

electronique

elekt

n° 7
janvier 1989
nivôse CXCVIII
146 FB/7,80 FS
mensuel

explorez l'électronique

- initiation à l'électronique analogique et numérique
- bande dessinée originale en couleurs
- interphone à 3+1 postes

LES ONDES

M 2510 - 7 - 20,00 F



3792510020001 00070

LA QUALITE AUX SOMMETS

CENTRAD

CENTRAD est une marque déposée appartenant à la société e l c



Générateur de fonctions 869

0,01 Hz à 11 MHz
Livré avec sonde modulaire

3500F TTC

Générateur de fonctions 368
1 Hz à 200 KHz

1425F TTC



Générateur de mire PAL/SECAM 689
VHF bande III - UHF bande IV
Standard B, G, L, L'. En option : K'

10000F TTC



Fréquence-mètre 346

1 Hz à 600 MHz
Cadence de porte 0,1 S - 1 S - 10 S
1 seule entrée commutable

1995F TTC



e l c

59, avenue des Romains - 74000 ANNECY

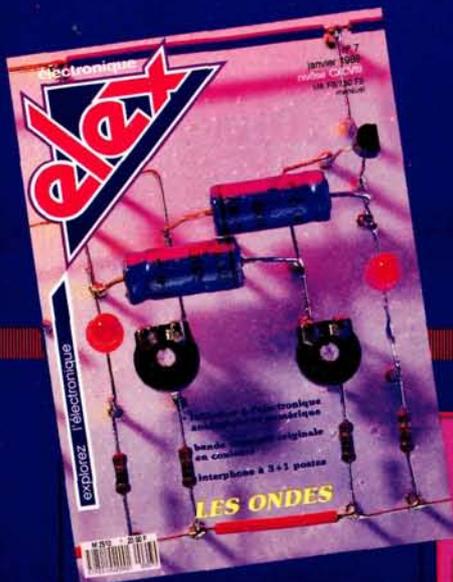
Tél. : 50.57.30.46

Télex : 309 463 F

En vente chez votre fournisseur de composants électroniques ou chez votre spécialiste en appareils de mesure.

Documentation complète contre 5 timbres à 2,20 F en précisant «SERVICE 102».

LA QUALITÉ AUX SOMMETS



BP 53
59270 BAILLEUL
SOMMAIRE ELEX N°7

RUBRIQUES

- 11 les symboles illogiques d'ELEX
- 30 histoire de rire
- 48 drôle d'étoile
- 6 RÉSI et TRANSI
- 6 Dis donc, les ondes

P R A T I Q U E

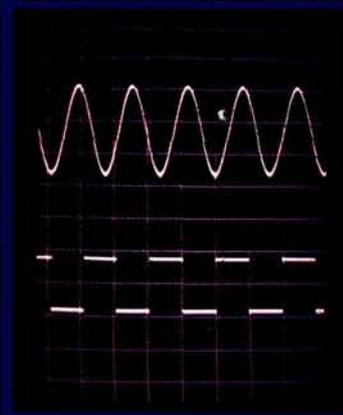
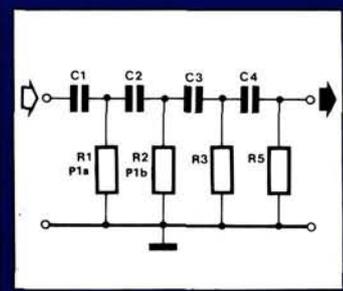
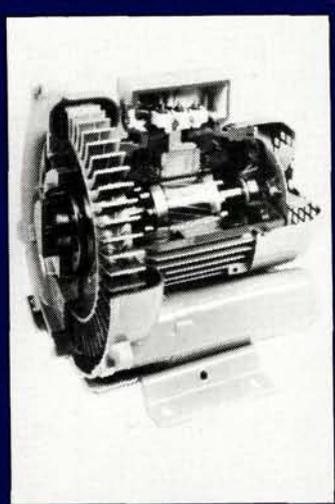
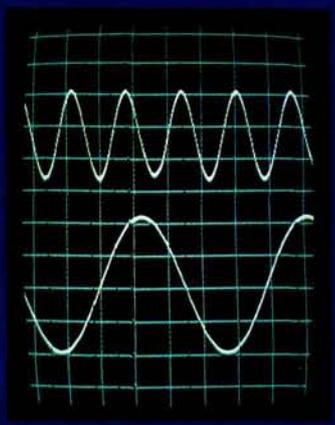
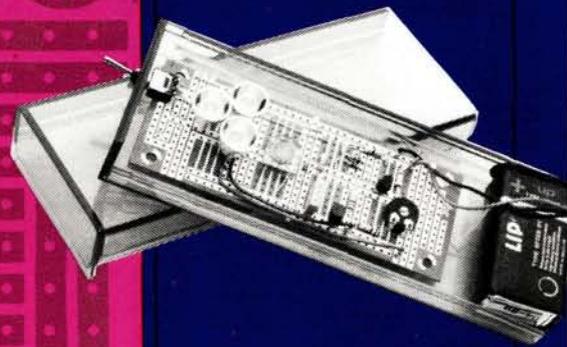
- 28 le pied à coulisse
- 20 fabriquer des circuits imprimés
- 26 construire un moteur expérimental

I N I T I A T I O N

- 42 analogique anti-choc 2^{ème} épisode
- 50 la logique sans hic I (7)
- 4 les ondes
- 12 diviseur de tension calculé en BASIC
- 16 charge et décharge: le circuit RC
- 24 le déphasage
- 31 le condensateur de lissage

R É A L I S A T I O N S

- 8 indicateur de gel
- 13 sirène
- 18 oscillateur RC
- 29 arbitre électronique
- 34 interphone à 2, 3 ou 4 postes
- 39 lampe de poche pour labo. photo



ONDES

Les tensions alternatives, voilà un chapitre inépuisable. Ce n'est donc pas en une petite page d'ELEX que nous en viendrons à bout. Retenons toutefois que dans toutes les tensions alternatives, une seule chose est invariable : le changement continu de polarité. Autrement dit, non seulement la valeur d'une tension alternative change tout le temps, mais en plus ce changement s'effectue selon une courbe (plus ou moins) symétrique de part et d'autre de la ligne (imaginaire) du zéro.

La tension alternative part du zéro effectue un certain parcours dans le domaine des valeurs de tension positives et revient à zéro.

De là elle repart pour décrire le même parcours, mais cette fois dans le domaine des valeurs de tension négatives. Ce sont les alternances positives et négatives. Pour définir les ondes, on fait appel à trois caractéristiques distinctives. La principale de ces caractéristiques est **la forme d'onde**. La forme d'onde est le tracé du parcours effectué par la tension tour à tour dans le domaine des valeurs positives et négatives. Les ondes sinusoïdales (reconnaisables aisément à leur tracé sinueux) sont la forme la plus utilisée, avant tout pour la distribution d'énergie.

Pour décrire un signal d'une forme d'onde donnée, on dispose de deux caractéristiques fondamentales qui sont la fréquence et l'amplitude.

Nous verrons plus tard pourquoi et comment il se fait que les ondes sinusoïdales jouent un rôle si important. Les photos de la **figure 1** montrent l'évolution dans le temps d'une sinusoïde et de

quelques autres formes d'onde importantes. La fréquence indique le nombre de répétitions du cycle alternatif en une seconde. Une fréquence de 50 Hz (1 hertz = 1/seconde) correspond à 50 périodes (chaque période ou cycle comprenant une alternance positive et une alternance négative) par seconde. Si la forme d'onde considérée est sinusoïdale, nous savons d'après l'indication «50 Hz» que la tension, partant du zéro central, s'éloigne progressivement vers des valeurs positives, atteint une valeur positive de crête, puis revient vers le zéro central pour partir «en miroir» vers des valeurs négatives et enfin revenir vers le zéro central, ce cycle étant répété 50 fois par seconde. **Attention : L'indication «50 Hz» ne nous renseigne ni sur la forme d'onde, ni sur la valeur de crête (tour à tour positive et négative) atteinte par la tension alternative. Elle indique uniquement le nombre de cycles par seconde.**

Pour les fréquences élevées, on remplace les zéros par des lettres repères.
 1 kHz = 1000 Hz (1 kilohertz)
 1 MHz = 1000 kHz (1 mégahertz)
 1 GHz = 1000 MHz (1 gigahertz)
 Les mégahertz et gigahertz sont en usage, entre autres, dans les domaines du radar et de la radiodiffusion. La formulation
 $1 \text{ Hz} = 1/\text{s}$
 nous fait comprendre que la fréquence représente l'inverse d'un temps, ici le temps T (période) que dure une ondulation.
 $f = 1/T$

Comme une tension alternative est en changement permanent, il est difficile de spécifier des valeurs de tension.

L'écart entre l'axe 0 V et le point de la courbe alternative qui en est le plus éloigné s'appelle l'**amplitude**. Pour

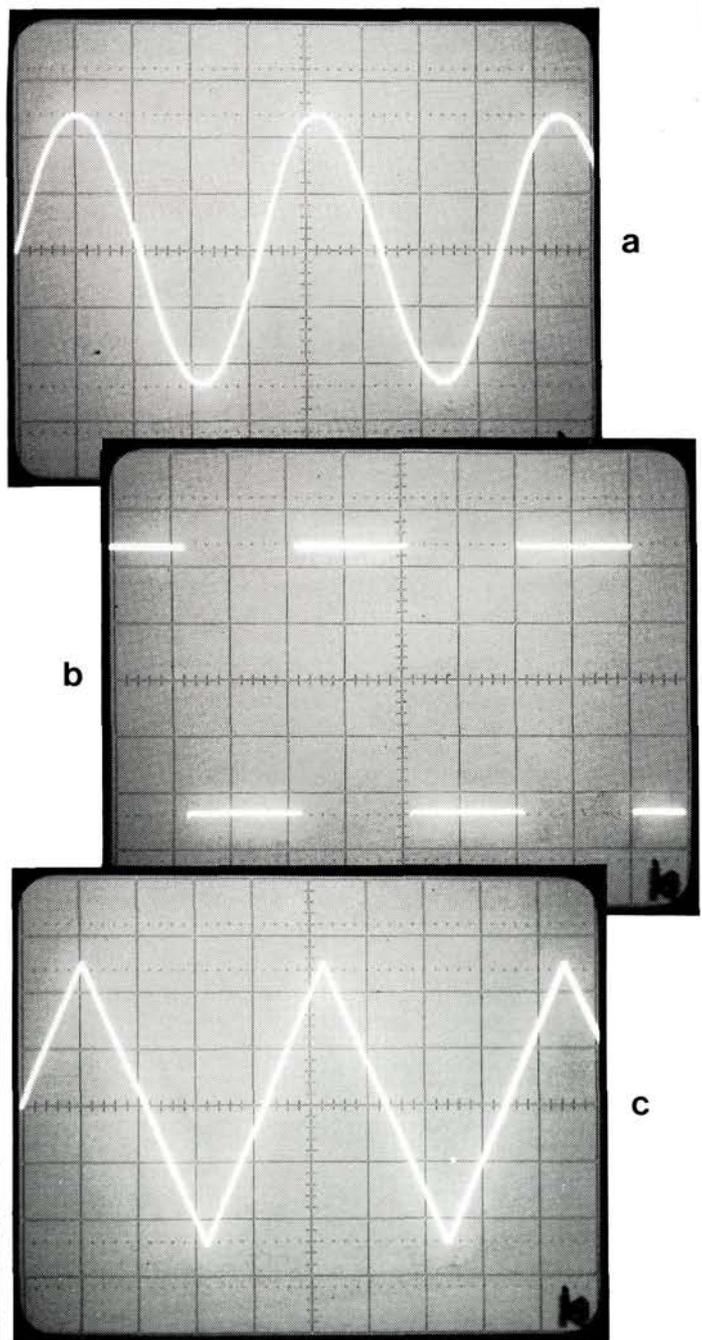
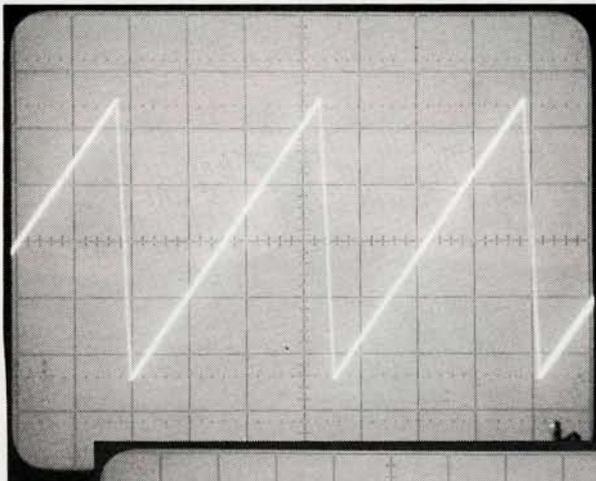
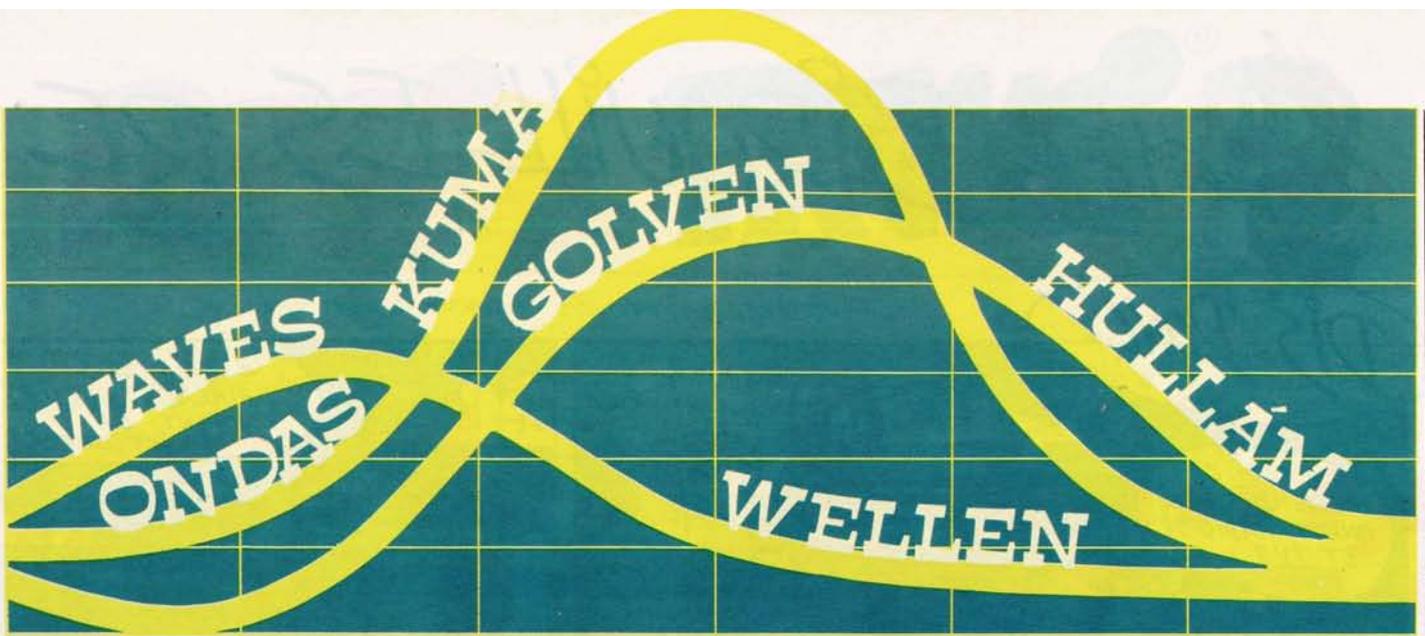
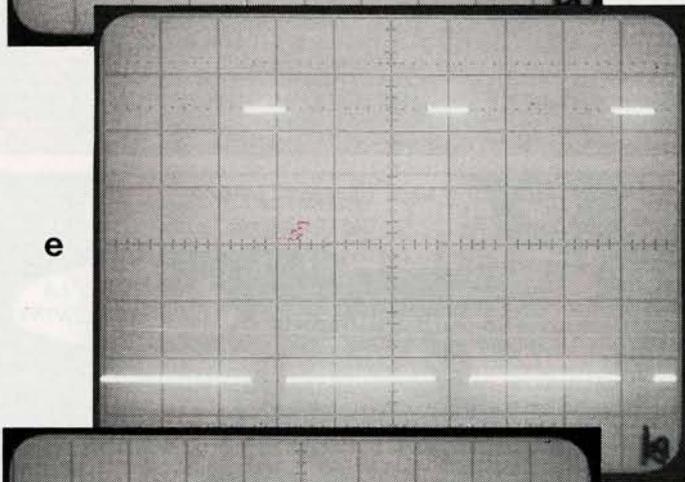


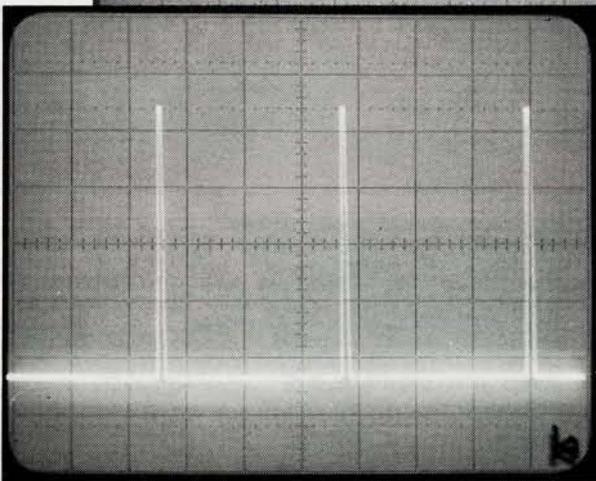
Figure 1 Oscillogrammes de tensions alternatives de formes diverses :
 a. sinusoïde
 b. carré
 c. triangle



d



e



f

fixer cette notion, pensez par exemple à l'amplitude du mouvement de va-et-vient d'une balançoire, ou encore celui des vagues sur l'eau. Les fans d'athlétisme trouveront peut-être une analogie intéressante entre les phénomènes de tension continue ou alternative d'une part, et d'autre part les techniques de lancer du poids ou du javelot opposées à celles du lancer du marteau ou du disque. L'opposition et la symétrie entre alternances positives et négatives nous semble bien mise en lumière par la comparaison entre les tensions alternatives et... l'action d'une pompe à vélo (alternance aspiration-refoulement). Dans le premier numéro d'ELEX, Rési et Transi s'entretenaient du problème des tensions alternatives et continues, page 16, et Rési comparait la tension à un train qui reliait PARIS, MARSEILLE et BORDEAUX. Partant de Paris, passant par Marseille et arrivée à Bordeaux, la tension continue continue (c'est le cas de la dire) vers Paris et de là repart sur Marseille, alors que la tension alternative rebrousse chemin, repasse par Marseille, etc... A vous maintenant de chercher les analogies qui vous permettront de fixer dans votre esprit la distinction entre

tensions alternatives et continues. Revenons aux indications de tension pour les signaux alternatifs. Il est courant aussi de spécifier l'écart entre les points extrêmes de la courbe de tension, sous la dénomination de **tension crête à crête**. Mais ces définitions ne sont pas optimales puisque ces valeurs ne sont vraies qu'à un instant donné. En plus de cela, la valeur instantanée est tout bonnement nulle deux fois par cycle alternatif. Ceci n'est pas sans conséquence sur la puissance fournie par notre tension alternative. Une tension alternative de 310 V d'amplitude par exemple fournit beaucoup moins de puissance qu'une tension continue de 310 V, qui délivre sa puissance en permanence. Une tension continue, pour être équivalente à une tension alternative de 310 V par exemple, ne serait que de 220 V. On appelle **tension efficace** cette tension continue équivalente (par la puissance fournie).

L'amplitude d'une tension sinusoïdale est supérieure de 41% ($\sqrt{2} - 1$) à la tension efficace, précisément 310 V d'amplitude pour 220 V de tension efficace. Une raison de plus d'être prudent quand vous approchez la tension du secteur !

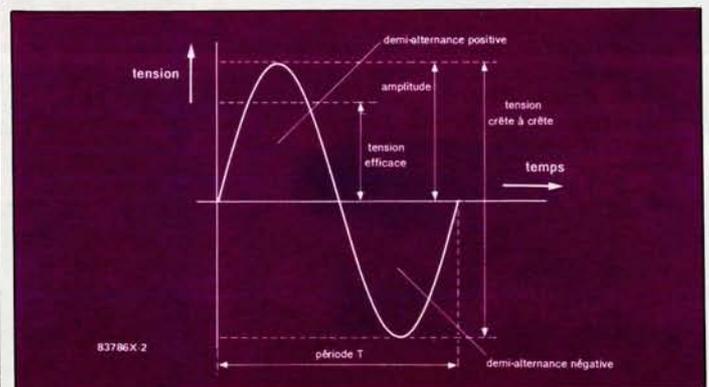


Figure 2. Illustration des différentes caractéristiques de la tension. Les tensions sont représentées verticalement, le temps de gauche (début) à droite (fin).

d. dent de scie
e. rectangle
f. impulsions triangulaires



LES BIDOUILLES DE

DIS DONC...



...À QUOI ÇA RESSEMBLE, DES ONDES RADIO? ...ET TV?

À RIEN DU TOUT, VOYONS! ELLES SONT INVISIBLES!

