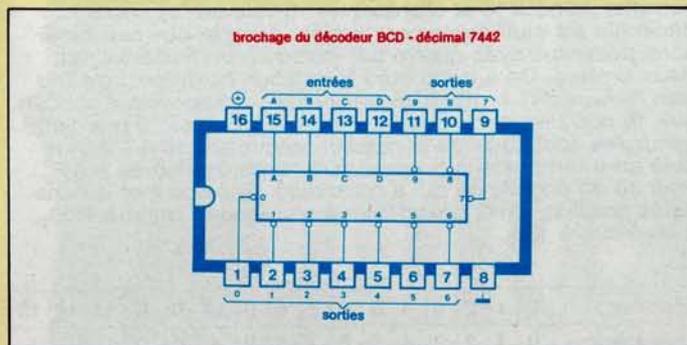
A et B sont les entrées du circuit. L'entrée B reçoit le signal correspondant au chiffre binaire de poids faible (droite) et l'entrée A celui du chiffre de poids fort (gauche). Voici la table de vérité complète :

entrées		sorties			
A	B	E(0)	F(1)	G(2)	H(3)
0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0
1	1	0	0	0	1

Nous installerons ce circuit sur la platine DIGILEX en utilisant des opérateurs logiques NON-ET (NAND) ou NON-OU (NOR) comme inverseurs.



Un circuit **discret** capable de décoder des nombres binaires à plus de deux chiffres serait compliqué. C'est pourquoi on n'utilise pour cela pratiquement que des **décodageurs intégrés**, le 7442 ou le 7445 par exemple, qui effectuent à eux seul le **décodage** de tels nombres.



## DU DÉCIMAL AU BINAIRE

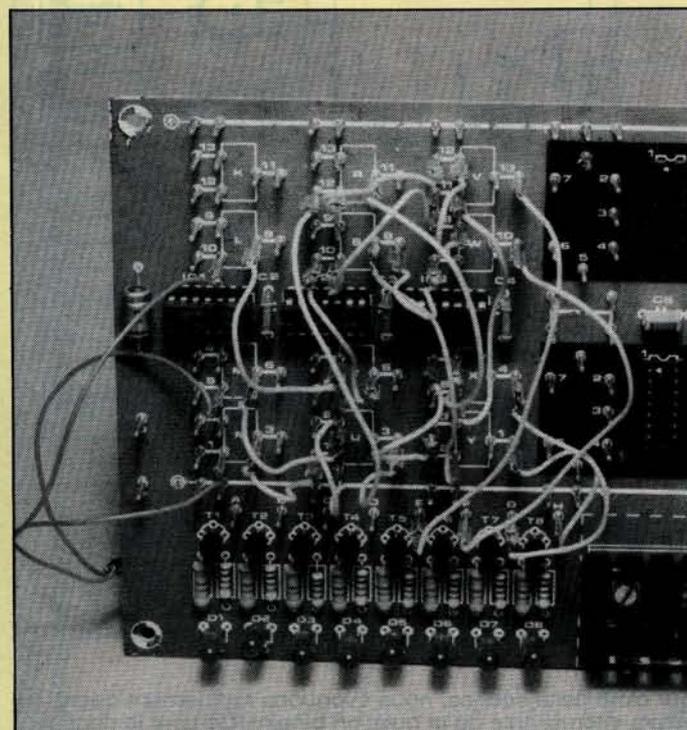
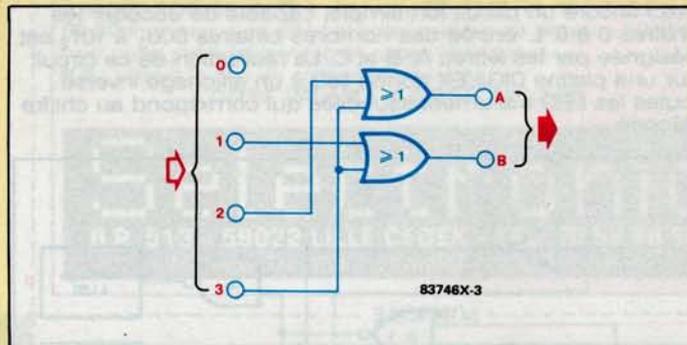
Le **décodage** manuel d'un nombre binaire est le résultat de l'addition des puissances de deux contenues dans ce nombre binaire. Il n'est pas étonnant de constater que le **codage** en binaire d'un nombre décimal corresponde à l'opération inverse. Pour cette conversion, **nous devons d'abord soustraire au nombre décimal à convertir la plus grande puissance possible de deux, puis les plus grandes puissances suivantes, en posant un 1 chaque fois que cette soustraction est possible, sinon un 0**. Voyez comment on procède pour convertir par exemple le nombre 43 :

		puissances de 2					
		2 <sup>5</sup>	2 <sup>4</sup>	2 <sup>3</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	
		32	16	8	4	2	1
43	-	1	0	1	0	1	1
-32							
11							
-8							
3							
-2							
1							
-1							

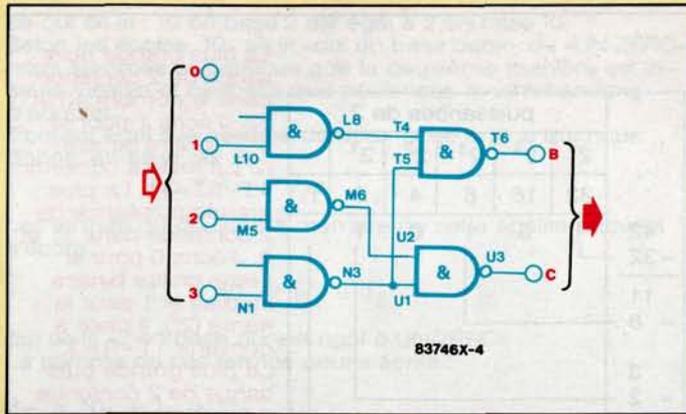
La plus grande puissance de 2 contenue dans le nombre 43 est 32. J'écris 1 pour le 6<sup>ème</sup> chiffre binaire (2<sup>5</sup>). Il reste à convertir 43-32=11. La plus grande puissance de 2 contenue dans 11 est 8. J'écris 0 pour le 5<sup>ème</sup> chiffre binaire inutilisé et 1 pour le 4<sup>ème</sup> (2<sup>3</sup>). Il reste à convertir 11-8=3. La plus grande puissance de 2 contenue dans 3 est 2. J'écris 0 pour le 3<sup>ème</sup> chiffre et 1 pour le 2<sup>ème</sup> (2<sup>1</sup>). Il reste à convertir 3-2=1. J'écris 1.

Nous trouvons ainsi que  $43_{10} = 101011_2$ .

Voici à présent un circuit capable de convertir (ou coder) les chiffres décimaux 0, 1, 2 et 3 en nombres binaires. Remarquez que ce circuit est beaucoup plus simple que celui qui fait l'opération inverse.



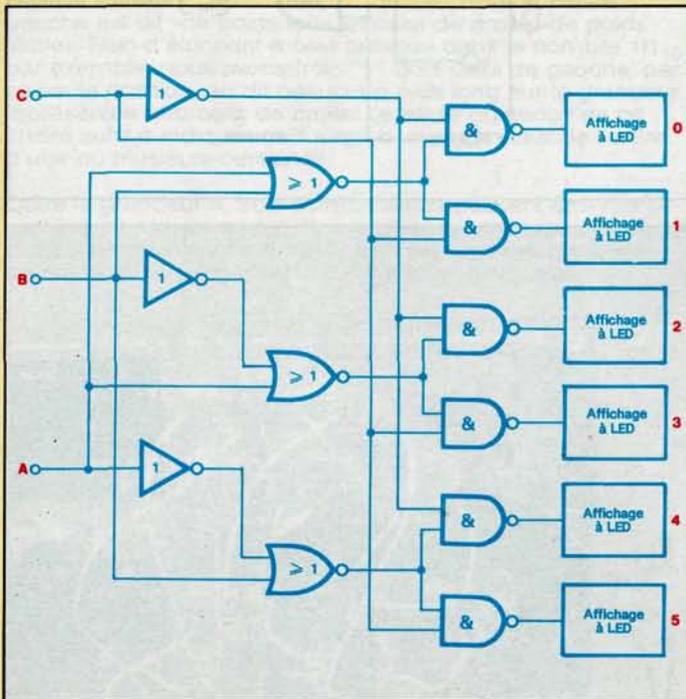
La sortie A de ce circuit passe au niveau 1 si l'un des chiffres décimaux 2 ou 3 est présent à l'entrée, tandis que les chiffres 1 ou 3 font passer la sortie B au niveau 1. L'entrée zéro n'est pas raccordée car les deux sorties A et B passent automatiquement au niveau 0 si aucun des chiffres 1, 2 ou 3 ne met l'entrée correspondante au niveau logique haut. Les quatre opérateurs logiques NON-OU (NOR) étant déjà utilisés, nous emploierons des opérateurs NON-ET (NAND) pour réaliser les fonctions OU (OR) de ce circuit.



Si nous disposons simultanément d'un circuit codeur et d'un circuit décodeur, nous pourrions raccorder la sortie de l'un à l'entrée de l'autre, nous obtiendrions ainsi un moyen de vérification instantanée du fonctionnement.

Il vous est possible de créer une ligne de transmission de signaux numériques dans le cas où vos circuits de codage et de décodage sont installés sur deux platines (DIGILEX par exemple) distinctes. Au lieu de cinq fils (un pour chacun des nombres de 0 à 3 et un pour la masse) votre ligne de transmission ne comportera que trois fils (A, B et la masse).

Voici encore un circuit fort simple, capable de décoder les chiffres 0 à 5. L'entrée des nombres binaires  $000_2$  à  $101_2$  est désignée par les lettres A, B et C. La réalisation de ce circuit sur une platine DIGILEX donne lieu à un affichage inversé : toutes les LED s'allument sauf celle qui correspond au chiffre décodé.