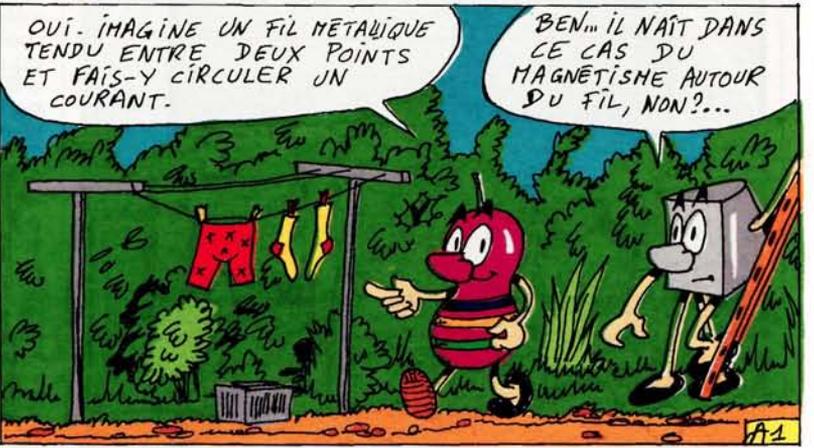


JE SAIS, MAIS J'AIMERAIS SAVOIR COMMENT ÇA FONCTIONNE.



LES ONDES RADIO S'APPELLENT "ONDES ÉLECTROMAGNÉTIQUES".

...ET ÇA A UN RAPPORT AVEC LE CHAMP MAGNÉTIQUE AUTOUR D'UN CONDUCTEUR TRAVERSÉ PAR UN COURANT?



OUI. IMAGINE UN FIL MÉTALLIQUE TENDU ENTRE DEUX POINTS ET FAIS-Y CIRCULER UN COURANT.

BEN... IL NAÎT DANS CE CAS DU MAGNÉTISME AUTOUR DU FIL, NON?...
A1



SI TU INVERSES BRUTALEMENT LA POLARITÉ DU COURANT POUR LE FAIRE CIRCULER DANS LE SENS CONTRAIRE, IL NAÎT À NOUVEAU DU MAGNÉTISME.

...MAIS DE SENS INVERSE!



Aïe!

PARFAITEMENT. ILS SONT DE POLARITÉ OPPOSÉE.

ET C'EST LA BAGARRE ENTRE EUX!
A2



POUR AINSI DIRE. LE VIEUX MAGNÉTISME SE FAIT CHASSER PAR LE NOUVEAU.

À CHAQUE CHANGEMENT DE POLARITÉ?

PLACE!

HÉHÉ



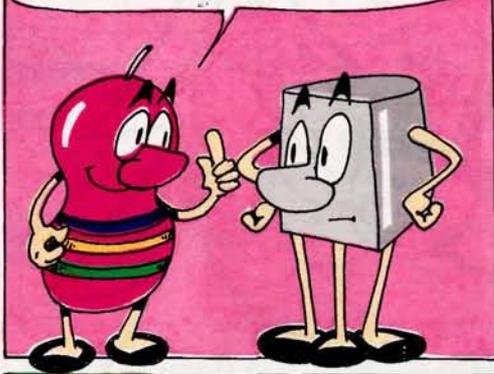
OUI, SI L'ON INVERSE CONSTamment LE SENS DE CIRCULATION DU COURANT, IL NAÎT À CHAQUE FOIS UN CHAMP MAGNÉTIQUE QUI REPOUSSE LES PRÉCÉDENTS VERS L'EXTÉRIEUR. À CONDITION QUE ÇA SE PASSE TRÈS VITE!
B1

RESI & TRANSI[®]



DESSINS : YVON DOFFAGNE - COULEURS : COOKY F.

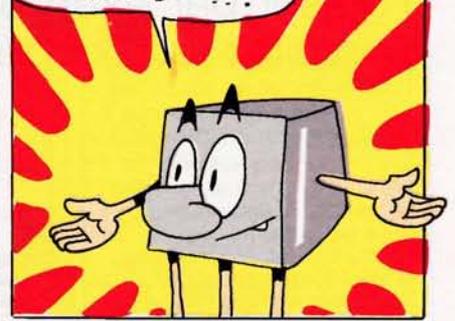
AUTREMENT DIT, IL DOIT CIRCULER DU COURANT ALTERNATIF AYANT UNE FRÉQUENCE TRÈS ÉLEVÉE!



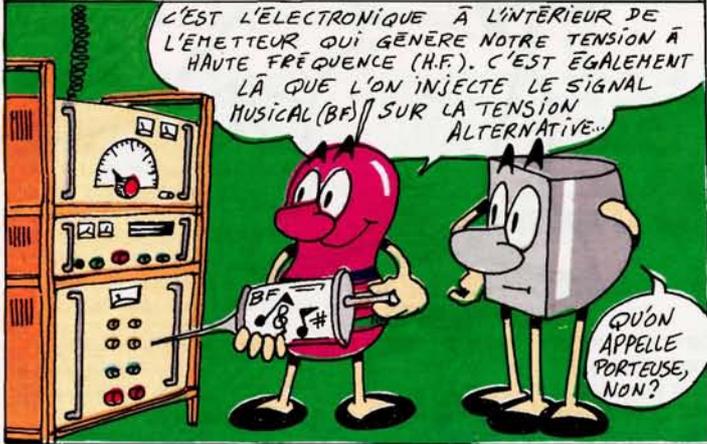
TU VERRAS SUR L'ÉCHELLE DES FRÉQUENCES RADIO QUE LA GAMME DES GRANDES ONDES EST DE PLUSIEURS CENTAIRES DE MILLIERS DE HERTZ, ET DE PLUSIEURS CENTAIRES DE MILLIONS DE HERTZ POUR LA GAMME FM.



MAIS LES GÉNÉRATEURS DOIVENT TOURNER À UNE VITESSE FOLLE POUR GÉNÉRER DU COURANT À UNE TELLE FRÉQUENCE? C'EST IMPOSSIBLE??!



C'EST L'ÉLECTRONIQUE À L'INTÉRIEUR DE L'ÉMETTEUR QUI GÈNÈRE NOTRE TENSION À HAUTE FRÉQUENCE (H.F.). C'EST ÉGALEMENT LÀ QUE L'ON INJECTE LE SIGNAL MUSICAL (B.F.) SUR LA TENSION ALTERNATIVE...



QU'ON APPELLE PORTEUSE, NON?

EXACT. L'ANTENNE DE L'ÉMETTEUR TRANSFORME LA H.F. (PORTEUSE) ET SON SIGNAL B.F. (PAROLES ET MUSIQUE) EN ONDES RADIO



...ET L'ANTENNE DU RÉCEPTEUR CONVERTIT LES CHAMPS MAGNÉTIQUES EN UNE TENSION ÉLECTRIQUE.

ON RETROUVE LA TENSION SUR L'ANTENNE?

OUI, MAIS AU COURS DE SON TRAJET DANS LES AIRS, L'ONDE RADIO A ÉTÉ FORTEMENT AFFAIBLIE, ET CETTE TENSION EST TRÈS FAIBLE, DE L'ORDRE DE QUELQUES MILLIONIÈMES DE VOLT...

PRIV... CREVÉE, MOI!

...ET DANS LE POSTE DE RADIO, UN CIRCUIT ÉLECTRONIQUE TRÈS SENSIBLE VA SE CHARGER DE L'AMPLIFIER EN UN SIGNAL À NOUVEAU RESPECTABLE.



C'EST CE SIGNAL QU'ON ENTEND DANS LE HAUT PARLEUR?

NON. LA TENSION H.F. A UNE FRÉQUENCE BIEN TROP HAUTE POUR NOS OREILLES. L'ÉLECTRONIQUE DE TON POSTE SÉPARE LE SIGNAL H.F. (PORTEUSE) ET LE SIGNAL B.F. (SONS.) ON NE S'INTÉRESSE EN FAIT À LA TENSION H.F. QU'EN TANT QUE "VÉHICULE".



AU FOND, LA SEULE UTILITÉ DE LA H.F., C'EST LA TRANSMISSION?

EH OUI! UN GRAND DÉPLACEMENT D'AIR... POUR UN P'TIT AIR!!



HiiiiiiiRRK!

...T'AURAIS DÛ DÉBRANCHER LA BATTERIE!... Y'A CONDO QUI SE PREND POUR DOROTHÉE!



indicateur de gel

Un indicateur de gel transformable aisément en indicateur de dépassement de température, ce qui permet de l'utiliser par exemple pour surveiller les congélateurs.

Le gel est néfaste surtout pour les cultures, les conduites, les automobiles, et les liquides en général. Nous avons donc tous à nous en méfier à un titre ou un autre.

Cet indicateur très simple est muni d'une LED qui s'allume aussitôt que la température tombe sous le seuil fatidique. Quand plus tard la température remonte, comme c'est le cas la nuit au début et à la fin de l'hiver, lorsque les températures négatives n'apparaissent que pendant quelques heures nocturnes, l'indicateur reste allumé. Au lieu de lui faire détecter un dépassement de température dans le sens négatif, on pourra utiliser le même indi-

icateur, en le transformant un peu, pour lui faire indiquer le dépassement d'une température de consigne, mais cette fois dans le sens positif.

Nous avons muni le prototype de deux organes de commande : l'un est un interrupteur marche/arrêt (il paraît qu'il y a des gens qui comprennent mieux quand on dit bouton ON/OFF; et vous ?), l'autre est un bouton facultatif permettant de vérifier l'état de la pile.

La valeur d'une résistance CTN diminue à mesure qu'augmente sa température



Figure 1. Un des prototypes de l'indicateur de gel. La sonde de cet exemplaire (invisible sur la photo) est placée à l'arrière du coffret derrière la paroi du fond ajourée par quelques trous pour permettre la circulation de l'air.



83797X 1

Ce n'est pas une blague : sur la **figure 2** il y a vraiment tous les composants qu'il faut pour réaliser cet indicateur. Avec trois fois rien, on ne le dira jamais assez, on peut déjà faire quelque chose. Le capteur de température, c'est-à-dire le composant qui réagit en fonction de la température, c'est R1, une résistance CTN (NTC pour ceuse qui comprennent mieux ON/OFF que marche/arrêt). On vous l'a déjà raconté dans ELEX, une résistance CTN est une résistance dont la valeur diminue à mesure qu'augmente sa température. Il existe bien entendu des résistances CTP (ou PTC) qui, vous l'avez deviné, ont un coefficient thermique positif, alors que notre R1 à un coefficient thermique négatif. Notre résistance à CTN est montée avec R2 en diviseur de tension au milieu duquel règne une tension dont la valeur varie avec la valeur instantanée de la CTN. Si l'on admet que la résistance de R1 est de 25 k à la température ambiante de 20 °C, la tension au milieu du pont diviseur R1/R2 sera de 4,6 V environ (avec une tension d'alimentation supposée être de 9 V).

Voici venir maintenant les grands froids de l'hiver. Ouïe ouïe ouïe, ça caille dit la résistance en enfilant ses

mouffes et en rajustant sa valeur. A 0 °C, la résistance est nettement plus forte qu'à 20 °C. Vous voudriez sans doute savoir de combien... On ne sait pas au juste; ça dépend du type de CTN. En fait cela importe peu. Si la résistance est de 50 k, la tension au milieu du pont dégringole d'un bon volt et demi et se retrouve à 3,1 V. D'où l'on déduit que la tension au milieu du pont peut servir à mesurer directement et sans difficulté la température ambiante.

En fait, le but du circuit n'est pas de mesurer, mais de détecter un certain seuil. C'est ce dont se charge discrètement IC1, un amplificateur opérationnel pas discret du tout puisqu'il est intégré, monté en comparateur de tension. Oui, IC1 compare la tension qui règne sur son entrée inverseuse (broche 2) à celle qui règne sur son entrée non inverseuse (broche 3). Soyez gentils, ne demandez pas ce que c'est que l'entrée inverseuse et l'entrée non inverseuse, parce que sinon l'hiver sera passé avant qu'on ait pu finir ce montage.

Tant que la tension sur l'entrée "moins" est supérieure à la tension sur l'entrée "plus", la sortie du comparateur (broche 6) donne une tension faible de

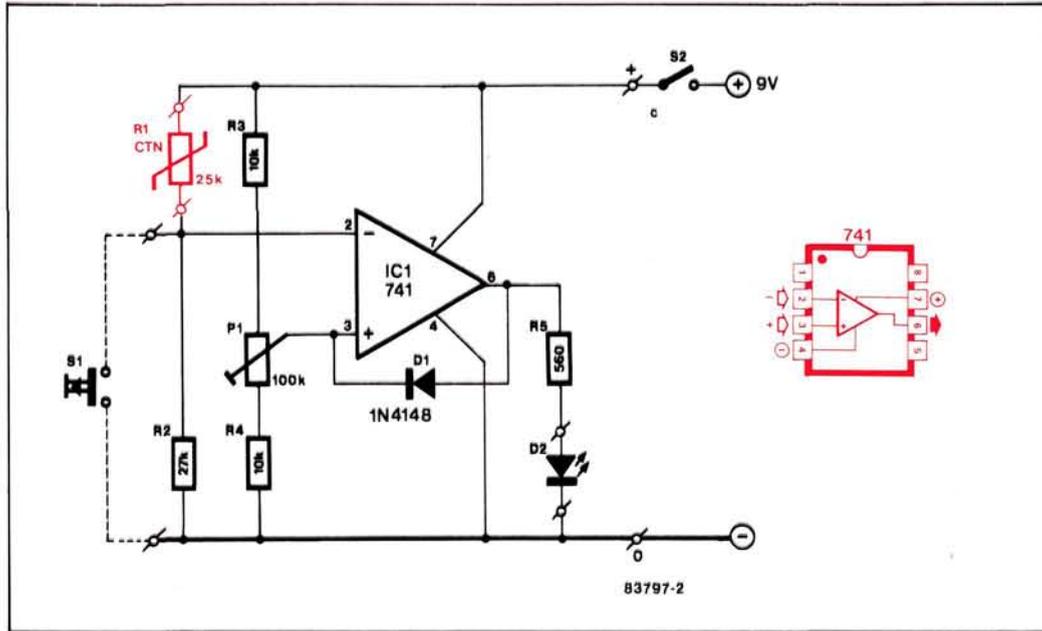


Figure 2. Le schéma de l'indicateur de gel est une application simple de l'amplificateur opérationnel monté en comparateur de tension.

l'ordre de 1,5 V. Il ne circule donc pas de courant à travers la LED qui reste éteinte. L'indicateur considère que la température n'est pas assez basse.

Lorsque celle-ci vient à tomber sous le seuil à partir duquel la tension à l'entrée "moins" devient inférieure à celle que l'on détermine sur l'entrée "plus" à l'aide de la résistance variable P1 montée en diviseur de tension, le moment est venu pour IC1 de faire basculer sa sortie pour qu'elle passe à une tension à peu de choses près égale à la tension d'alimentation. Cette fois la LED s'allume et indique que la température ambiante est inférieure à zéro.

Le verrouillage de l'amplificateur déclenché est obtenu à l'aide de la diode D1

La diode D1 devient passante et réinjecte la tension de sortie de l'amplificateur opérationnel sur son entrée "plus". Dès lors l'indicateur est forcé de rester dans l'état actif, même si la température remonte et entraîne avec elle la tension de l'entrée "moins" d'IC1. L'indicateur est verrouillé et il faut pour le remettre à zéro couper sa tension d'alimentation durant un bref instant. Ceci est prévu pour que l'indicateur rende compte fidèlement de gelées même de courte durée. Bon, puisque vous insistez pour en savoir un peu plus sur l'amplificateur opérationnel, voilà encore quel-

ques détails. Le gain de cet amplificateur monté comme il l'est ici est de l'ordre de 100 000. C'est le maximum.

RÉVÉLATIONS SUR LA VIE SECRÉTÉE DE L'AMPLIFICATEUR OPÉRATIONNEL

Et c'est beaucoup quand on songe que c'est selon ce facteur (qui n'est pas en grève) qu'IC1 amplifie la différence de tension entre les deux entrées (broches 2 et 3). Dans le circuit de notre indicateur, la tension appliquée à l'entrée non inverseuse est fixe; nous la fixons une bonne fois pour toutes à l'aide de P1 à une valeur de 4,5 V par exemple, soit la moitié de la tension d'alimentation.

Quant la tension sur les deux entrées est rigoureusement identique, par exemple 4,5 V, la circuiterie interne de l'amplificateur opérationnel met la sortie à la même tension. Dès que la tension sur l'entrée "moins" devient inférieure à l'autre, ne serait-ce que de 0,00001 V, soit 10 μ V, cette différence va se répercuter sur la sortie, mais multipliée par 100 000. La tension de sortie va grimper de 1 V et passe à 5,5 V. Si la différence entre les entrées est de 45 μ V — nous parlons de micro-volts, vous l'avez remarqué, n'est-ce pas — la tension de sortie plafonne (théoriquement) à la tension d'alimentation. Inversement, si la tension sur la broche 2 monte de 45 μ V par rapport à l'autre, la tension de sortie plafonne au contraire à 0 V. Les deux plafonds sont théo-

riques : en pratique la sortie de la plupart des amplificateurs opérationnels ne parvient ni à l'une ni à l'autre des deux extrémités, mais en reste éloigné de 1 à 1,5 V. Dans le circuit qui nous occupe, ce détail souvent gênant ne l'est pas du tout. Ce qui importe ici est que la sortie bascule même pour une faible différence entre les tensions d'entrée.

Nous en resterons là cette fois pour ce qui concerne la vie intérieure des amplificateurs opérationnels. Les occasions ne manqueront pas d'y revenir dans d'autres montages.

LA RÉALISATION

Il faut tout juste une demi-platine d'expérimentation de format 1 pour monter l'indicateur de gel. Une dizaine de composants, et rien de bien méchant, à moins que ce soit votre premier circuit intégré ! Que ce soit la première ou la millième fois, il faut en tous cas prendre grand soin d'orienter correctement le support du circuit puis le circuit intégré lui-même au moment de l'implanter sur le support. Vous avez déjà remarqué que la broche 1 se trouve toujours à gauche de l'encoche, du moins tant que vous regardez la platine d'en haut. Quand vous la retournez, côté soudures, c'est juste l'inverse. Les diodes D1 et D2 sont également des composants polarisés dont il faut soigner l'implantation.

Pourquoi S1 est-il représenté en pointillé ? D'ailleurs, à

Liste des composants

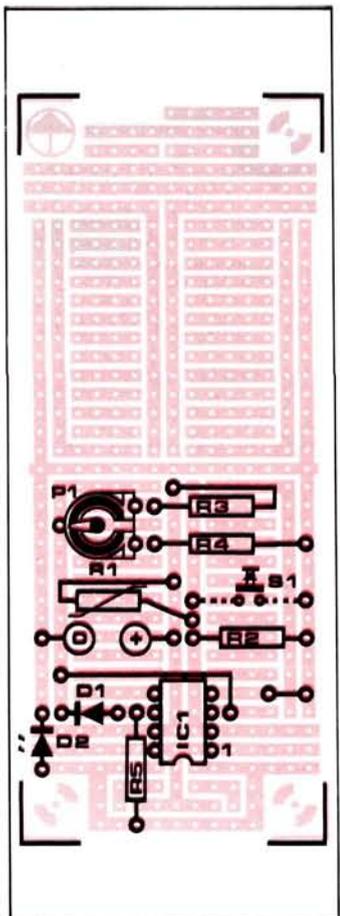
- R1 = CTN (par exemple Siemens K154)
- R2 = 27 k Ω
- R3, R4 = 10 k Ω
- R5 = 560 Ω
- P1 = 100 k Ω variable
- D1 = 1N4148
- D2 = LED rouge
- IC1 = 741

Divers :

- 1 platine d'expérimentation ELEX de format 1
- 1 support pour circuit intégré DIL à 8 broches
- 1 connecteur pour batterie de 9 V
- 1 batterie de 9 V
- S1 = poussoir (contact travail)
- S2 = interrupteur marche/arrêt

et éventuellement :

- 1 coffret
- 8 picots de \varnothing 1,2 mm
- 1 embase mini-jack
- châssis \varnothing 3,5 mm ou cinch avec fiche mâle correspondante (pour la sonde)
- fil de câblage, visserie, gaine



quoi sert-il celui-là ? Réfléchissez : quand il est actif, il court-circuite purement et simplement R2 et force l'entrée "moins de l'amplificateur opérationnel à 0 V. Et que se passe-t-il dans ce cas ?

Mais oui, vous avez deviné : la LED s'allume, et tant qu'elle s'allume et que sa luminosité est satisfaisante, vous pouvez être rassuré quant au bon état de la pile. Les pointillés, c'est simplement parce que S1 n'est pas indispensable au fonctionnement de l'indicateur. Son utilité justifie néanmoins la dépense occasionnée par l'adjonction d'un bouton poussoir miniature ou ordinaire.

L'indicateur est utilisable aussi bien avec une pile de 9 V ou deux piles de 4,5 V montées en série. La consommation au repos (LED éteinte) est de l'ordre de 1 mA, et le circuit fonctionne jusqu'à ce que la tension soit tombée à 4,5 V environ. Quand la LED est allumée, la consommation passe à 10 mA. Si l'appareil doit être utilisé en permanence, il n'est donc pas inutile d'y adjoindre une alimentation par le secteur (utilisez un bloc moulé sur la prise).

La résistance CTN pourra être du type K154 par exemple, dont la plage de température s'étend de -25 °C à +100 °C, avec une valeur nominale de 25 k pour une température de 20 °C. Selon le type d'application envisagée, le capteur sera relié à la platine soit par un fil soudée directement sur le circuit, soit par un cordon muni d'une fiche mini-jack ou cinch (tulipe ou RCA) pour laquelle on montera l'embase femelle correspondante sur le boîtier de l'indicateur.

Si vous faites appel à une fiche mini-jack, vous pourrez utiliser l'interrupteur intégré

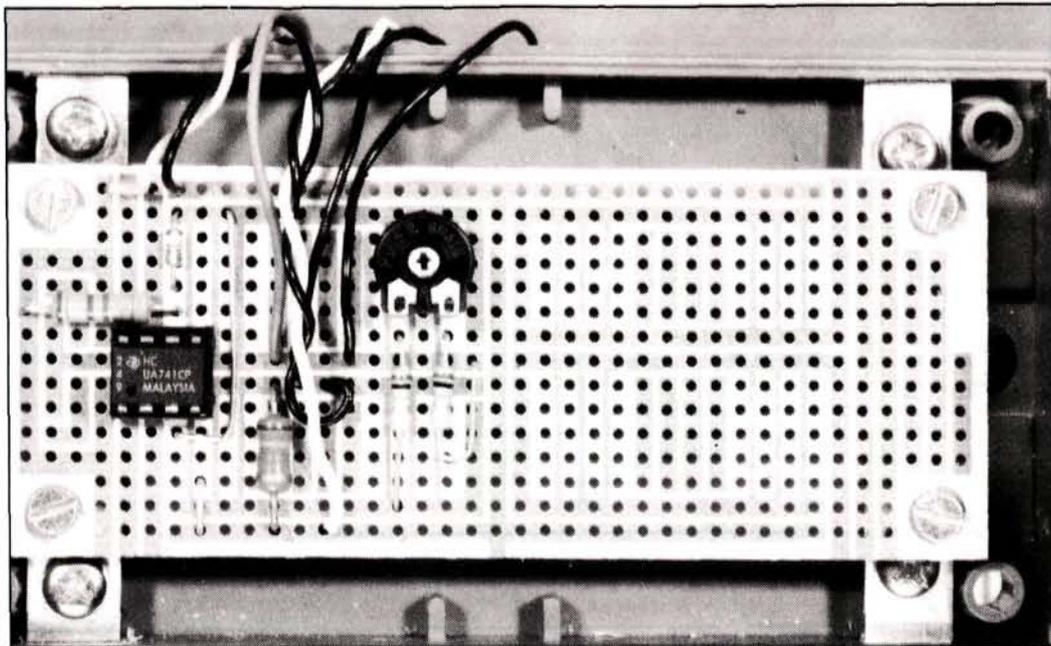


Figure 3. L'intérieur du coffret de l'un des prototypes; il s'agit de celui qui est muni d'une sonde extérieure.

dans l'embase femelle pour remplacer l'interrupteur de mise sous tension S2. L'indicateur ne sera alimenté que tant que le cordon du capteur est engagé dans l'embase.

Bon ! Assez palabré. Aux fers.

Quand tous les composants sont montés, revérifiez toutes les soudures. Comptez soigneusement les courts-circuits. Si vous n'en trouvez aucun, c'est que vous avez sans doute mal cherché.

Lors de la première mise sous tension que vous n'effectuerez qu'après avoir dûment prononcé les incantations magiques et entonné l'hymne de l'électronicien abreuvé de sang tout en mettant le curseur de P1 à mi-course, il ne doit rien se passer; la LED ne doit ni s'allumer, ni exploser, ni faire de bruit, ni se transformer en presse-purée. Si la

LED fait le mariolle, soyez féroce et coupez la tension d'alimentation. Déplacez le curseur de P1 un peu en direction de R4 puis remettez le circuit sous tension. La LED ne doit s'allumer que lorsque l'on appuie sur S1. Maintenant enfourchez votre multimètre et mesurez la tension de sortie d'IC1 (broche 6); elle doit être de 1 à 1,5 V environ au repos. Quand vous appuyez sur S1, elle passe à 7 ou 8 V. C'est bon !

Au repos et quand la température est de 18 à 20 °C, la tension relevée sur la broche 2 d'IC1 doit être de l'ordre de 4 V. Quand le curseur de P1 est dans la position indiquée, la tension sur la broche 3 d'IC1 est en tous cas inférieure à la moitié de la tension d'alimentation. Passons au réglage à présent.

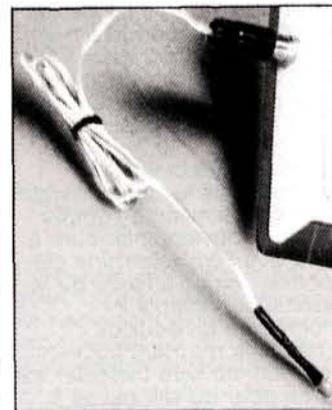
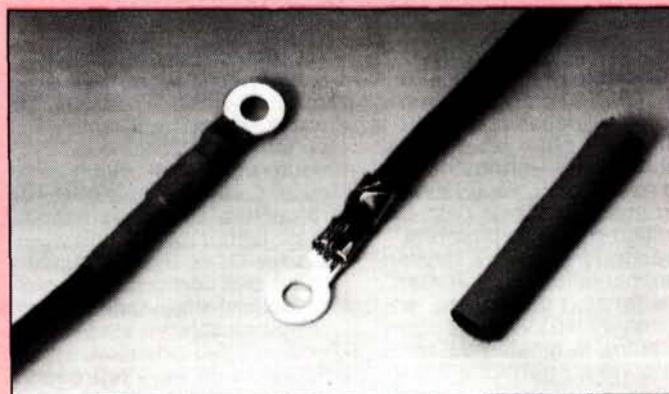


Figure 5. La sonde au bout d'un fil de liaison de quelques dizaines de centimètres est prise dans un morceau de gaine bouchée aux deux extrémités avec de la colle à deux composants (étanchéité oblige !).

elex-abc

Il existe, pour isoler les conducteurs électriques, différents procédés bien adaptés à différentes circonstances. Pour les besoins ordinaires de l'électronicien, le ruban adhésif souple est bon marché, efficace et facile à utiliser. Plus onéreuse mais néanmoins indispensable quand l'accès aux parties à isoler est étroit, la gaine thermorétractile se présente sous

forme de tubes souples de différents diamètres et trois au quatre couleurs. Il suffit d'en découper la longueur nécessaire.

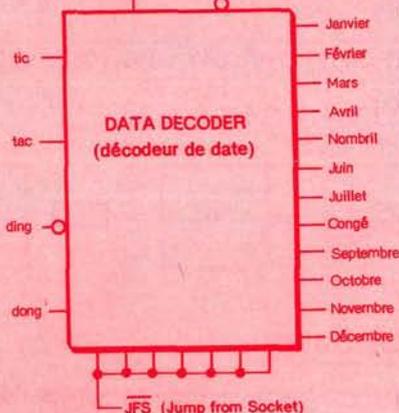
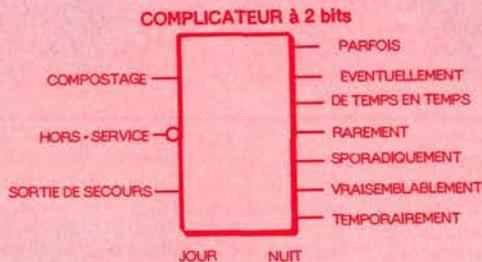
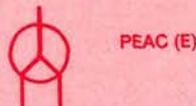
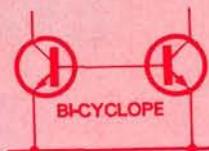
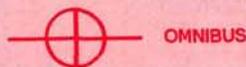
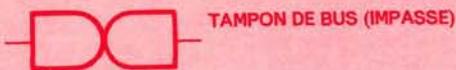
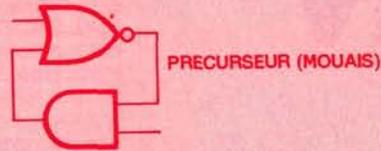
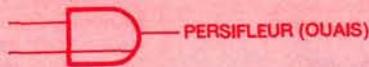


d'enfiler le manchon de gaine ainsi obtenu sur la pièce à isoler (soudure d'un fil de câblage sur la patte d'une LED, sur les

contacts d'un interrupteur-secteur, épissure entre deux fils, etc) et de le faire chauffer pour qu'il se rétracte et vienne épouser les contours de la soudure.

Depuis quelques années, il existe des pistolets à colle thermofusible, laquelle peut également servir à isoler des conducteurs électriques dénudés. Tant qu'elle est chaude, cette colle est malléable (mouillez vos doigts, car la colle est très chaude!); outre sa fonction d'isolant, elle joue un rôle important dans l'immobilisation des parties isolées, et permet ainsi de faire d'une pierre deux coups.

LES SYMBOLES ILLOGIQUES D'ELEX (2)



Note: la 1^{ère} partie de ce tableau a été publiée dans ELEX n° 5 page 5 en novembre 1988

SELECTRONIC

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 (Consulter notre catalogue général).

REFERENCE DU KIT	PRIX DU KIT	CIRCUIT IMPRIME A PREVOIR
ELEX n° 1		
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 ①
Commande de plafonnier	101.8585	41,00 F ①
ELEX n° 2		
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
ELEX n° 3		
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 ①
Thermomètre	101.8598	126,00 F ①
Décade de condensateurs	101.8599	142,00 F ①
ELEX n° 4		
Amplificateur de poche "CANARI"	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
ELEX n° 5		
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
ELEX n° 6		
Corne de brume	101.8620	32,00 F ①
Photomètre électronique	101.8621	53,00 F ①
Feux de stationnement	101.8622	62,00 F ①
Mini-alarme	101.8623	29,00 F ①
Balisateur automatique	101.8624	29,00 F ①
Bruiteur "DIESEL"	101.8625	26,00 F ①
PRIX PAR QUANTITE : NOUS CONSULTER		
CIRCUITS IMPRIMÉS ELEX		
① Platine n° 1 40 x 100 mm	101.8485	23,00 F
② Platine n° 2 80 x 100 mm	101.8486	38,00 F
③ Platine n° 3 160 x 100 mm	101.8487	60,00 F
④ Platine DIGILEX	101.8488	88,00 F
⑤ Platine EPS 886087	101.8489	47,80 F
REF. SELECTRONIC PRIX		



CATALOGUE
GÉNÉRAL

Selectronic
Expédition FRANCO
contre 15 F en
timbres-poste

CONDITIONS GÉNÉRALES 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
TEL. 20.52.98.52

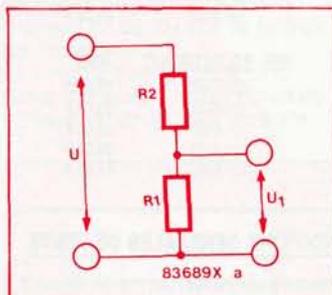
86 rue de Cambrai BP 513 - 59022 Lille Cedex

DIVISEUR DE TENSION CALCULÉ EN BASIC

Le diviseur de tension composé de deux résistances a déjà été présenté, détaillé, analysé et utilisé à plusieurs reprises dans ce magazine. Pas étonnant puisqu'il est l'un des éléments de base du grand «mécano» électronique. En voici à présent une nouvelle approche, destinée plus spécialement à ceux d'entre vous qui n'ont pas pour l'électronique une passion exclusive, mais qui savent s'intéresser à d'autres disciplines plus ou moins apparentées. Ici, c'est bien entendu d'informatique qu'il va être question.

Avant d'entrouvrir notre première lucarne sur le monde des ordinateurs, reprenons rapidement le problème de la division de tension. La fraction de tension aux bornes de la résistance R1 est calculée à l'aide de la formule suivante :

$$U_1 = U \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$



La fraction :

$$\frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

donne le rapport entre les tensions et indique donc le facteur d'atténuation de la tension de sortie par rapport à la tension d'entrée du diviseur.

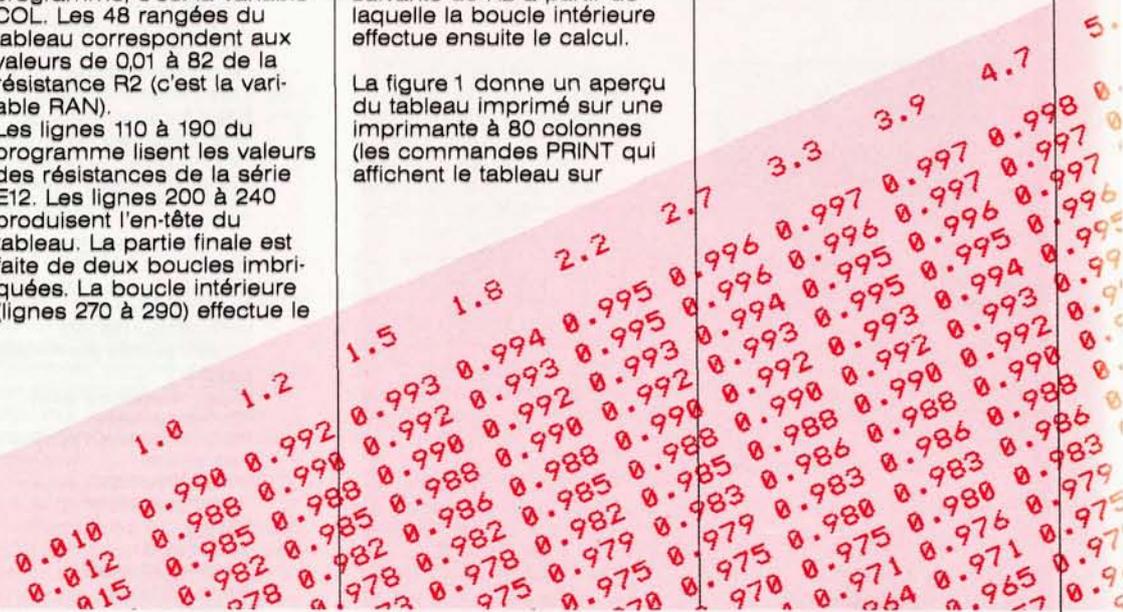
Le programme en BASIC que nous vous proposons ci-contre produit un tableau des rapports obtenus avec des résistances de la

série E12. Ce tableau comporte donc 12 colonnes, à raison d'une par valeur de la série E12 de 1 à 8,2 pour la résistance R1. Dans le programme, c'est la variable COL. Les 48 rangées du tableau correspondent aux valeurs de 0,01 à 82 de la résistance R2 (c'est la variable RAN).

Les lignes 110 à 190 du programme lisent les valeurs des résistances de la série E12. Les lignes 200 à 240 produisent l'en-tête du tableau. La partie finale est faite de deux boucles imbriquées. La boucle intérieure (lignes 270 à 290) effectue le

calcul proprement dit (ligne 280) pour une ligne du tableau imprimée aussitôt. La boucle extérieure (lignes 250 à 310) charge la valeur suivante de R2 à partir de laquelle la boucle intérieure effectue ensuite le calcul.

La figure 1 donne un aperçu du tableau imprimé sur une imprimante à 80 colonnes (les commandes PRINT qui affichent le tableau sur



```

100 REM diviseur de tension
110 R = 48
120 DIM E12(R)
130 FOR RAN = 1 TO R
140 READ E12(RAN)
150 NEXT RAN
160 DATA .01,.012,.015,.018,.022,.027,.033,.039,.047,.056,.068,.082
170 DATA .10,.12,.15,.18,.22,.27,.33,.39,.47,.56,.68,.82
180 DATA 1.0,1.2,1.5,1.8,2.2,2.7,3.3,3.9,4.7,5.6,6.8,8.2
190 DATA 10,12,15,18,22,27,33,39,47,56,68,82
200 PRINT ' ' ;
210 FOR COL = 25 TO 36
220 PRINT USING '#.#';E12(COL);;PRINT' ' ;
230 NEXT COL
240 PRINT
250 FOR RAN = 1 TO 10
260 PRINT USING '###.###';E12(RAN);;PRINT' ' ;
270 FOR COL = 25 TO 36
280 PRINT USING '#.#';E12(COL)/(E12(RAN)+E12(COL));;PRINT' ' ;
290 NEXT COL
300 REM
310 NEXT RAN
    
```

l'écran doivent être remplacées par des instructions équivalentes qui imprimeront le tableau : par exemple LPRINT).

Si vous ne pouvez ou ne voulez pas afficher ou imprimer le tableau sur 80 colonnes, modifiez les lignes 250 (nombre de lignes du tableau), 210 et 270 (choix des colonnes). Il importe que les limites choisies pour la ligne 210 soient les mêmes que celles choisies pour la ligne 270. Si le modèle d'ordinateur dont vous disposez n'accepte pas de variables à 3 caractères, il faudra penser à adapter celles du programme (COLonne et RANgée).

Et si votre bécane ne connaît pas la pourtant classique instruction PRINT USING, il faudra modifier la ligne 280 (en rajoutant éventuellement un sous-programme pour limiter le nombre de chiffres après la virgule).

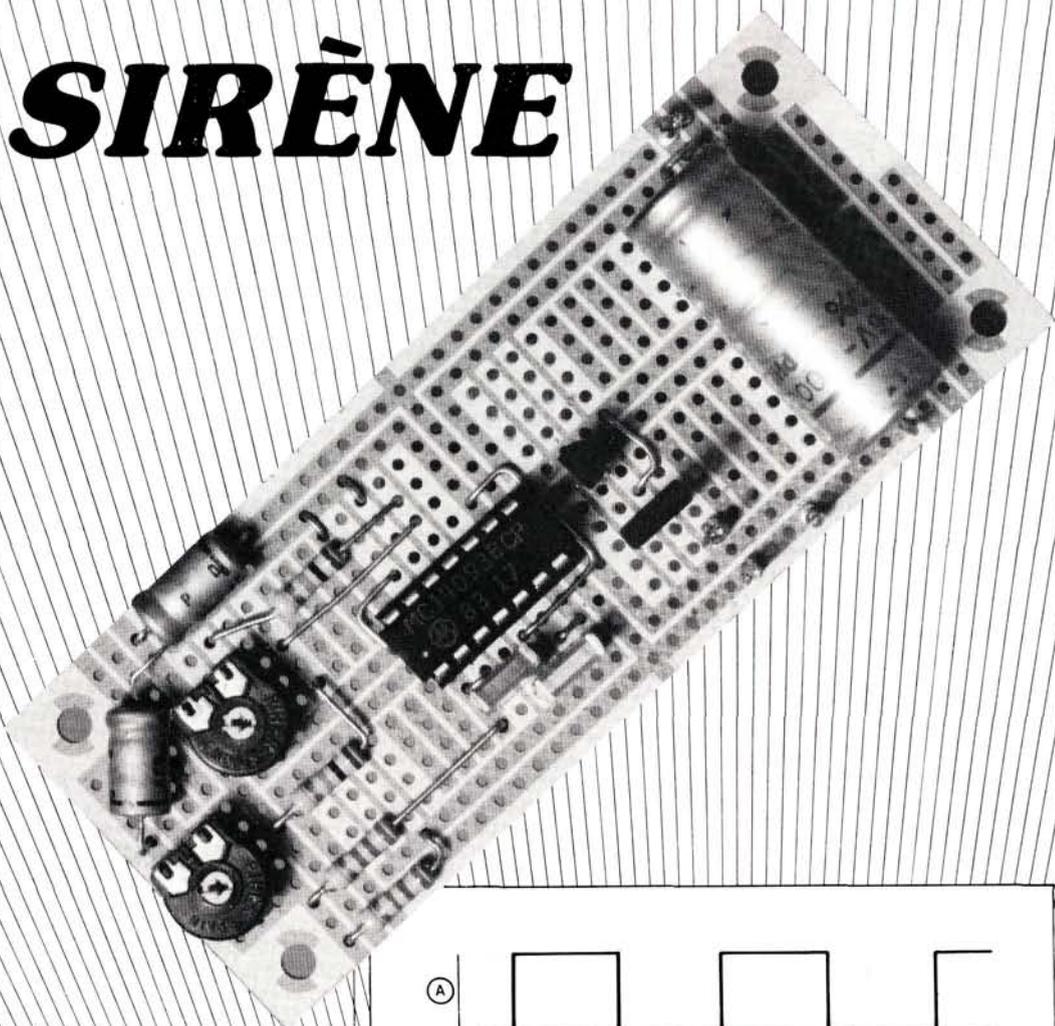
UN PEU D'HISTOIRE POUR DÉBUTER !

L'animal fabuleux de la mythologie grecque à tête et torse de femme et à queue de poisson qui passait pour attirer les navigateurs sur les écueils par la douceur de son chant, est devenu au cours du 19^{ème} siècle un engin bruyant destiné à nous avertir d'un événement important ou à attirer notre attention sur un danger ou sur une menace.

C'est en 1820 qu'un certain **Cagniard de la Tour** donna ce nom à un appareil de son invention, qui émettait des sons dans l'eau. Le lien initial entre cet engin et la sirène de la mythologie s'est relâché progressivement car depuis lors on désigne sous le même nom les puissants appareils destinés à produire un signal sonore utilisé d'abord sur les navires et dans les ports et par la suite dans diverses installations et à bord de certains véhicules.