Deux des inverseurs ont été remplacés par des opérateurs logiques NON-ET (NAND) dont une des entrées reste "en l'air" ou sera reliée au +. Le troisième inverseur est un opérateur logique NON-OU (NOR) dont une entrée est reliée à la masse. Un petit jeu : essayez de découvrir par vous-même comment la platine DIGILEX doit être câblée pour réaliser ce circuit.

Pour clore cette séance, nous évoquons rapidement deux avatars intéressants de la notation binaire. Ce sont le codage BCD et le codage hexadécimal.

## LE CODE BCD ET LES BITS

Dans la pratique, on cherche souvent un compromis entre le système décimal et le système binaire sous la forme d'un

code décimal codé en binaire (DCB). L'acronyme utilisé en pratique est BCD, de l'anglais *binary coded decimal*. La convention qui régit ce code est de convertir isolément chaque chiffre d'un nombre décimal sans tenir compte de son rang dans le nombre. En d'autres termes, on est en binaire, mais sans vraiment quitter le décimal. Ainsi en BCD le nombre onze ne se traduira donc pas par :

$$11_{10} = 1011_2$$

c'est-à-dire  $8 + 2 + 1$ , mais par :

$$11_{10} = 0001\ 0001\ (\text{BCD})$$

Autrement dit, on remplace chacun des 1 de la notation décimale par un 0001 binaire. Voici encore un exemple :

$$99_{10} = 1100011_2 = 1001\ 1001\ (\text{BCD})$$

On appelle *bit* chacun des deux symboles 0 et 1 utilisés dans la numération binaire et dans la représentation des états logiques. L'appellation bit est extraite de l'expression anglaise *binary digit* qui signifie chiffre binaire. En latin *digitus* désigne les chiffres sur les doigts.

Le bit est l'unité binaire, il correspond à la plus petite quantité d'information d'un système binaire. Pas étonnant dès lors que l'on exprime la capacité ou la puissance d'un système numérique en bits. Un microprocesseur à 8 bits (qui forment un mot binaire que l'on appelle un octet) est capable de traiter en une opération logique des nombres binaires composés de huit bits ou moins. Ce n'est pas beaucoup, puisque le plus grand nombre écrit avec huit bits est  $11111111_2$ , soit SEULEMENT  $255_{10}$ .

## LE CODE HEXADÉCIMAL

Prenons le cas d'un tel microprocesseur à 8 bits ; sa mémoire, composée de plusieurs circuits intégrés, a une capacité de plus dizaines de milliers d'adresses de mémoire que l'on peut se représenter comme autant de tiroirs contenant chacun une donnée de 8 bits. Pour effectuer ses calculs et les opérations logiques, le microprocesseur déplace des données d'un tiroir à l'autre. Il charge des octets de données à certaines adresses et renvoie les résultats des opérations à d'autres adresses de la mémoire. Il dispose, pour définir ces adresses, de 16 bits. Il peut donc former un nombre binaire de 16 chiffres. La valeur représentée la plus faible est bien entendu 0

$$0000\ 0000\ 0000\ 0000$$

La valeur la plus forte est

$$1111\ 1111\ 1111\ 1111$$

soit  $65535_{10}$ .

Vous voyez que pour simplifier la notation de cette diarrhée de bits, on les regroupe par 4. Or avec quatre bits, on peut compter jusqu'à 15 et représenter 16 valeurs. La notation décimale est inutilisable pour rendre compte des combinaisons possibles avec quatre bits puisqu'à partir de 9 il faut deux chiffres. On a donc créé la notation hexadécimale (du latin *hexadecim* = 16), à 16 symboles correspondant chacun aux 16 combinaisons possibles avec 4 bits. Les 10 premiers symboles sont ceux de la notation décimale, de 0 à 9. Au-delà on a remplacé la notation 10 à 15 par les lettres A à F. Pour 10 on écrit A, ce qui a l'avantage de n'occuper qu'une seule position. Un C hexadécimal correspond donc à  $1100_2$ , c'est-à-dire à  $12_{10}$ .

décimal	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
hexadécimal	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F

Ce code permet de désigner chacune des 65536 adresses de la mémoire d'un microprocesseur à 8 bits au moyen de quatre symboles seulement.  $FFFF_H$  par exemple est l'adresse de la dernière de ces cases-mémoire = (65535). Pour écrire 65536 et au-delà, il faudrait un 17<sup>ème</sup> bit...

La conversion des nombres hexadécimaux en nombres binaires est aisée car chacun des symboles utilisés représente quatre bits. Ainsi  $A2B5_H$  se traduit par  $1010\ 0010\ 1011\ 0101$ . Pour éviter toute confusion et toute équivoque, on écrit les nombres hexadécimaux avec l'indice 16 ou H :  $A2B5_H$  ou  $A2B5_{16}$ . D'où l'on déduit que  $1111_{10}$ ,  $1111_2$  et  $1111_{16}$ , ce n'est pas du tout pareil. Mais cela, nous aurons maintes occasions d'y revenir dans ELEX.