A l'origine, une sirène produisait des sons par l'émission intermittente de jets de vapeur ou d'air comprimé.

SIRÈNE



LA SIRÈNE ÉLECTRONIQUE

L'électronique est venue bouleverser bien des techniques, dont celle des sirènes. La sirène que nous vous proposons ici est basée sur un circuit intégré CMOS, quelques résistances et condensateurs ainsi que sur deux transistors de puissance destinés à donner du "souffle" à l'appareil. Elle est capable soit de produire l'avertissement classique à deux sons de hauteur différente ou bien d'imiter la fameuse sirène Kojak utilisée par la police américaine.

DIAGRAMME FONCTIONNEL

Le diagramme de la **figure 1** comporte trois fonctions (blocs A, B et C) ainsi qu'un réseau RC. Le bloc A est un multivibrateur astable qui produit une onde carrée à très basse fréquence (quelques hertz). Le réseau RC transforme ce signal carré en signal en dents de scie. Le multivibrateur astable du bloc B produit également une onde carrée de fréquence sensiblement plus élevée puisqu'elle est comprise entre 0,5 kHz et 1 kHz. Finalement, le bloc C amplifie le signal résultant.

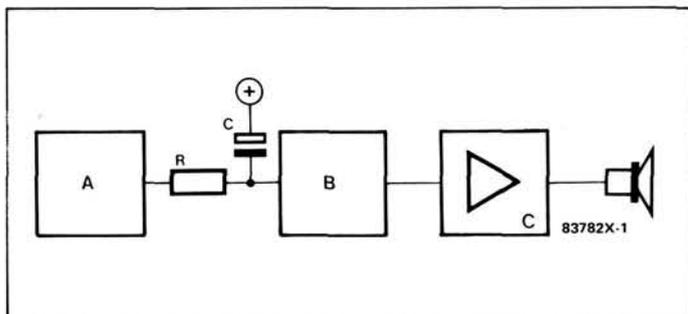


Figure 1 - Diagramme fonctionnel de la sirène. L'oscillateur A produit un signal carré que le réseau RC transforme en signal en dents de scie appliqué à l'entrée de l'oscillateur B. Le hurlement caractéristique de la sirène provient de la modulation du signal de l'oscillateur B par le signal en dents de scie. L'amplificateur C fournit un signal puissant au haut-parleur.

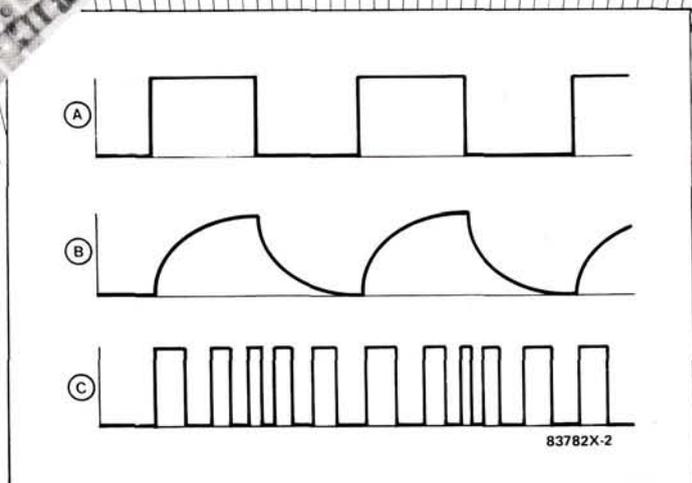


Figure 2 - Voici les diagrammes simplifiés des signaux de sortie des différents blocs fonctionnels de la figure 1. Le diagramme A est celui des signaux issus de l'oscillateur A. En B on voit les dents de scie du signal de sortie du réseau RC. Le diagramme C est celui du signal caractéristique de la sirène. Il provient de la modulation par le signal en dents de scie, du signal produit par le bloc fonctionnel B.

Si le signal issu du bloc B était amplifié tel quel par l'amplificateur de sortie (bloc C), nous entendrions un signal uniforme sans effet de sirène. La **figure 2** montre ce qui se passe en réalité : le signal carré A issu du bloc A est transformé par la fonction intégratrice du réseau RC en un signal B dont l'amplitude croît progressivement puis se met brusquement à décroître. Ce signal en dents de scie attaque l'entrée du bloc B et en modifie la fréquence d'oscillation fondamentale.

AMBULANCE OU SUPER-FLIC

Le signal de sortie du bloc B (signal C) est donc modulé au rythme du signal B. En d'autres termes, le signal C est transposé tantôt vers l'aigu tantôt vers le grave. C'est la fréquence du signal B qui détermine la vitesse de la modulation et pour cette raison on l'appelle fréquence de modulation. Si cette fréquence est peu

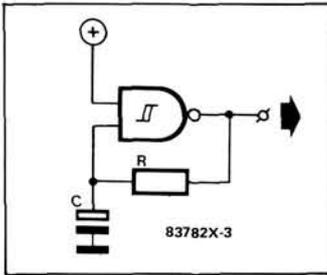


Figure 3 - Schéma de principe du multivibrateur astable A que nous appelons également oscillateur A.

élevée comme dans le cas présent (0,5 Hz à 2 Hz), on a l'impression que la sirène possède une double tonalité.

L'accroissement de la fréquence de modulation fait disparaître l'effet sirène de "kojak" car la succession des deux sons de hauteur différente devient si rapide que l'oreille ne parvient plus à les différencier. Le signal ressemble alors à un simple hurlement de sirène, plus ou moins rauque selon la fréquence de modulation.

Le composant central du montage est un circuit intégré IC4093. Il contient quatre opérateurs logiques NON-ET (NAND) à deux entrées à trigger de Schmitt. La lettre S stylisée à l'intérieur du symbole de l'opérateur logique signifie tout simplement que ses entrées sont à trigger (déclencheur ou bascule) de Schmitt. Cela signifie que le seuil de basculement de 1 vers 0 n'est pas le même que le seuil de basculement de 0 vers 1. En d'autres termes, elles ont deux zones de basculement distinctes et bien déterminées qui correspondent respectivement aux seuils de passage de la sortie de l'opérateur de 0 vers 1 et de 1 vers 0.

CE CIRCUIT EST UN OSCILLATEUR : UN CONDENSATEUR SE CHARGE ET SE DÉCHARGE CYCLIQUEMENT SOUS L'ACTION D'UN OPÉRATEUR LOGIQUE NON-ET A TRIGGER DE SCHMITT

L'un des quatre opérateurs logiques est l'élément de base du premier multivibrateur astable (figure 3) dont le fonctionnement est très facile à comprendre. Prenons comme hypothèse de départ que la sortie de l'opérateur NON-ET soit au niveau logique 1 : le condensateur C se charge à travers la résistance R jusqu'au moment où sa tension égale celle du seuil supérieur de basculement de cette entrée.

L'autre entrée de l'opérateur est branchée à demeure sur la tension d'alimentation qui se situe bien au-delà du seuil de basculement supérieur. Du fait que les deux entrées de cet opérateur sont maintenant au niveau logique haut, la sortie de l'opérateur passe au niveau 0. Cette nouvelle situation provoque la décharge du condensateur C, à travers la résistance R, qui se poursuit jusqu'au moment où la tension à l'entrée de l'opérateur atteint le seuil de basculement inférieur. A cet instant la sortie de l'opérateur passe de 0 vers 1 et le cycle recommence. La répétition de ce cycle est de fait une oscillation, ce qui nous permet de dire que le circuit qui la provoque est un oscillateur.

Le deuxième multivibrateur astable est également un oscillateur mais sa conception est fort différente de

celle du premier (voir figure 4). Ici ce sont deux opérateurs logiques NON-ET montés en inverseurs au lieu d'un seul. L'emploi de deux condensateurs et de deux résistances distincts permet de faire commander séparément la durée des impulsions et celle des intervalles. Si R1 est égal à R2 et si C1 a la même valeur que C2 la durée des impulsions est égale à la durée des intervalles entre deux impulsions.

Chacun des deux opérateurs possède une sortie dont l'état logique est l'inverse de celui de l'autre (si l'une des sorties est à l'état 1, l'autre sortie est à l'état 0). Cette caractéristique n'est pas aussi significative dans ce montage-ci que ne l'est en revanche la possibilité de moduler la fréquence fondamentale de ce multivibrateur. Pour en tirer parti il faut modifier légèrement le montage de la façon dont on l'a fait dans le schéma d'ensemble de la figure 5.

LE SCHÉMA COMPLET

Sur le schéma d'ensemble l'identification de ce multivibrateur est aisée : les opérateurs logiques N2/N3, les résistances R3/R4 et les condensateurs C4/C5. Les résistances ne sont toutefois pas reliées à la masse comme elles le sont dans le schéma de la figure 4, mais leur connexion commune est soumise à la tension de modulation issue du réseau RC (R2-P2/C3). La résistance réglable P2 détermine l'amplitude de la tension de modulation. De fait elle fixe l'excursion entre la fréquence la plus basse et la plus élevée. Comme nous l'avons expliqué plus haut, la modulation du signal produit par le deuxième multivibra-

teur donne naissance au son typique de la sirène que l'étage de sortie est appelé à amplifier.

DE LA PUISSANCE EN RÉSERVE

L'étage de sortie est un montage Darlington que nous avons déjà rencontré dans Elex du mois de novembre 1988 placé sous le signe du transistor (turbo transistor, page 46). Le transistor T1 multiplie par son gain propre le courant issu du deuxième multivibrateur. Le courant de collecteur qui en résulte est le courant de base du transistor T2. Celui-ci à son tour multiplie ce courant de base par son gain propre : prenez garde, le courant de sortie du montage Darlington est vraiment musclé ! Vous avez tout intérêt à utiliser un haut-parleur de 5 W/8 Ω pour éviter que sa bobine mobile ne s'échauffe trop vite et que sa carrière ne se termine par le "couac" du moribond (Cf votre BD préférée).

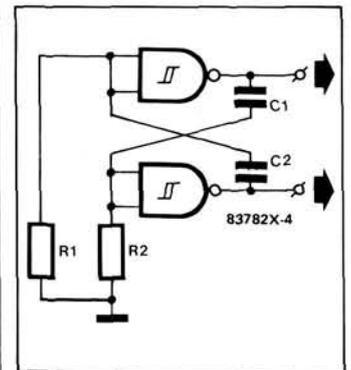


Figure 4 - Le schéma du deuxième multivibrateur astable B est très différent de celui du premier. Il constitue lui aussi un oscillateur.

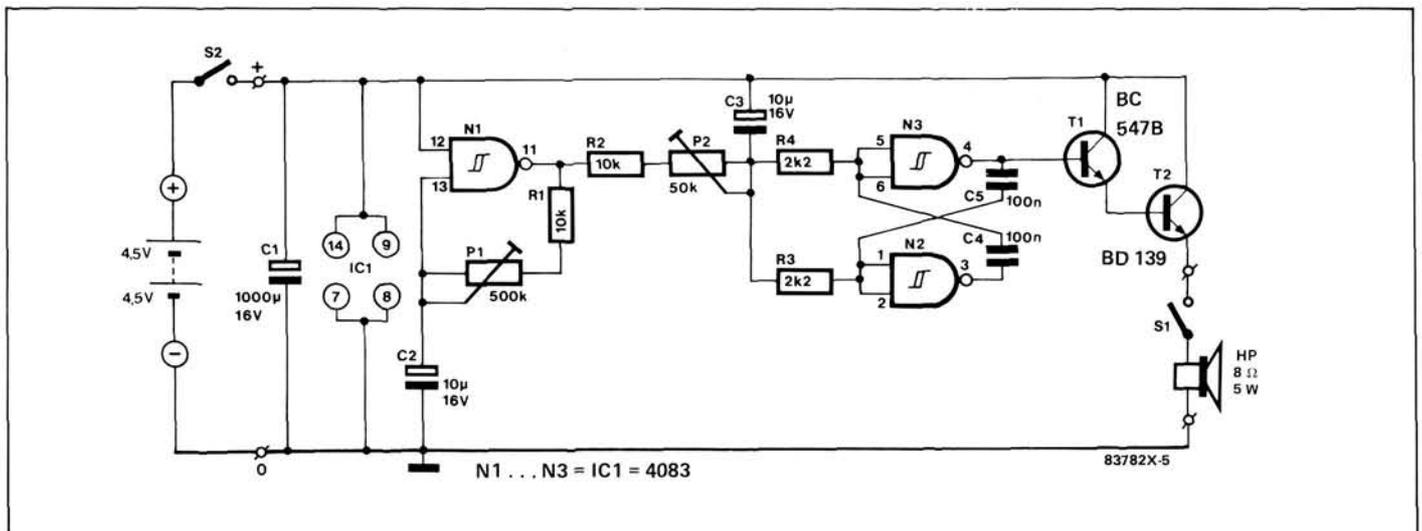


Figure 5 - Schéma d'ensemble de la sirène. Grâce à la résistance réglable P2 il est possible de choisir les deux sons émis par la sirène. La résistance réglable P1 permet en outre de faire varier la vitesse avec laquelle les deux fréquences se succèdent.

Liste des composants

- R1,R2 = 10 kΩ
- R3,R4 = 2,2 kΩ
- P1 = 500 kΩ var.
- P2 = 50 kΩ var.
- C1 = 1000 μF/16 V
- C2,C3 = 10 μF/16 V
- C4,C5 = 100 nF
- T1 = BC547B
- T2 = BD139
- IC1 = 4093
- S1,S2 = interrupteurs unipolaires

Divers :

- 1 platine d'expérimentation de format 1
- 4 picots de soudure
- 2 batteries plates de 4,5 V
- 1 haut-parleur 8 Ω/5 W
- 1 coffret matériel de montage

Revenons un instant vers l'oscillateur constitué par le premier multivibrateur astable. Vous remarquerez sur le schéma d'ensemble qu'en dehors de l'opérateur logique N1 il comporte le condensateur C2, la résistance R1 ainsi que la résistance réglable P1. Celle-ci permet de choisir dans certaines limites la fréquence d'oscillation du multivibrateur : entre 0,5 Hz et 10 Hz environ dans le cas présent. Une fréquence plus élevée donne lieu à une succession plus rapide des deux sons de hauteur différente.

L'alimentation de la sirène est assurée par deux batteries de 4,5 V en série. Pourquoi "batteries" alors que d'habitude nous employons le mot piles ? Tout simplement parce qu'il s'agit de batteries de piles (ou cellules non rechargeables). Chaque batterie contient 3 piles dont chacune délivre une tension de 1,5 V. La tension totale de l'alimentation devient égale à 9 V si vous prenez soin de relier le pôle positif d'une des deux batteries au pôle négatif de l'autre.

La sirène consomme un courant de un ampère si l'impédance du haut-parleur est de huit ohms. L'alimentation n'est pas capable de fournir un courant aussi important de façon continue. C'est pourquoi nous insérons un condensateur tampon (C1) de 1000 μF en parallèle sur l'alimentation.

Si la fonction de l'interrupteur S2 paraît normale, celle

de S1 semble au contraire superflue. A première vue on se demande pourquoi la sortie du haut-parleur n'est pas connectée directement à l'émetteur du transistor T2. L'explication est pourtant bien simple : la charge du condensateur C3 dure environ deux secondes. Tant que la charge de ce condensateur est insuffisante le circuit RC n'est pas capable d'assurer sa fonction intégratrice : le signal n'est donc pas modulé. Après avoir fermé le contact de l'interrupteur S2 il faut attendre environ deux secondes avant de fermer l'interrupteur S1.

Dans la pratique on laisse l'interrupteur S2 fermé durant toute la période d'utilisation probable de l'appareil et on ferme l'interrupteur S1 à l'instant où l'on veut produire le hurlement de sirène. Cette façon de procéder est intéressante quand par exemple la sirène est installée sur un vélo : elle se met à hurler sans délai dès que le contact de S1 est fermé. Il est d'ailleurs intéressant d'utiliser un bouton poussoir dans cette application particulière.

T2 est un transistor de puissance dont la face représentée par un trait gras sur la figure 6 est une surface métallique qui joue le rôle de radiateur. Elle est en contact électrique avec le collecteur du transistor qui peut dissiper une puissance maximale de 8 watts. Il n'est pas nécessaire d'y mettre un radiateur externe. Installez le circuit intégré sur un support et n'oubliez pas de l'orienter dans le bon sens : le repère vers les potentiomètres. Dès que les composants sont soudés sur le circuit, raccordez le haut-parleur et l'interrupteur S1 aux picots de soudure installés sur le côté droit de la platine. Il ne reste plus qu'à brancher l'alimentation avec son interrupteur S2 pour compléter l'installation.

Avant les tests, placez le curseur des résistances réglables P1 et P2 à mi-course et ouvrez l'interrupteur S1. Après avoir fermé l'interrupteur S2, attendez quelques secondes, puis vous fermez l'interrupteur S1. La sirène doit fonctionner immédiatement. La tonalité est réglable au moyen du potentiomètre P2 et la vitesse d'alternance des deux sons à l'aide du potentiomètre P1. Si le premier essai ne se passe pas comme prévu, éteignez l'appareil et revoyez soigneusement la qualité des soudures, les ponts de câblage, l'orientation des composants et leur emplacement. La réalisation est très simple et ne devrait pas vous donner le moindre souci si vous avez tout installé correctement. Un petit conseil : faites une petite enquête discrète pour vous assurer dans quel sens votre environnement est sensible au "chant des sirènes". Elle vous révélera les lieux d'utilisation possibles et vous évitera certaines mésaventures du genre de celles auxquelles s'expose régulièrement le "génial Olivier".

LA CONSTRUCTION

L'implantation d'un circuit intégré, de deux transistors et de quelques composants passifs n'exige que peu de place : une platine d'expérimentation de format 1 y suffit largement. Le schéma d'implantation des composants de la figure 6 indique clairement la façon de disposer les différents composants du montage. Repérez les ponts de câblage et débutez le travail par l'installation de ces petites liaisons indispensables au fonctionnement du circuit.

Notez également la polarisation des condensateurs C1, C2 et C3 afin de les orienter correctement. Le transistor

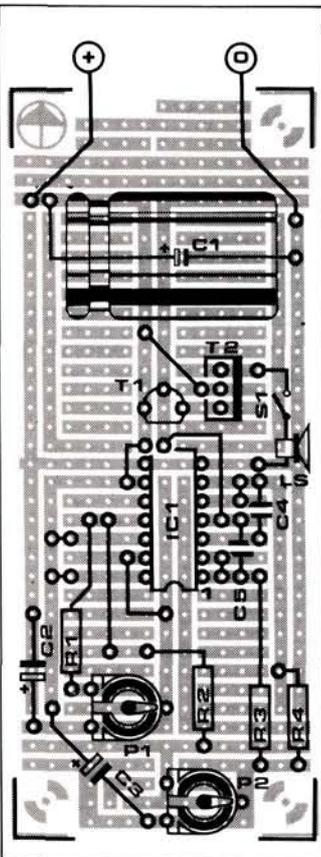
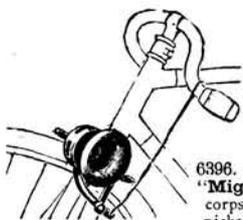
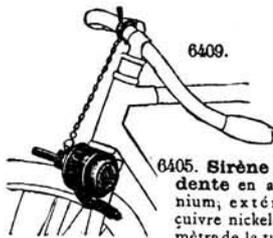


Figure 6 - Schéma d'implantation des composants qu'il est utile de regarder soigneusement afin de n'oublier aucun pont de câblage et d'orienter convenablement les composants. Un câble souple reliera le haut-parleur et l'interrupteur S1 au coffret contenant la platine d'expérimentation et les batteries.

SIRÈNES



6396. Sirène "Mignonne" corps en cuivre nickelé, galerie ajourée, grille cache-poussière, turbine de 80 m/m montée sur double roulement à billes réglable. Quoique d'un volume réduit, cette sirène s'entend de très loin grâce à son pavillon..... 5.50



6405. Sirène Stridente en aluminium, extérieur cuivre nickelé, diamètre de la turbine 55 m/m, grille cache-poussière. Attache par chaînette (sans collier, ni manette). Cette sirène montée sur roulements rectifiés à billes est d'une marche parfaite. Au moindre contact de son galet avec la roue, elle donne un son aigu qui va s'accroissant suivant la vitesse. Modèle de fabrication supérieure. 8.25

COMPOSANTS ELECTRONIQUES

FRANCE
RADIO ELECTRONIQUE

5 Rue de Chantal — BP 914

26009 VALENCE Cédex

Tél 75 55 09 97 - FAX 75 55 98 45
MINITEL 3615 : SOUR1

CHARGE ET DÉCHARGE : LE CIRCUIT RC

Rien. Théoriquement, il ne se passe rien dans le circuit de la **figure 1**. Un condensateur déchargé a par définition une tension nulle, il se comporte comme un court-circuit.

Si on court-circuite une pile, sa tension tombe également à 0 V, et il ne peut plus être question de source de tension. Et pourtant le circuit

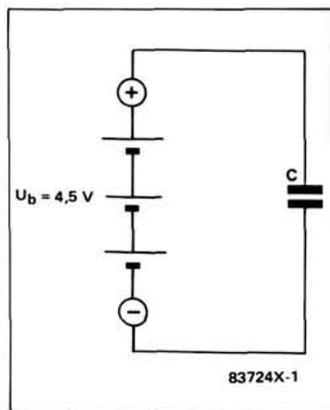


Figure 1. Le condensateur déchargé se comporte au début comme un court-circuit.

fonctionne, car le court-circuit provoqué par le condensateur est heureusement de courte durée.

La pile charge le condensateur en une fraction de seconde. La tension du condensateur se trouve donc égale à celle de la pile. Dans les expériences qui suivent, nous allongerons la durée du processus de charge pour pouvoir l'observer précisément. Voici la liste du matériel nécessaire :

- 1 pile de 4,5 V
- 1 résistance de 330 Ω 1/8 W
- 1 condensateur électrolytique 1000 μF 10 V (minimum)
- 2 diodes électroluminescentes (LED) rouges
- Un multimètre sur le calibre 5 V ou 6 V continu

L'ensemble, multimètre exclus bien sûr, ne coûte que quelques francs. Le montage ne sera pas soudé. Il suffit d'entortiller les fils selon la **figure 2**.

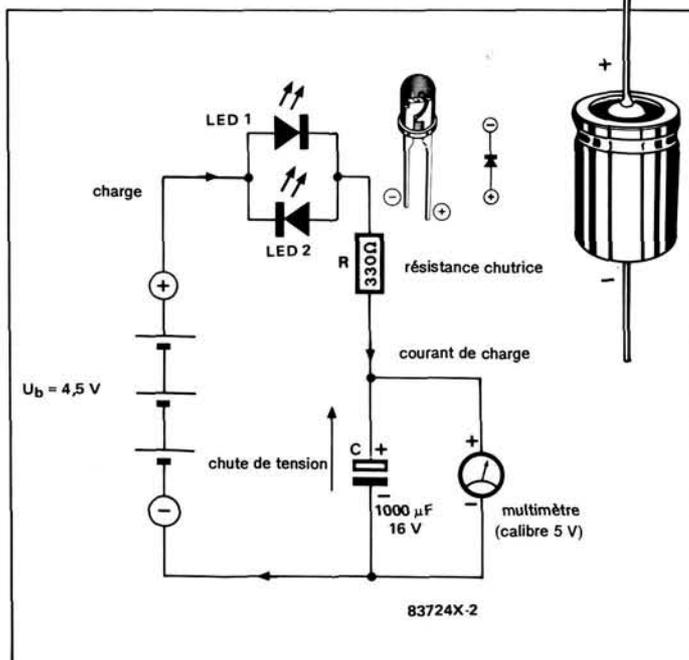


Figure 2. Le condensateur C se charge. La résistance R limite le courant de charge, élevé au début, puis s'amenuisant.

LES DEUX LED SONT LA POUR TÉMOIGNER DE LA CIRCULATION DES COURANTS DE CHARGE ET DE DÉCHARGE

Il faut veiller à respecter la polarité en branchant le condensateur (il s'agit d'un type de condensateur à très forte capacité, mais polarisé). Elle est marquée sur le boîtier. Les deux LED doivent témoigner de la circulation des courants de charge et de décharge. Elles s'éclairent dès qu'un courant circule dans le sens direct (celui de la flèche du symbole), et d'autant plus que le courant est plus intense. Les diodes sont montées tête-bêche, c'est-à-dire en parallèle mais avec leurs polarités inversées. Elles peuvent ainsi attester le passage de courant dans les deux sens : s'il circule de gauche à droite (positif à gauche, négatif à droite; c'est le sens conventionnel du courant) c'est la LED supérieure qui s'allume; de droite à gauche, la LED inférieure.

Sans pile, la tension du condensateur, indiquée par le multimètre, est nulle; donc le condensateur est déchargé. Au moment où on branche la pile, la tension sur le condensateur commence à augmenter, non pas brutalement mais progressivement (d'abord vite puis moins vite) jusqu'à environ 3 V. Elle devrait théoriquement atteindre la tension de la pile, soit 4,5 V, mais les LED interrompent la charge avant ce moment.

Les diodes électroluminescentes montrent que le comportement du courant est exactement l'inverse de celui de la tension

La décharge est provoquée en raccordant le montage de LED tête-bêche au pôle négatif du condensateur (**figure 3**). La tension diminue à nouveau, mais seulement jusque vers 1 V au lieu de 0 V du fait des diodes.

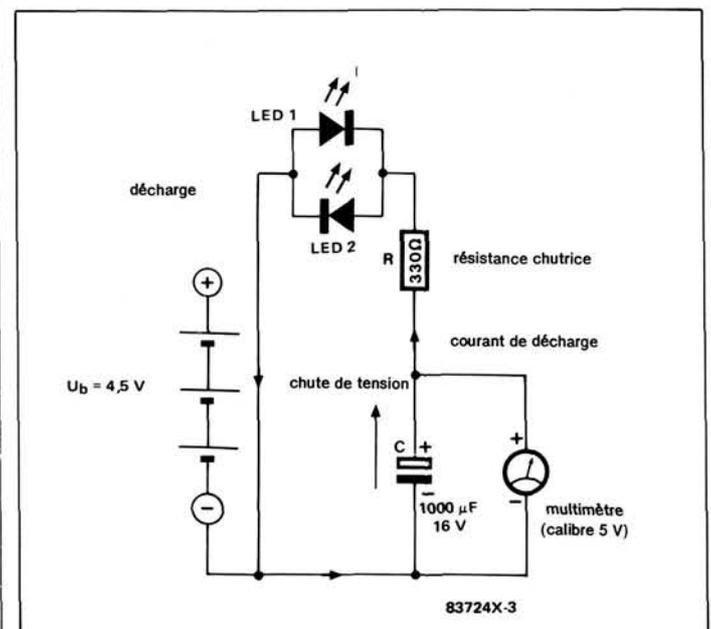


Figure 3. On court-circuite le montage pour provoquer la décharge du condensateur. Le courant (de décharge) circule maintenant dans le sens opposé.

LES LED METTENT EN ÉVIDENCE NON SEULEMENT LA PRÉSENCE ET L'ABSENCE DE TENSION, MAIS AUSSI L'INTENSITÉ DU COURANT DE CHARGE OU DE DÉCHARGE DU CONDENSATEUR

On peut répéter à volonté la charge et la décharge et constater qu'à chaque fois la tension croît puis décroît. Les diodes électrolumines-

centes montrent que le comportement du courant est exactement l'inverse de celui de la tension. A l'instant initial de la charge la LED correspondante (celle du haut sur le schéma) s'éclaire fortement. Puis sa luminosité diminue à mesure que la tension augmente. Il en va de même pour la décharge, à ceci près que c'est l'autre LED qui s'éclaire. Cela n'a rien d'étonnant, puisque le courant de décharge est de sens opposé à celui de charge. Lors de la décharge aussi le courant, d'abord violent, va mollissant.

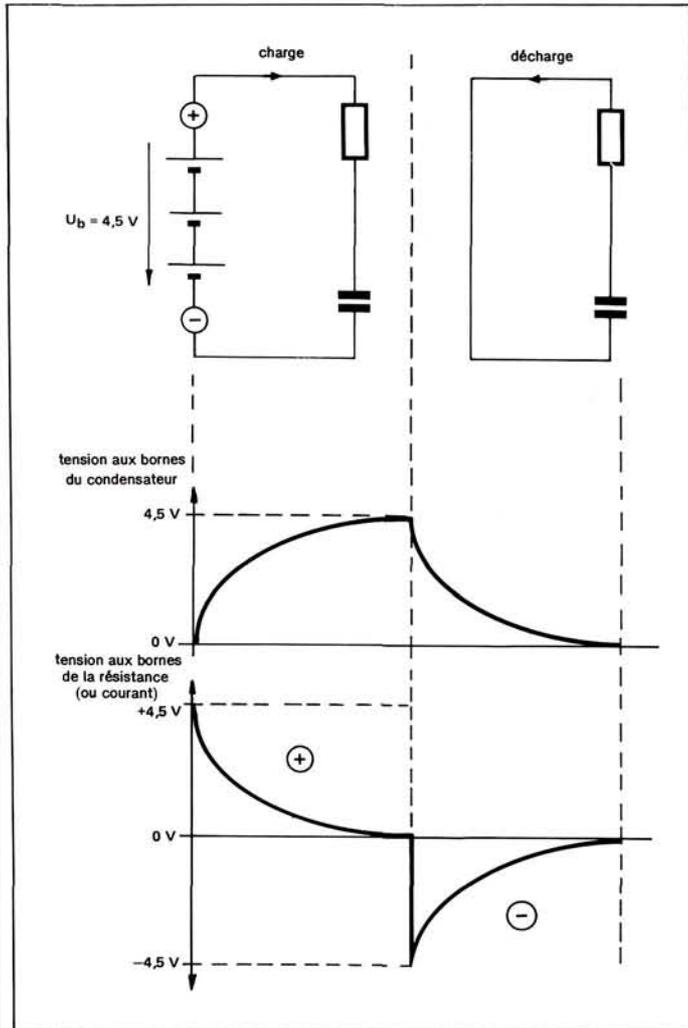


Figure 4. La somme des tensions sur le condensateur et la résistance est égale à 4,5 V pendant la charge. Pendant la décharge, elle est de 0 V, tension du court-circuit. Le courant évolue comme la tension aux bornes de la résistance.

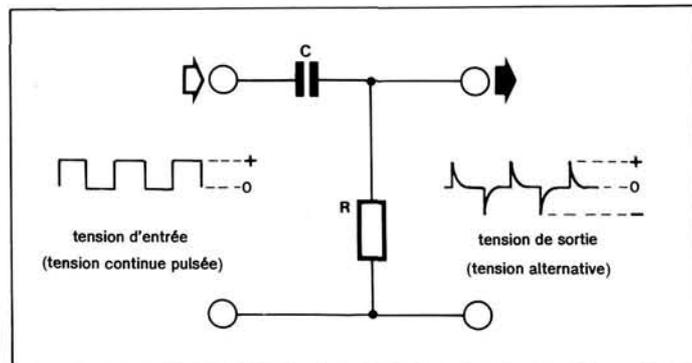


Figure 5. Le condensateur extrait une tension alternative de la tension continue pulsée.



ACTE I : LA CHARGE DU CONDENSATEUR

C'est la combinaison résistance-condensateur qui provoque les comportements opposés du courant et de la tension. La tension de 4,5 V de la pile se partage pendant la charge entre la résistance et le condensateur. Comme la tension initiale du condensateur est nulle, la résistance voit une chute de tension de 4,5 V. Selon la loi d'Ohm le courant qui traverse une résistance dépend de la tension à ses bornes; c'est donc un courant relativement important qui circule ici.

L'augmentation de la tension de charge du condensateur provoque une diminution de la tension aux bornes de la résistance et donc du courant de charge

L'augmentation de la tension de charge du condensateur provoque une diminution de la tension aux bornes de la résistance et donc du courant de charge; à la fin la tension du condensateur est égale à celle de la pile (ce qui n'est pas tout à fait vrai dans cette expérience, du fait des diodes) et la résistance ne voit plus de chute de tension; le courant s'annule.

ACTE II : LA DÉCHARGE DU CONDENSATEUR

Pour l'acte suivant -la décharge- on inverse les rôles. Le condensateur provoque un courant à travers la résistance, puisque la pile de l'acte 1 a été remplacée par un court-circuit au 0 V. La tension du condensateur est égale à

celle de la résistance (abstraction faite, toujours, des LED). Du fait de la décroissance de la tension du condensateur, elle-même consécutive à la décharge, le courant dans la résistance décroît. Comme le courant a changé de sens, la tension sur la résistance a changé de polarité.

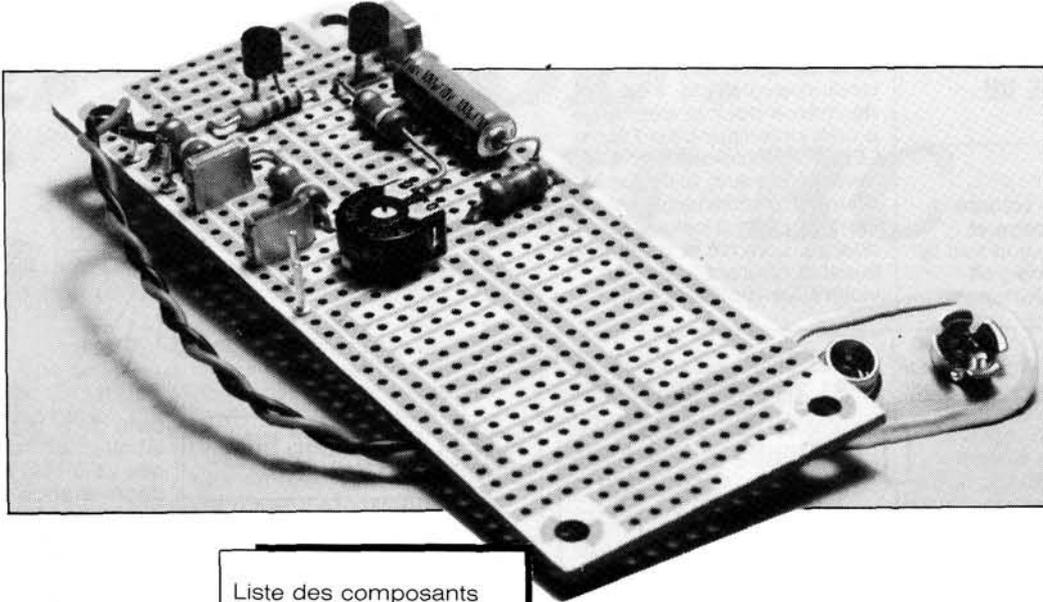
Récapitulons :

- lors de la connexion de la pile au circuit résistance-condensateur (nous abrègerons par "circuit RC"), la tension du condensateur croît progressivement. La tension aux bornes de la résistance, et par suite le courant, sont d'abord importants puis diminuent progressivement.
- si ensuite le circuit RC est court-circuité (tension nulle) la tension du condensateur va diminuant. La tension et le courant de la résistance s'inversent. Ils sont d'abord importants puis diminuent.

L'UNE EST ALTERNATIVE, L'AUTRE PAS

Le comportement des deux tensions est représenté sur la figure 4. Le multimètre peut aussi bien servir à mesurer la tension de la résistance au lieu de celle du condensateur (ne pas oublier d'inverser la polarité). Les diagrammes mettent en évidence un point très intéressant : alors que la tension aux bornes du condensateur est une tension continue -elle n'est certes pas constante, mais sa polarité ne s'inverse jamais- la résistance voit à ses bornes une tension dont la polarité s'inverse, une tension alternative. Les techniciens utilisent cet effet pour extraire une tension alternative d'une tension continue qu'on appelle pulsée (figure 5). La commutation entre la pile et le court-circuit produit ce genre de tension continue pulsée.

OSCILLATEUR RC



Le circuit oscillateur - un oscillateur est un générateur de tension alternative - dont il est question ici fonctionne par décalage, que l'on appelle déphasage en électronique analogique. Du fatras de condensateurs, résistances, transistor que semble être le circuit au premier abord émerge vite l'assemblage de deux parties : un étage amplificateur à un transistor et un quadruple circuit RC.

L'ÉTAGE A TRANSISTOR

Le diviseur de tension R4/R5 fournit la tension de base. Le rapport de division étant d'environ 10 à 1, cette tension se situe, selon la tension d'alimentation, entre 0,9 et 1,5 V (volt); ce qui suffit pour produire un courant dans la jonction base-émetteur du transistor. Le courant de collecteur de T1, donc le courant de base amplifié, provoque une chute de tension sur R6. La tension de sortie (entre le collecteur et la masse) de l'étage est égale à la différence entre la tension d'alimentation et la tension de collecteur.

Une variation de la tension de base se traduit par une variation du courant de base (et donc du courant de collecteur). La chute de tension dans R5 s'en trouve modifiée également. Cependant la tension de sortie se trouve inversée : elle diminue quand le courant de base augmente. L'amplification est obtenue au prix de cette inversion. La variation de la tension de collecteur est beaucoup plus importante que la variation de la tension de base qui la provoque. Dans le circuit présent, les variations de la tension de base sont provoquées par

Liste des composants
Oscillateur RC de qualité
R1...R3 = 39 kΩ
R4 = 1Ω
R5 = 2,7 kΩ
P1 = 2,5kΩ variable
C1...C3 = 100 μF 10 V
T1, T2 = BC 547B
1 platine Elex format 1

Liste des composants
Circuit simple
R1, R2, R6 = 10 kΩ
R3 = 47 kΩ
R5, R7 = 100kΩ
R4 = 1 MΩ
P1 = 100 kΩ pot. stéréo linéaire
C1...C4 = 10 nF
T1 = BC 547B
1 platine Elex format 1

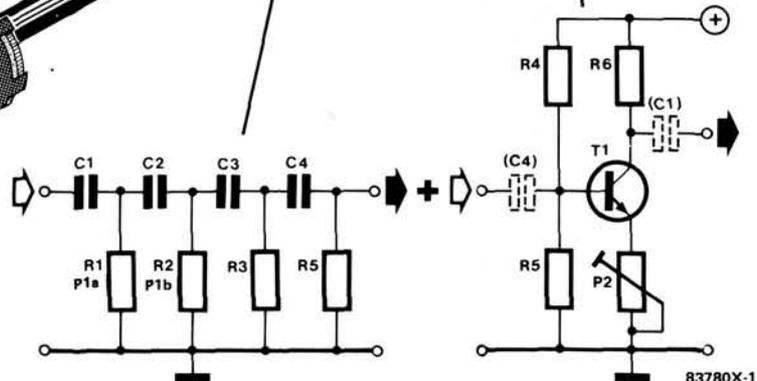
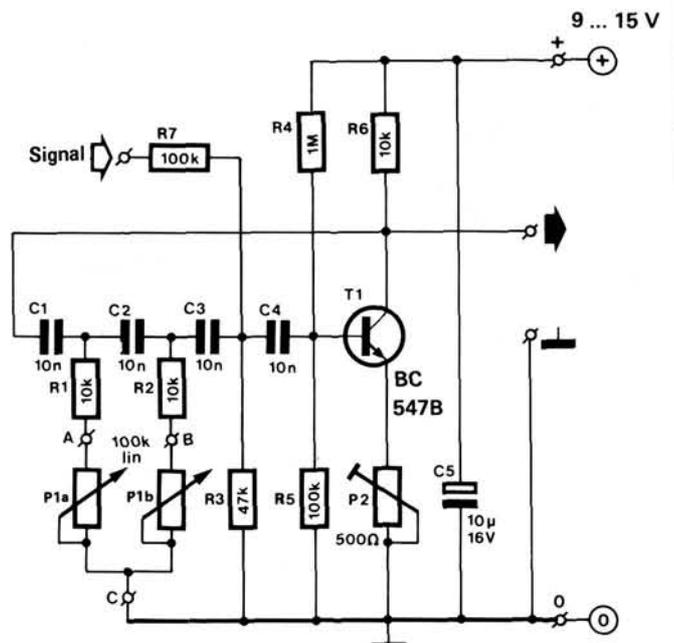
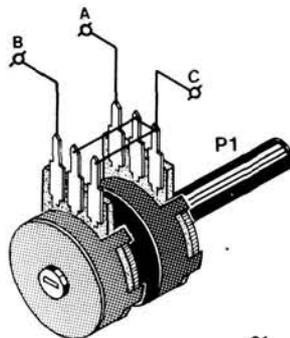


Figure 1. Le circuit de l'oscillateur RC comprend deux parties : un étage amplificateur à transistor et un déphaseur à quatre réseaux RC.

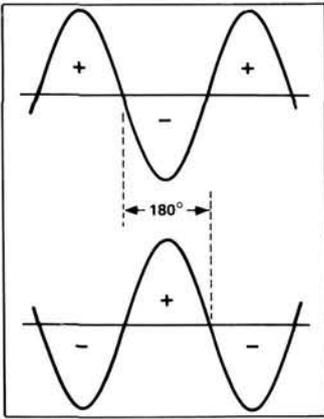


Figure 2. Un déphasage de 180°, soit une demi-longueur d'onde, inverse la polarité.

une faible tension alternative couplée à la base par un condensateur (C4).

Cette tension alternative est amplifiée en même temps que la tension continue de la base. Il y a donc sur le collecteur aussi une tension alternative superposée à une tension continue, toutes deux amplifiées par T1.

Un condensateur (C1) permet de prélever la composante alternative amplifiée. Les condensateurs d'entrée et de sortie permettent à l'étage à transistor de fonctionner en amplificateur de tension alternative. La polarité de la tension de sortie est toujours inversée, comme l'est la tension de collecteur.

Le courant de base dépend à la fois de la tension de base et du potentiomètre P2. Il augmente quand on diminue la valeur du potentiomètre, et le gain (l'amplification) de l'étage augmente en conséquence.

LE DÉPHASEUR

La deuxième partie du circuit est constituée de quatre réseaux RC montés en cascade. Chaque réseau, dont deux sont réglables, décale la phase de la tension alternative qu'il reçoit (Voir : l'article intitulé "la tension retardée" dans ce numéro). Le déphasage de chaque réseau s'ajoute à celui du précédent pour donner un déphasage global dépendant de la fréquence.

L'ENSEMBLE DU CIRCUIT

Les deux sous-ensembles du circuit forment un anneau. Une tension alternative présente à la sortie de l'étage amplificateur est déphasée par les quatre réseaux RC. Le condensateur C1 joue en même temps le rôle de condensateur de liaison. La tension déphasée se retrouve à

l'entrée de l'amplificateur pour être amplifiée à nouveau. La résistance R5 fait partie des deux sous-ensembles à la fois. Bien que le transistor amplifie sa propre tension de sortie, il ne se passe rien du fait du déphasage; presque rien, puisque pour une fréquence déterminée le déphasage s'établit à 180° et le circuit se "balance" : il oscille. Cet effet ne se produit qu'à une seule fréquence.

Le circuit fonctionne comme une balançoire : une poussée ne suffit pas, il faut la relancer en permanence et au bon moment, ni trop tôt ni trop tard.

sante pour compenser les atténuations dues aux quatre réseaux RC. Mais le circuit peut fonctionner aussi avec un gain inférieure (en augmentant la valeur de P2 jusqu'à l'arrêt de l'oscillation) : ce sera un filtre. L'amplification d'un signal à la fréquence de résonance (déterminée par P1) sera particulièrement importante. Un signal de musique ou de parole appliqué à l'entrée "signal" sera amplifié sélectivement en fonction du filtrage. Quand le curseur de P1 balaye sa piste de bout en bout, on obtient l'effet wah-wah des guitares électriques. Si le signal d'un micro ou d'un instrument de

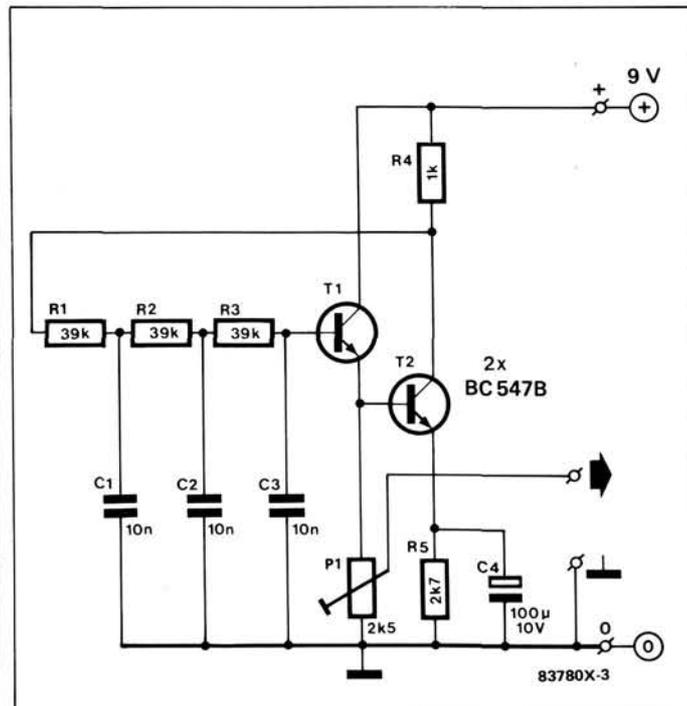


Figure 3. Ce circuit sans complication excessive produit des sinusoïdes très propres.

Dans le circuit oscillant, les deux sous-ensembles définissent ce bon moment. Les réseaux RC décalent la tension alternative (à la fréquence d'oscillation) de 180° précisément, soit un demi-longueur d'onde (figure 2). C'est-à-dire que les alternances positives deviennent négatives et inversement. Le transistor inverse à nouveau, si bien que la tension de sortie se trouve toujours en phase. Le réglage simultané des potentiomètres P1a et P1b change la fréquence de fonctionnement de l'oscillateur, en changeant la fréquence pour laquelle le déphasage est de 180°. La plage de réglage de la fréquence se situe dans le spectre audible. On peut écouter les oscillations en raccordant le circuit à un amplificateur (l'amplificateur de poche du numéro de novembre 1988, radio, amplificateur stéréo). Le potentiomètre P2 permet d'obtenir l'amplification suffi-

musique ne suffit pas pour attaquer le filtre, il convient de le pré-amplifier. En reliant brièvement l'entrée à la tension d'alimentation, on peut reproduire le bruit d'une goutte d'eau. Les expériences que permet ce circuit n'ont pas d'autre limite que celles de votre imagination.

OSCILLATEUR RC DE QUALITÉ

Le circuit de la figure 3 fonctionne comme l'oscillateur décrit ci-dessus. Ici l'amplificateur comprend deux étages et les trois circuits RC sont couplés à la masse par les condensateurs. Ce circuit rend superflu le réglage du potentiomètre, il oscille toujours. Le potentiomètre P1 permet de faire varier la tension de sortie (le volume). Ce montage délivre une tension sinusoïdale particulièrement pure à une fréquence d'environ 1 kHz.

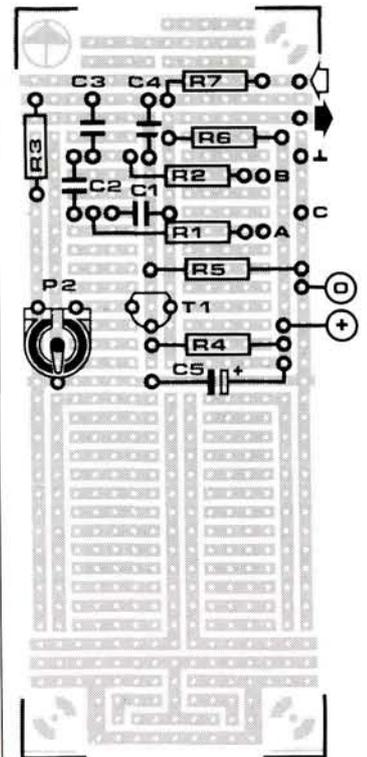


Figure 4. On peut disposer ainsi sur une platine standard les composants de la version simple.

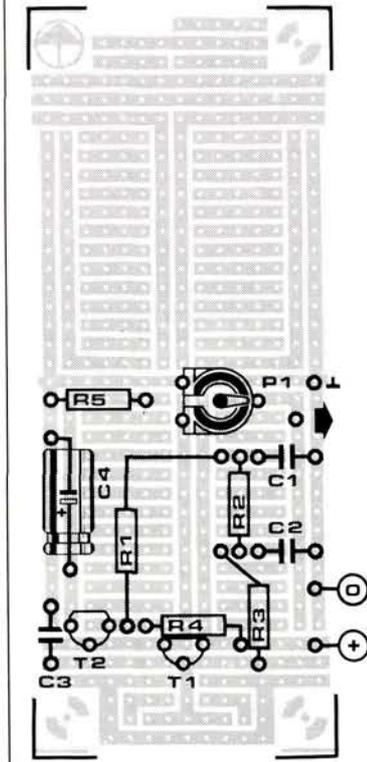
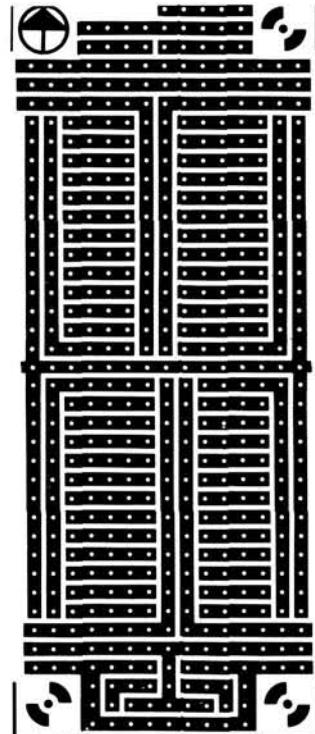
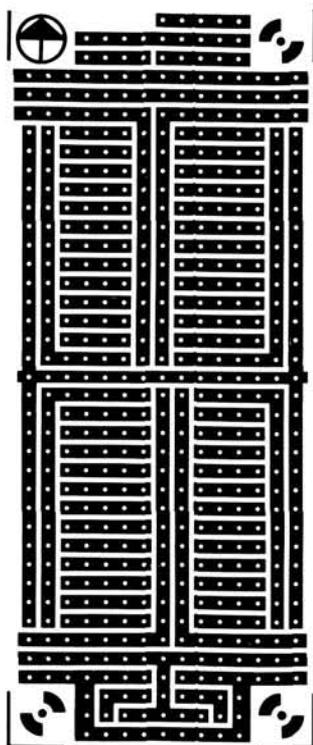


Figure 5. Une possibilité de montage du circuit amélioré sur la platine standard.

FAIRE SES CIRCUITS IMPRIMÉS SOI-MÊME



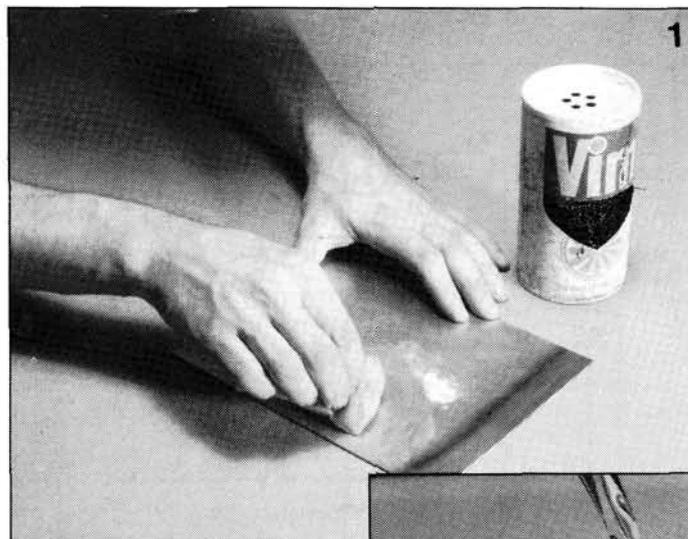
Que ce soit pour des raisons d'économie ou pour la mise en oeuvre d'une de vos propres créations, les raisons ne manquent pas de réaliser vous-mêmes vos circuits imprimés. Le procédé général est assez simple à comprendre. Quelques essais effectués avec soin permettent d'obtenir rapidement des résultats satisfaisants.

La matière première est une feuille d'isolant (verre époxy ou carton bakérisé) recouverte d'une feuille de cuivre. Ce cuivre sera dissous par un bain de gravure, sauf aux endroits où une piste conductrice est prévue. Ces pistes seront préservées de la gravure par une couche protectrice (la réserve).

C'est après élimination de cette couche protectrice que seront percés les trous destinés à recevoir les composants. Les différents procédés de fabrication se distinguent principalement par le mode de report de la couche protectrice. Il s'agit là le plus souvent de méthodes *soustractives*, les plus usitées et surtout les plus accessibles à l'amateur. Il existe des méthodes *additives*, qui utilisent la galvanoplastie pour ajouter du cuivre là où il est nécessaire sur un support isolant initialement nu.

Nous n'aborderons pas ici les procédés photographiques, mais nous nous en tiendrons à la méthode la plus simple -primitive selon certains-, convenant parfaitement pour une première expérience.

Bien que le verre époxy soit devenu d'un emploi universel, le carton bakérisé (XXXP ou autre), un peu moins solide mais beaucoup



composants. Remarquons que votre tracé représente la platine vue du côté cuivre et les composants vus du dessous : attention ! La décomposition d'un circuit et son agencement de manière à éviter autant que possible les ponts de

Figure 1. La première opération, nécessaire à un bon résultat, est un nettoyage soigneux du support...

Figure 2. ... suivi d'un rinçage abondant.

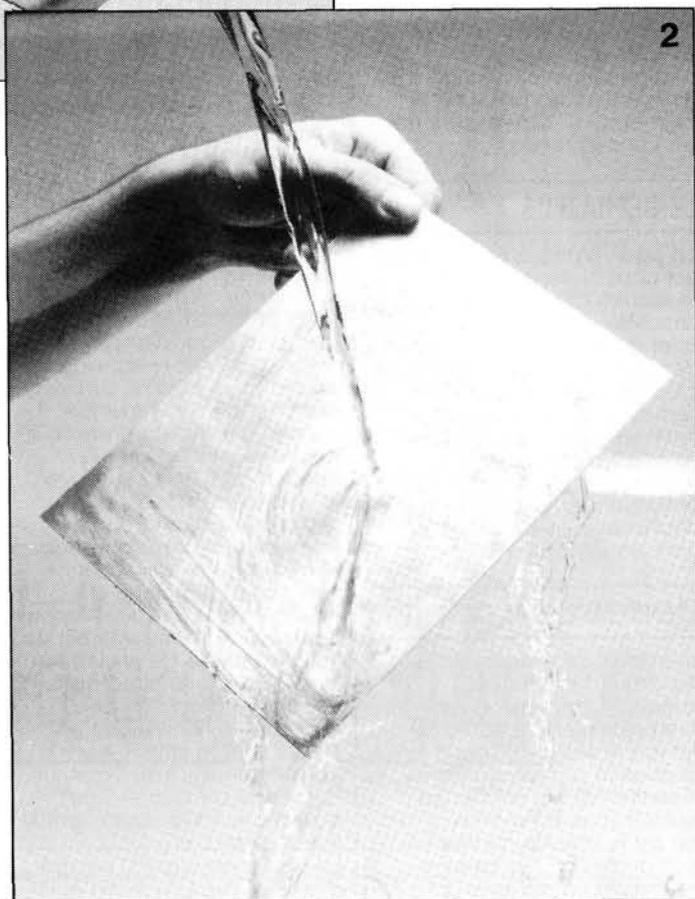
moins cher, est parfaitement utilisable. Avant toute chose, il convient de nettoyer parfaitement la surface du cuivre.

Le support

Vous avez le choix entre différents moyens : un tampon de laine d'acier sans savon, un papier abrasif genre "carrosserie" (grain 400), voire une gomme abrasive spéciale. Dans tous les cas, un rinçage à l'eau s'impose.

Le tracé des pistes

Mettez à profit le temps de séchage de votre platine pour établir le tracé des pistes. Le vrai problème est d'éviter le croisement de pistes, au besoin en prévoyant des ponts de câblage. Evidemment, il faut respecter le brochage des



câblage est une affaire un peu difficile au début, mais avec l'expérience, on en vient vite à bout.

Le report du tracé sur le cuivre peut se faire au papier carbone. Dans le cas de circuits simples, il suffira de marquer les points de perçage avec un outil pointu (pointeau, aiguille, clou) et d'utiliser ces repères pour reporter directement sur le cuivre...

...la réserve

La protection la plus efficace et la plus simple contre l'agent de gravure est le vernis à ongles. S'il convient pour des besoins épisodiques et en petite quantité, il risque d'être onéreux pour des utilisations plus

efficacement les pistes contre l'agent de gravure. L'utilisation de rubans et symboles adhésifs est un peu plus compliquée que le report à l'encre ou au vernis, mais elle permet de réaliser des tracés plus fins.

La gravure

Malheureusement les agents de gravure, en plus du cuivre, attaquent la peau, le bois, le tissu, le fer, l'aluminium, etc. Il faut donc manipuler ces substances avec la plus grande prudence. Les produits chimiques ne doivent pas être conservés dans des bouteilles à usage alimentaire, mais dans des bouteilles ou bidons en plastique étanches et parfaitement identifiés. En cas de

les pharmaciens coûte plus cher, du fait d'une pureté supérieure dont nous n'avons pas besoin pour cet usage). On obtient environ 1,5 litre de solution avec 900 g de paillettes et 1 litre d'eau.

Comme le perchlore de fer est particulièrement hydrophile et se combine facilement avec l'humidité de l'air, il faut le conserver dans un récipient étanche (les boîtes en plastique destinées à la congélation d'aliments conviennent fort bien). On peut aussi procéder à la gravure dans ces mêmes récipients à condition d'y avoir ajouté l'eau nécessaire. Il faut toujours veiller à bien fermer la boîte et à éviter de la renverser.

La gravure à température normale peut durer de trente à soixante minutes. On peut ramener cette durée à quinze voire dix minutes en portant à quelque 40°C la température du bain et en assurant une agitation constante. Il faut veiller à ce que des bulles de gaz ne viennent pas empêcher le contact entre le bain et les zones à graver. On peut chasser ces bulles avec un morceau de plastique. Le perchlore de fer en solution se conserve indéfiniment.

Le persulfate d'ammonium (que les chimistes appellent familièrement $(NH_4)_2 S_2 O_8$) se présente sous la forme de cristaux blancs. Il en faut 500 g par litre d'eau. Une température de 40° et une agitation constante sont indispensables, moyennant quoi la gravure dure une dizaine de minutes. La conservation de la solution est limitée dans le temps.

Il existe quantité d'autres produits permettant la gravure, dont certains agissent beaucoup plus vite, mais sont notablement plus dangereux (c'est le cas du mélange d'acide chlorhydrique et d'eau oxygénée). Nous ne conseillons donc pas ce genre de cuisine aux débutants.

Comme récipients, les cuvettes en plastique pour travaux photographiques conviennent très bien. Vous pouvez utiliser aussi une emballage en plastique solide, un capot de platine tourne-disque ou un plat en Pyrex. Les matériaux à proscrire sont les métaux et la céramique.

Le chauffage du bain de gravure se fait au bain-marie, c'est-à-dire en mettant la cuvette de gravure dans une plus grande contenant de l'eau chaude. Il faut surveiller constamment la platine pendant la gravure, pour remédier à d'éventuelles faiblesses localisées de la réserve.

La gravure terminée, il faut rincer soigneusement la platine à l'eau courante. Le vernis de réserve est éliminé avec du papier abrasif, de

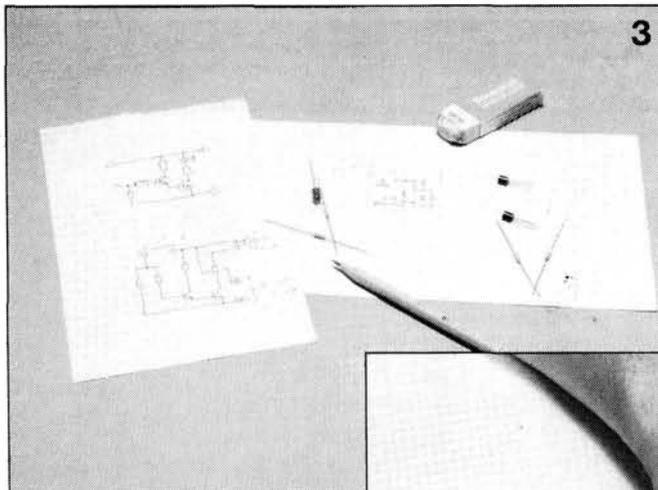
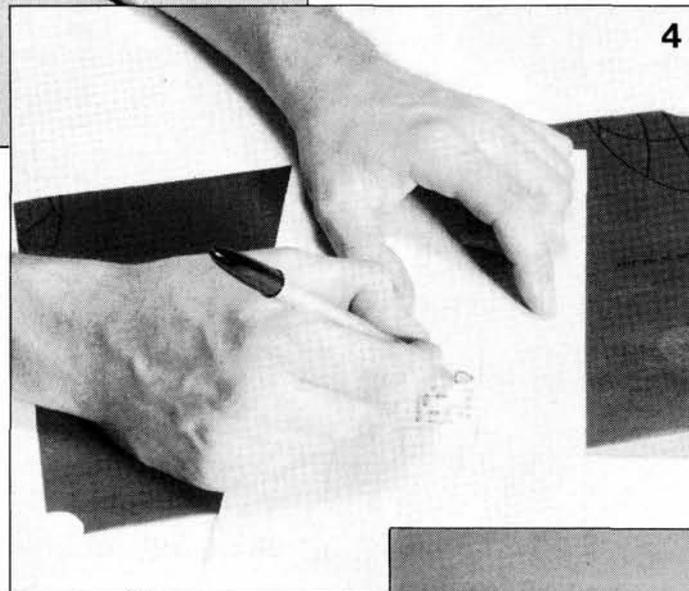


Figure 3. Le tracé des pistes est plus facile sur un papier millimétré.

Figure 4. Un papier carbone permet le report du tracé sur le cuivre.



fréquentes. En dehors des vernis spéciaux pour le circuit imprimé, il existe des vernis cellulosiques, des feutres et des encres résistant à l'eau et aux agents de gravure. Le vernis sera déposé soigneusement et régulièrement avec un pinceau fin. L'épaisseur de la réserve devra être surveillée spécialement sur les bords, pour éviter que l'agent de gravure pénètre par la suite.

Ces réserves liquides peuvent être remplacées par du film adhésif ou des symboles à transférer. Du ruban adhésif étroit permet de reporter un tracé en un rien de temps. Il convient là aussi de veiller à une adhérence parfaite des films ou des symboles pour protéger

projection accidentelle de ces produits sur la peau ou les vêtements, il faut laver immédiatement et abondamment avec de l'eau et du savon. Deux produits sont utilisables pour la gravure dans un laboratoire d'amateur : ce sont le perchlore de fer et le persulfate d'ammonium. Le perchlore de fer se présente sous la forme de paillettes jaunes. On le trouve couramment chez les revendeurs de composants électroniques (celui qu'on trouve en droguerie ou chez

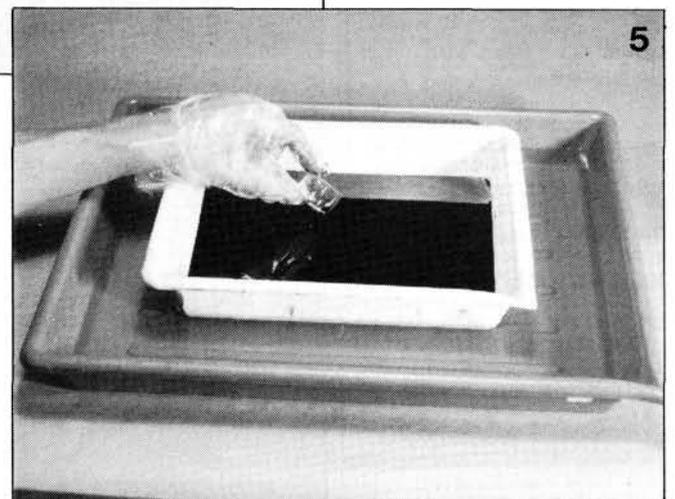
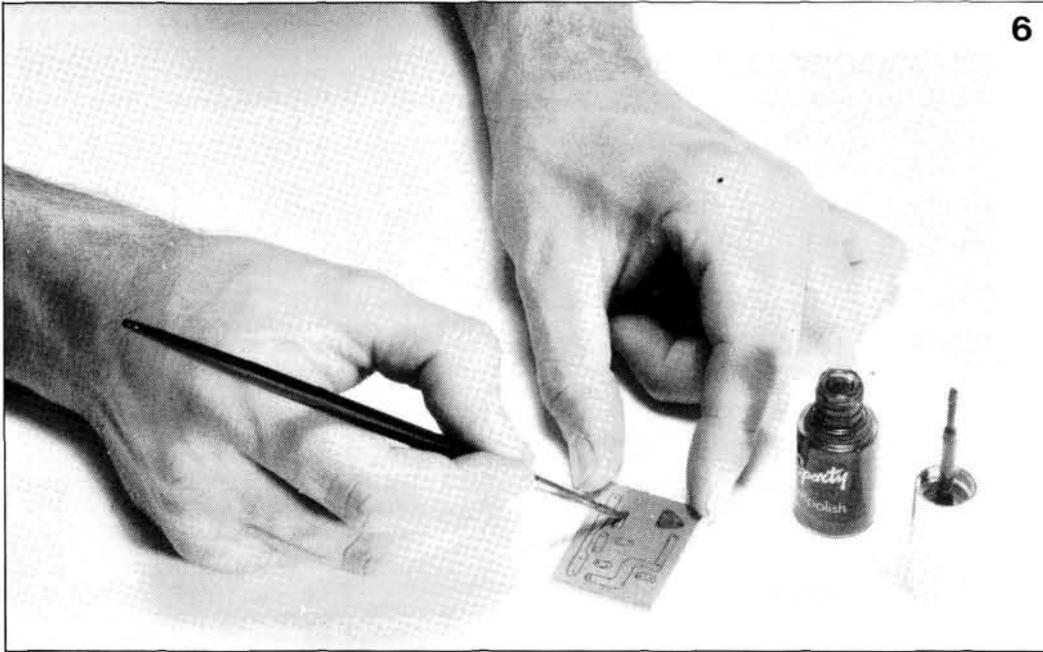


Figure 5. Le tracé de ce qui deviendra les pistes est réservé soigneusement. Dans notre cas, la platine a déjà été découpée à ses dimensions définitives.



6

Si vous connaissez des dictons similaires à "Apprenti n'est pas maître", ou "Paris ne s'est pas fait en un jour", soyez aimables de nous les communiquer, pour nous aider à varier la fin de nos articles. Merci d'avance et bon travail.

Figure 6. La platine munie de sa réserve est gravée au perchlore de fer dans une cuvette photo chauffée au bain-marie.

Figure 7. La platine gravée est rincée abondamment à l'eau. Notez que les mains sont protégées de l'agent de gravure par des gants de ménage.

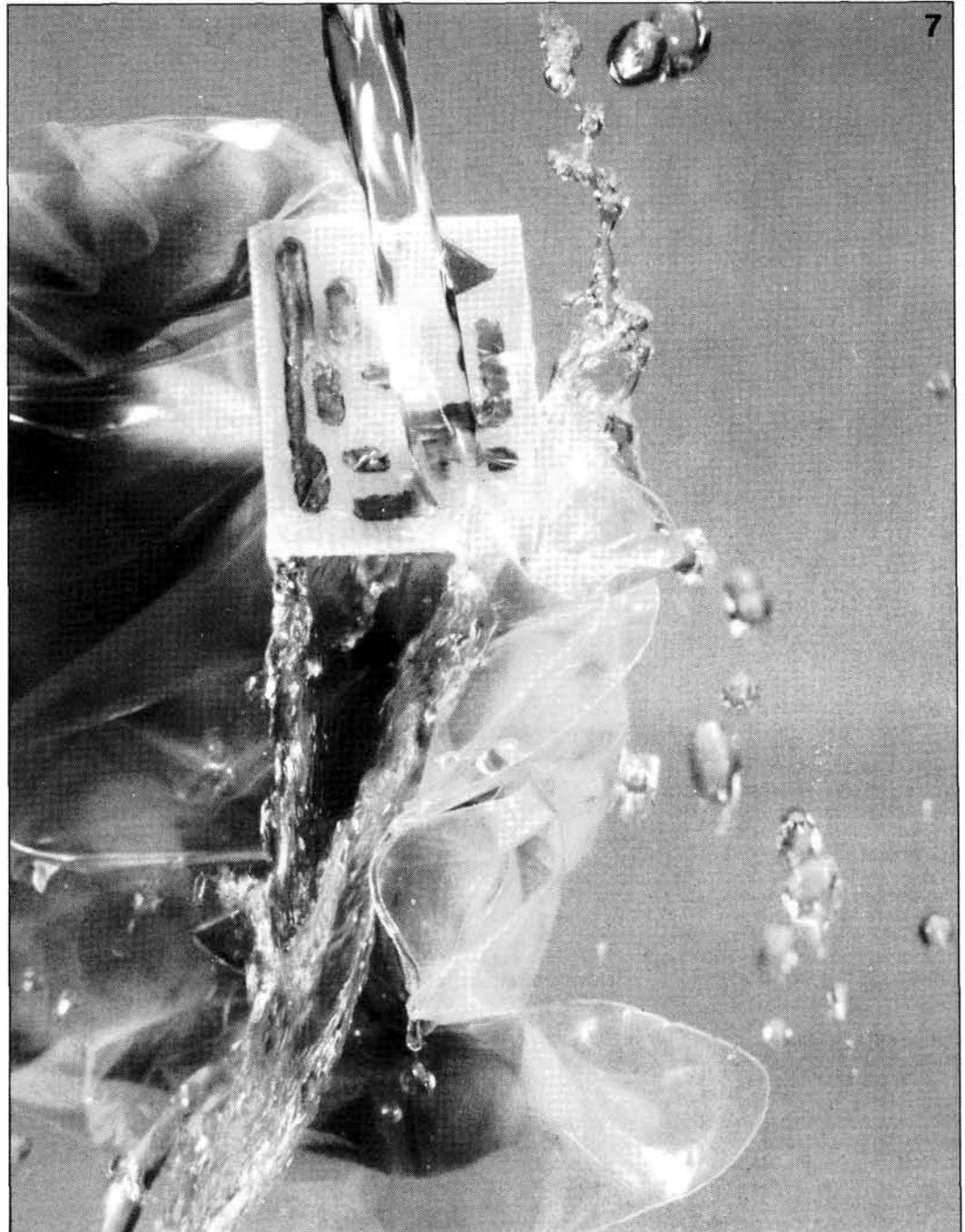
l'acétone ou du dissolvant pour vernis à ongles. Le vernis cellulosique s'élimine au diluant quand il n'est pas encore trop sec.

La finition

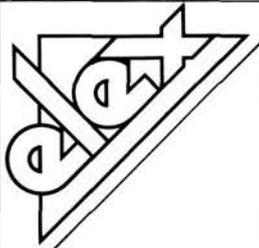
Pour finir viennent les perçages. Une perceuse miniature spéciale n'est pas indispensable; une perceuse ordinaire convient pour les débuts, pourvu qu'elle ait un bon mandrin. Les diamètres courants sont 1 mm et 1,5 mm pour les broches de potentiomètres ou de relais. La vrille qu'on utilise habituellement avec les scies à déchiqueter peut encore rendre service ici.

Les procédés photographiques

Le report au pinceau peut devenir fastidieux pour des circuits importants en taille et au tracé complexe. Si l'on dispose d'un tracé tout fait, il existe plusieurs procédés photographiques de report des réserves de gravure. Cela sort un peu des limites de cet article, mais vous en saurez plus sur le matériel nécessaire et les produits disponibles chez les revendeurs de composants ou les annonceurs de notre revue. Le tracé de nos platines standard est lui aussi parfaitement copiable par les procédés photographiques. Il ne faut pas vous attendre à des résultats parfaits à votre première tentative. Ne vous laissez pas décourager : le savoir faire viendra avec l'expérience.



7



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"

2^{ème} année n°7 janvier 1989

ABONNEMENTS : voir encart avant-dernière page

PUBLICITÉ : Brigitte Henneron et Nathalie Defrance
ADMINISTRATION : Jeanine Debuyser 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^{td} 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 : janvier 1989
 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 1989



CHELLES ELECTRONIQUE

19 av. du Maréchal Foch
à 5 mn de la Gare
77500 Chelles. Tél. 64.26.38.07
Ouvert du mardi au samedi 9 h 30 à 12 h 15 - 14 h 30 à 19 h

Nous acceptons les bons de l'Administration, conditions spéciales aux écoles, centres de formation, clubs d'électronique, etc.
 PAR CORRESPONDANCE: REGLEMENT A LA COMMANDE PAR CHEQUE OU MANDAT-LETTRE. AJOUTER LE FORFAIT DE PORT ET D'EMBALLAGE: 40 F. CONTRE-REMBOURSEMENT: 55 F. PAS DE CATALOGUE.

Beckman Industrial™



DM 10 : 17 gammes protégées par fusibles. Impédance d'entrée 1 MΩ. Précision 0,8 % VCC. **Prix ttc : 349 F**
DM 15B : 27 gammes Bip sonore. Protection 2A DC/AC. Impédance 10 MΩ. 1 000 VDC/750 VAC. **Prix ttc : 447 F**
DM 20L : identique au DM 15B avec 30 gammes. Mesure du gain des transistors. Test logique. Lecture directe 200 MΩ et 2 000 MΩ. **Prix ttc : 497 F**
DM 23 : 23 gammes. Calibre 10A AC/DC. Bip sonore. Mesure du gain des transistors. **Prix ttc : 587 F**
DM 25L : identique au DM23 avec 29 gammes. Mesure de capacités en 5 gammes. Test logique. Lecture directe à calibre 2 000 MΩ. **Prix ttc : 689 F**

KIT VELLEMAN

K 2604 Sirène Kojak	82 F
K 2655 Chien de garde	316 F
K 2651 Voltmètre LCD 2 tableaux	235 F
K 2032 Voltmètre Digital	204 F
K 1798 Vu Mètre Stéréo 2 x 16 Led	237 F
K 2637 Ampli 2,5 Watts	78 F
K 2598 Booster 30 Watts	180 F
K 2576 Ampli 40 Watts	167 F
K 1804 Ampli 60 Watts	262 F
K 2572 Préampli Stéréo	83 F
K 2601 Stroboscope	120 F
K 2649 Thermostat LCD	379 F

Plein les pochettes !

La pochette : 30 F (+ 5 F de port) - Par 5 pochettes et plus : 30 F (franco) - Par 10 et plus : 25 F (franco) - Commande et chèque adressés au magasin de votre choix.

- Pochettes **DIODES GERMANIUM** OA, AA, etc. (50 pièces)
- Poch. **DIODES DE COMMUTATION** 1N4148 et BAX13 (100 pièces)
- Poch. **DIODES 1N4001 à 1N4007** 1 A (50 pièces)
- Poch. **DIODES 3 et 6 A**, 100 V, BY 251, BY 255, BY 214 (15 pièces)
- Poch. **DIODES DIVERSES**, 1N..., BY..., OA..., etc. (50 pièces)
- Poch. **DIODES ZENER**, 3 à 50 V, 0,5 à 10 W, (40 pièces)
- Poch. **LED Ø 5 mm**, 10 R + 10 V + 10 J
- Poch. **LED Ø 3 mm**, 10 R + 10 V + 10 J
- Poch. **INFRA-ROUGE**, 3 émetteurs + 3 récepteurs
- Poch. **PONTS DE DIODES**, 1 à 10 A, (5 pièces)
- Poch. **TRANSISTORS, BC...**, 237..., 327..., 550... (50 pièces)
- Poch. **TRANSISTORS DE PUISSANCE**, 2 N..., TIP..., BD..., (15 pièces)
- Poch. **TRIACS**, 4 à 25 A, (10 pièces)
- Poch. **THYRISTORS**, 0,8 à 25 A, (10 pièces)
- Poch. **OTOCOUPLEURS**, TIL 111 et équiv. (5 pièces)
- Poch. **REGULATEURS**, 78... et 79..., (10 pièces)
- Poch. **LM 741**, (8 p), 10 pièces
- Poch. **LM 555**, (8 p), 10 pièces
- Poch. **LM 709**, (14 p), 10 pièces
- Poch. **LM 747**, (14 p), 5 pièces
- Poch. **LM 324**, (14 p), 5 pièces
- Poch. **RESISTANCES 1/4 et 1/2 W**, 10 Ω à 1 MΩ (300 pièces)
- Poch. **RESISTANCES 1 à 3 W**, 1 Ω à 1 MΩ, (100 pièces)
- Poch. **RESISTANCES 3 à 10 W**, 1 Ω à 1 MΩ, (50 pièces)
- Poch. **AJUSTABLES MINIATURES CERMET** (30 pièces)
- Poch. **POTENTIOMETRES et AJUSTABLES DIVERS** (25 pièces)
- Poch. **CONDENSATEURS CERAMIQUES**, 1 pF à 0,1 μF, (100 pièces)
- Poch. **CONDENSATEURS MINIATURES**, MKH, MKT, L.C.C., (pas de 5,08), (50 pièces)
- Poch. **CONDENSATEURS PLAQUETTES**, 100 pF à 2,2 μF, (50 pièces)
- Poch. **CONDENSATEURS AXIAUX**, 100 pF à 1 μF, 63 à 400 V, (100 pièces)
- Poch. **CONDENSATEURS HAUTE TENSION**, 1 pF à 1 μF, 400 à 6 000 V, (25 pièces)
- Poch. **CONDENSATEURS au TANTALE**, 0,1 μF à 100 μF, (50 pièces)
- Poch. **CONDENSATEURS CHIMIQUES**, 1 μF à 4 700 μF (50 pièces)
- Poch. **COND. pour FILTRE H.P.**, 1 μF à 68 μF, N.P., (10 pièces)
- Poch. **COND. AJUSTABLES et VARIABLES**, (10 pièces)
- Poch. **C.T.N., V.D.R.**, parafoudre, antiparasites, etc... (20 pièces)
- Poch. **FUSIBLES**, (20 pièces) et porte-fusibles, (10 pièces)
- Poch. **MICAS et CANONS**, pour transistors, TO220, TO3, TO66, etc... (100 pièces)
- Poch. **SUPPORTS de C. INT.**, 6 à 40 p, (20 pièces)
- Poch. **RADIATEURS**, TO5, TO220, TO3, profilés (10 pièces)
- Poch. **PRISES**, DIN, JACK, RCA, etc., (20 pièces)
- Poch. **BORNIERS et CONNECTEURS** (appariés), (10 pièces)
- Poch. **VOYANTS, LED, CLIPS, NEONS, LUCIOLES...**
- Poch. **INTER COMMUT**, clavier, etc. (25 pièces)
- Poch. **COMMUT. ROTATIFS**, 1 c. 12 p., 2 c. 6 p., etc. (5 pièces)
- Poch. **FILS ET CABLES**, blindés, nappe, cablage, (couleurs assorties) (50 m)
- Poch. **GAINES**, thermo, souples, manchons, etc.
- Poch. **FIL EMAILLE Ø 0,1 mm** à 1,5 mm, (100 m)
- Poch. **VISSERIE MINIATURE**, Ø 1,5, 2 et 2,5 mm (300 pièces)
- Poch. **VISSERIE, Ø 3 mm**, (100 vis + 100 écrous + 100 rondelles)
- Poch. **VISSERIE, Ø 4 mm**, (100 vis + 100 écrous + 100 rondelles)
- Poch. **VISSERIE et cosses diverses**, (500 pièces)
- Poch. **MATERIEL ELECTRIQUE**, prises, inter, tripléte, etc.
- Poch. **RELAIS**, 12 V, REED, etc. (5 pièces)
- Poch. **BOBINAGES**, F.I., pots ferrite, mandrins, etc., (20 pièces)
- Poch. **BOUTONS POUR POTENTIOMETRES**, axe Ø 6, glissière, auto-radio, etc. (25 pièces)
- Poch. **CORDONS hi-fi**, d'alim., etc. (5 pièces)
- Poch. **TRANSFO D'IMPEDANCE**, 8 Ω / 2 x 8 Ω, 3 W surmoulé, (2 pièces)
- Poch. **2 H.P.**, 4 Ω, Ø 10 cm, 2 W
- Poch. **2 H.P.**, 4 Ω, Ø 17 cm, 5 W
- Poch. **2 H.P.**, 8 Ω, 8 cm x 20 cm, 5 W
- Poch. **MICRO ELECTRET**, dynamique, écouteur, etc. (5 pièces)
- Poch. **GRIP-FILS**, 14 cm, 1 rouge + 1 noir
- Poch. **jeux de CORDONS DE MESURE**, (R + N) + 2 mini grip-fils
- Poch. **COSSES A SERTIR** (assorties, 100 pièces)
- Poch. **3 COFFRETS**, plastique noir, 85 x 55 x 35 mm
- Poch. **2 COFFRETS**, plastique noir, 110 x 70 x 45 mm
- Poch. **1 COFFRET**, plastique noir, 155 x 90 x 50 mm
- Poch. **CIRCUIT IMPRIME**, epoxy et bakélite, (10 dm²)
- Poch. **PERCHLO** (pour 1 l) + **FEUTRE SPECIAL C.I.** + plaque C.I.
- Poch. **GRADATEUR EN KIT**, 220 V, 800 W, avec circuit imprimé
- Poch. **VOIE INVERSE POUR MODULATEUR**, 200 V, 800 W avec circuit imprimé

E.44 65 quai de la Fosse
44100 NANTES - 40.73.53.75

E.17 2 rue des Frères Prêcheurs
17000 LA ROCHELLE - 46.41.09.42

E.79 59 rue d'Alsace Lorraine
79000 NIORT - 49.24.69.16

E.C.E.L.I. 17 rue du Petit Change
28000 CHARTRES - 37.21.45.97

E.85 8 bis, rue du 93^e R.I.
85000 LA ROCHE-SUR-YON - 51.62.64.82

LA TENSION RETARDÉE

GE DÉPHASAGE DÉPHASAGE DÉPHASAGE
SAGE DÉPHASAGE DÉPHASAGE DÉPHASA
GE DÉPHASAGE DÉPHASAGE DÉPHASAGE
DÉPHASAGE DÉPHASAGE DÉPHASAGE DÉ

Le circuit RC (résistance/condensateur; voir aussi l'article page 18) est sans doute l'un des plus utilisés parmi les circuits de base de l'électronique. Cela justifie que nous lui consacrons un deuxième article dans ce numéro. Dans "Charge, décharge . . .", un circuit RC se voyait appliquer une tension continue pulsée. Le condensateur lissait la tension continue, alors que la résistance était soumise à une tension alternative.

Ici nous appliquerons à la combinaison RC une tension alternative. Il est évident qu'aucune tension continue ne s'appliquera au condensateur puisque le circuit RC ne comporte pas de redresseur. L'évolution de la tension alternative aux bornes du condensateur sera expliquée au cours de l'expérience qui suit.

Pour fabriquer une tension alternative à très basse fréquence, il faut construire un générateur électronique; ce sera un multivibrateur astable à deux transistors. La figure 2 montre le circuit. Les deux transistors conduisent à tour de rôle : quand T1 conduit, T2 est bloqué et inversement. La LED dans le circuit de collecteur du transistor qui conduit, s'éclaire. Les deux LED -ce sont des LED rouges qui conviennent le mieux à ce circuit- clignent alternativement. Elles montrent que la tension de collecteur est successivement haute (proche de la tension d'alimentation) puis basse (proche de 0 V). La borne de sortie droite (A) est d'abord plus positive que la gauche (B); pendant que T1 conduit; puis la gauche (B) est plus positive que la droite (A); pendant que T2 conduit). En d'autres termes : entre ces deux bornes règne une vraie tension alternative. Le circuit n'est nullement critique, et il fonctionne d'emblée, sauf erreur de montage. La fréquence du multivibrateur est d'environ 1 Hz. Donc à chaque seconde, chaque LED s'allume une fois.

Nous raccorderons à ce générateur le circuit RC que nous avons déjà manipulé (voir l'article "le circuit RC, charge et décharge"), les composants prenant cette fois les valeurs : 100 Ω et 1000 μ F 16 V. Deux LED indiquent la tension du condensateur. Lorsque la tension de la sortie A est positive les LED D1 et D3 s'allument : D1 parce que T1 ramène à 0 V la sortie B, D3 parce que la tension du condensateur (tout comme la tension de la sortie) est positive. Cependant D3 s'éclaire un peu après D1. Ce retard est dû au temps nécessaire au condensateur pour se charger. Lors de l'inversion de la polarité du générateur, ce sont les autres LED qui s'allument, D4 un peu plus tard que D2. Remarquez qu'à ce moment le condensateur C est polarisé en inverse, ce qu'il ne supporte qu'avec des tensions faibles.

On notera par ailleurs que les LED D1 et D2 ne sont en fait jamais totalement éteintes. Si l'on observe les quatre LED ensemble, il est évident que la tension aux bornes du condensateur est retardée par rapport à la

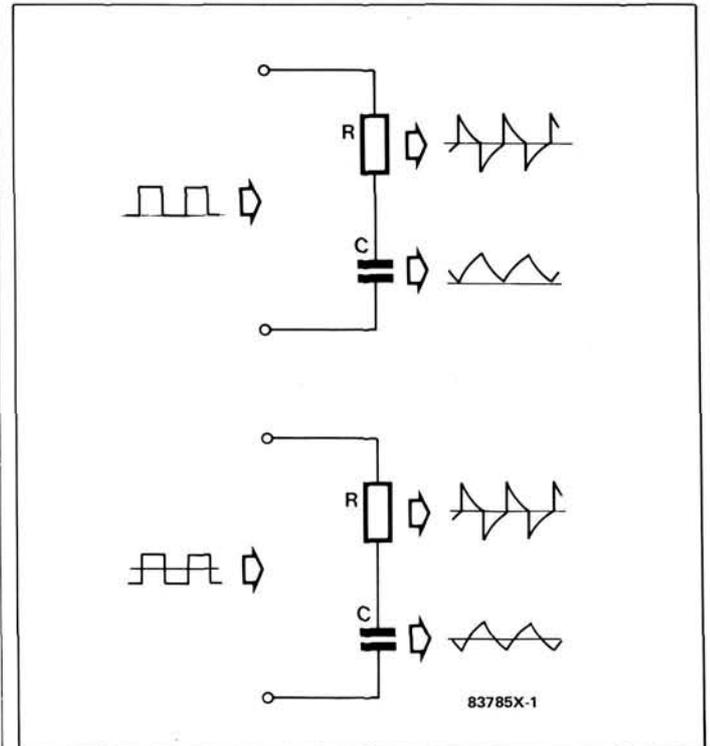


Figure 1. Si l'on applique une tension continue pulsée, une tension continue (fluctuante) apparaît aux bornes du condensateur du réseau RC. Si la tension appliquée au réseau est alternative, c'est également une tension alternative qui se présente sur C.

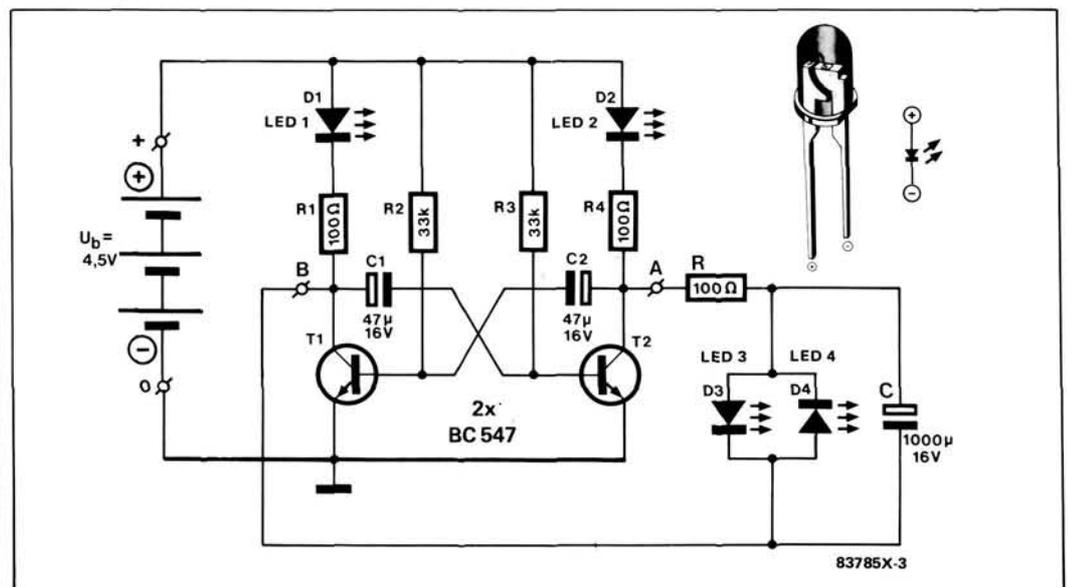


Figure 2. La tension alternative fournie par le multivibrateur astable pour le test du réseau RC est disponible entre les points de connexion A et B.

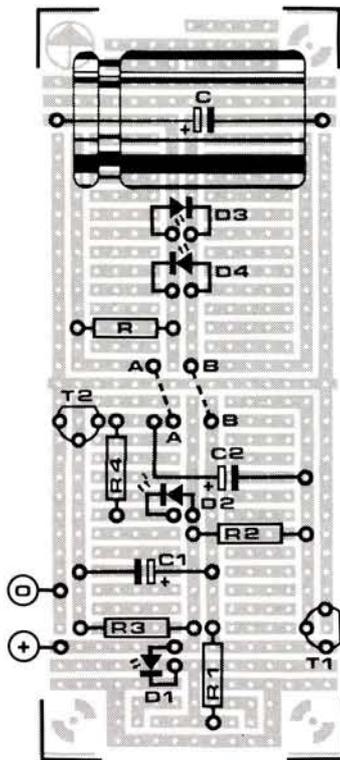


Figure 3. Indications pour la construction sur une platine ELEX de format 1.

Liste des composants

- R1, R4 = 100 Ω
- R2, R3 = 33 kΩ
- C1, C2 = 47 μF/16 V électrolytique
- D1, D2 = LED rouge
- T1, T2 = BC547
- 1 platine d'expérimentation de format 1

tension primitive. On appelle **déphasage** ce retard, représenté schématiquement sur la **figure 4**. Deux tensions alternatives de même amplitude et de même fréquence peuvent donc se distinguer l'une de l'autre par un décalage dans le temps (décalage de phase). La **figure 5** montre un autre cas de déphasage produit par un circuit RC. La courbe de plus forte amplitude représente une tension d'entrée sinusoïdale. Non seulement la tension de sortie, sur le condensateur du réseau RC, est de moindre amplitude (une partie de la tension choit dans la résistance) mais encore sa phase est décalée de quelque 60 μs : chaque carreau correspond à 50 μs (1 μs = 1 millionième de seconde). Sur la **figure 5**, le déphasage est évident aux passages à zéro.

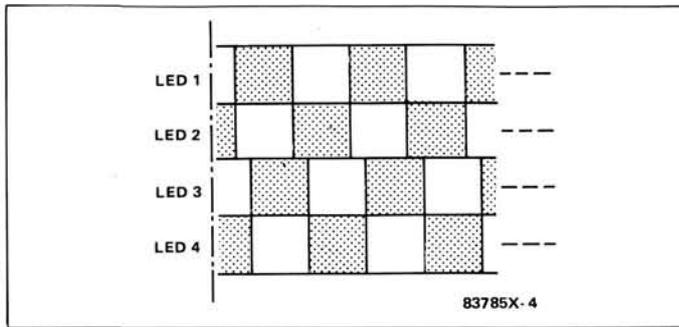


Figure 4. Représentation schématique de l'ordre d'allumage. Les LED 3 et 4 s'allument avec un certain retard par rapport aux LED 1 et 2.

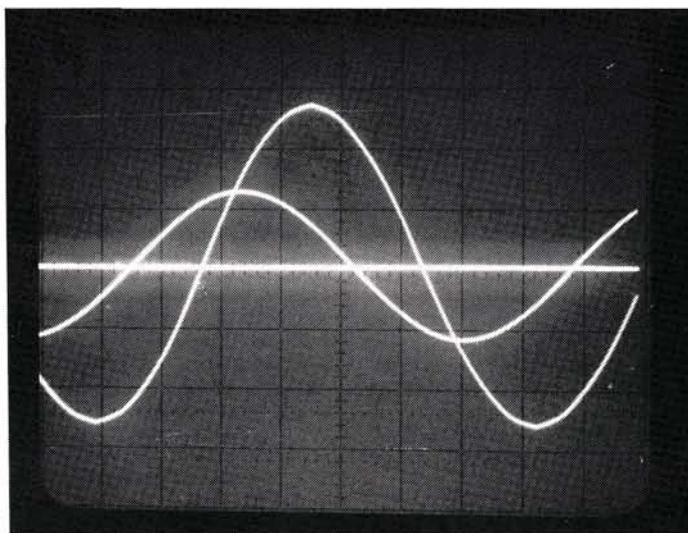


Figure 5. Les décalages entre les passages à zéro montrent que la tension du condensateur est en retard sur la tension d'entrée.

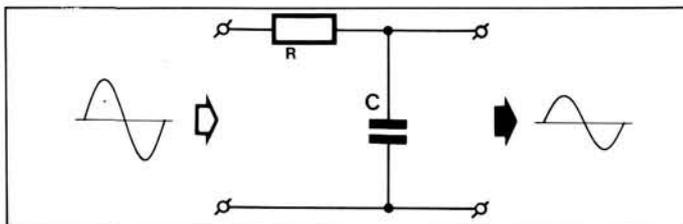


Figure 6. Le déphasage entre la tension (petite sinusoïde) aux bornes du condensateur et le courant (grande sinusoïde) qui le traverse est toujours de 90°. Quand l'une des courbes passe par zéro, l'autre passe soit par son maximum, soit par son minimum.

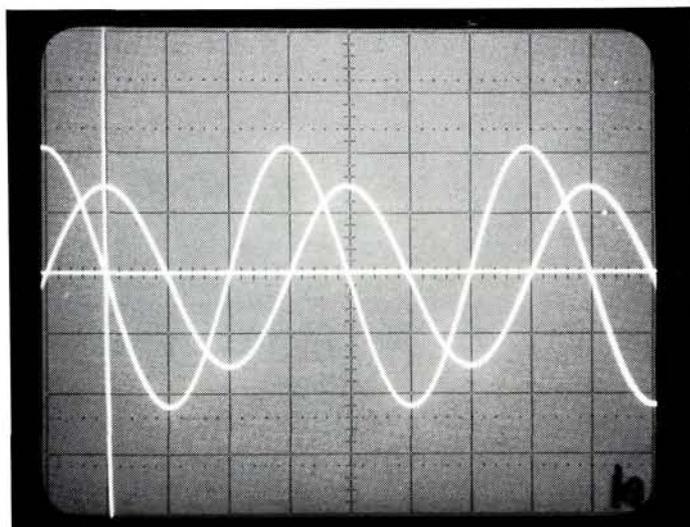


Figure 7. L'oscillogramme montre la tension (petite courbe) aux bornes d'un condensateur et le courant (grande courbe) que provoque cette tension. Le courant est en avance d'un quart de longueur d'onde (déphasage de 90°).

Les techniciens mesurent la phase en degrés, 360° représentant un déphasage d'une longueur d'onde entière. La tension alternative représentée se trouvant en retard d'environ 60 μs sur 390 μs (durée d'une période), le déphasage prend la valeur :

$$60 \mu\text{s} / 390 \mu\text{s} = 0,15 \text{ (15\%)}$$

soit en degrés :

$$0,15 \times 360^\circ = 54^\circ$$

Ce mode de mesure compliqué en degrés a été adopté pour mettre en évidence les effets du déphasage. Un retard donné en temps a moins de conséquence sur une tension alternative "lente" (fréquence basse; onde longue) que sur une tension à fréquence élevée. Le déphasage introduit par un réseau RC est d'autant plus grand que la fréquence de la tension est élevée (le maximum est cependant 90°)

L'amplitude des tensions sur la photo 5 dépend également de la fréquence : la tension aux bornes du condensateur décroît quand la fréquence s'élève. Le condensateur laisse passer le courant alternatif. Il se comporte comme une résistance dont la valeur diminuerait quand la fréquence augmente.

Les déphasages ne se produisent pas seulement entre des tensions alternatives, mais aussi entre des courants alternatifs, ou encore entre un courant et une tension. L'écran d'oscilloscope de la **figure 7** montre la tension (petite courbe) aux bornes d'un condensateur et le courant (grande courbe) que provoque cette tension. Le courant est en avance d'un quart de longueur d'onde, soit 90° (= 1/4 . 360°). Quelle que soit la fréquence, le courant et la tension sont toujours en quadrature, c'est-à-dire déphasés de 90°.

RÉCAPITULONS

- Un petit résumé en guise d'aide-mémoire :
- Le circuit RC introduit un déphasage entre les tensions d'entrée et de sortie.
 - Le déphasage est spécifié par rapport à une période entière (en degrés).
 - Le déphasage introduit par un circuit RC donné dépend de la fréquence.
 - Le condensateur se comporte comme une résistance variable en fonction de la fréquence.
 - La tension aux bornes d'un condensateur est toujours déphasée de 90° par rapport au courant qui le traverse.

TRAVAUX PRATIQUES : FABRIQUEZ UN MOTEUR ÉLECTRIQUE !

Antoine, 8 ans, passionné de vaisseaux spatiaux et vice champion de Lego technique -avec son frère Vincent- est un familier des réalisations en LEGO électrifiées. Les moteurs électriques, les transmissions, les démultiplications, ça le connaît. Un jour pourtant il reste en arrêt devant le *moteur électrique de son jeu de construction* et observe le bloc de matière plastique moulé dont il ne sort que l'arbre et les deux bornes de connection. L'accessoire familier lui apparaît tout d'un coup sous un jour mystérieux. Que se cache-t-il là-dedans ? Un moteur électrique ? Oui, mais dans la machine à laver, dans la perceuse, dans le treuil de l'ascenseur, ce sont aussi des moteurs électriques. Intrigué, il demande à son père : «Dis René, comment fonctionne un moteur électrique ?».

René n'est pas ingénieur au CNRS et si la scène se passe près de Toulouse, ce n'est pas parce qu'il est ingénieur à l'aérospatiale. Non, René est paysan, il cultive la terre pour y faire pousser des plantes; c'est un paysan d'une espèce rare (soit qu'elle est en voie de disparition, soit qu'elle est encore en cours de mutation). Il s'intéresse aux techniques modernes, dont l'électronique, et s'en sert dans son travail, notamment pour automatiser l'arrosage et l'aération de ses serres.

Passionné de mécanique (son fils Antoine a de qui tenir) il construit ses machines lui-même, les modifie en fonction des besoins et en invente des variantes sans cesse plus efficaces. De là à expliquer à un apprenti cosmonaute de 8 ans comment fonctionne le moteur électrique ? Bigre. . .

**Deux bouchons de liège
16 épingles, du carton, du
fil émaillé, deux aimants de
récupération, deux bouts de
câble multibrin et une pile**

Il réfléchit en faisant tourner entre ses doigts le bouchon

de liège de la bouteille de pinard qu'il a devant lui. Sur la table où sont copieusement étalés les Lego, il traîne quelques aimants cylindriques qu'Antoine utilise parfois pour accrocher les wagons de ses convois.

Le garçon insiste :
«Alors, tu sais pas toi-même ?»

Il manie l'aiguillon de l'amour-propre, le fils qui sait manoeuvrer son père.

Tout d'un coup René sort son opinel de la poche :

«Va demander quelques épingles à ta mère et prend au passage la bobine de fil de cuivre posée à côté du fer à

souder»

«Et le fer aussi ?» anticipe Antoine.

«Oui, bien sûr, il me faut du carton aussi et une pile plate, et n'oublie pas l'étain et la pince coupante. Et fouille un peu dans la corbeille à papier, tu y trouveras des chutes de câble en nappe multicolore. apporte-les aussi !»

Quelques instants plus tard ils se mettent au travail : **deux bouchons de liège**, 16 épingles, du carton, du fil émaillé, deux aimants de récupération et deux bouts de câble multibrin. Construire un moteur électrique avec un tel bric-à-brac, ça c'est du recyclage, je te dis pas, hé.

Les deux aimants proviennent en fait de vieux haut-parleurs miniature. Ils sont faciles à détacher si on se donne la peine de d'arracher d'abord entièrement la membrane conique du HP.

Inutile de préciser que ce haut-parleur ne produira plus jamais aucun son. . . Un aimant en fer à cheval dont les pôles sont écartés de 25 mm environ aurait convenu également. Le résultat de la démonstration de René apparaît sur la photographie. Qu'en dites-vous ? Ça marche. Vous pouvez en faire autant en quelques minutes avec les ingrédients énumérés ci-dessus.

Pour rééditer l'exploit dans les meilleures conditions possibles, construisez d'abord le rotor, c'est-à-dire la pièce mobile du moteur. Prenez un bouchon cylindrique en bon état. Repérez le centre des deux bases et enfoncez de part et d'autre du bouchon une épingle parfaitement

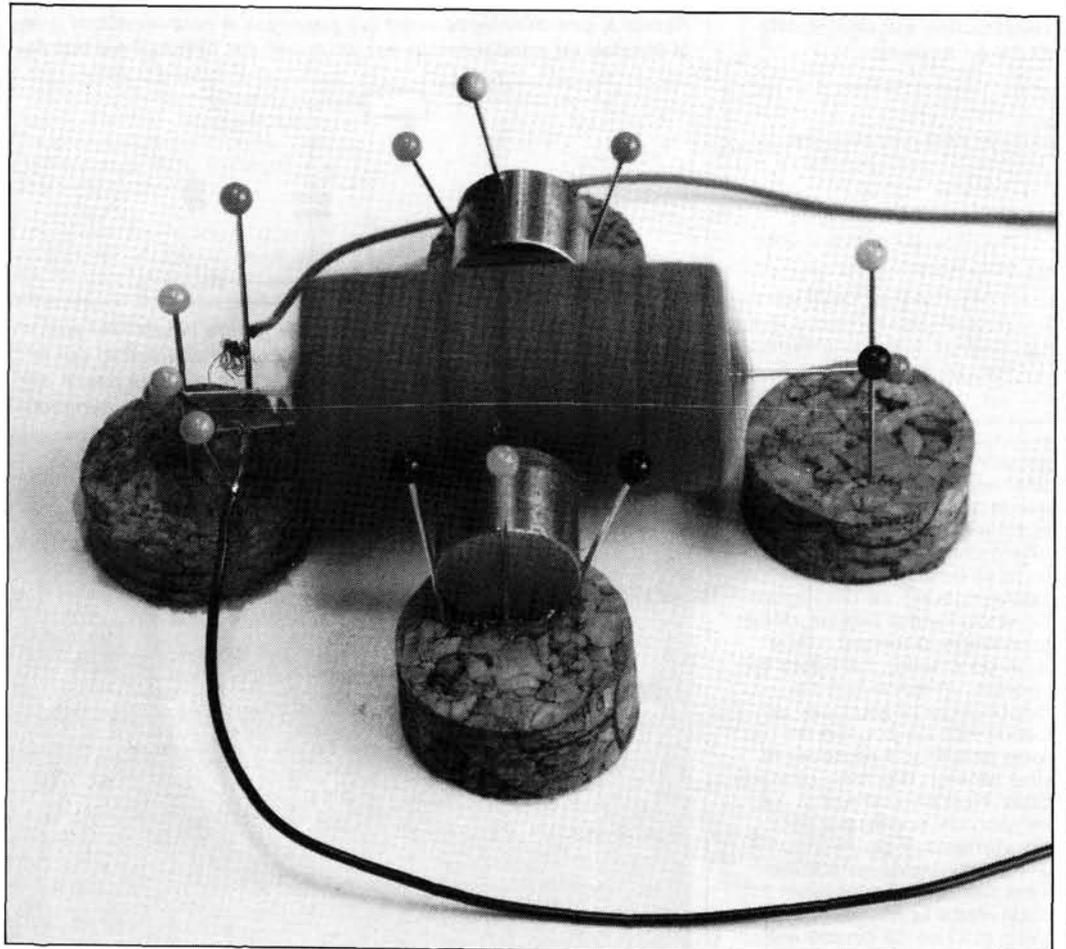


Figure 1 - Le but de ces travaux pratiques n'est pas de contribuer au progrès des techniques de pointe, mais tout simplement de démystifier le fonctionnement d'un type de moteur électrique, pour celui qui n'y voyait pas clair jusqu'à présent. Il existe bien sûr beaucoup d'autres types de moteurs dont le fonctionnement est très différent de celui-ci.

perpendiculaire au plan des bases. Ces deux épingles constituent l'axe du rotor. Sur le plan de cet axe, enroulez 14 tours de fil de cuivre émaillé de 0,3 mm de section comme indiqué sur le croquis.

Piquez ensuite deux épingles étêtées de part et d'autre de l'axe du rotor sur le plan de la bobine en veillant à ce qu'elles soient bien centrées par rapport à la largeur de la bobine. Fixez ensuite chacune des deux extrémités de la bobine que vous venez de fabriquer à l'une des deux épingles plantées dans une même base du rotor. Examinez attentivement le croquis et la photographie et vous comprendrez, si ce n'est déjà fait. Prenez soin de dénuder le fil émaillé à l'endroit où vous le soudez aux épingles sans tête.

Le rotor sera placé sur deux chevalets constitués chacun de deux épingles croisées, plantées dans une rondelle de liège provenant elles-mêmes d'un bouchon (Chic, il va encore falloir déboucher une bouteille, les gars). Ce deuxième bouchon fournira aussi la matière première pour les supports des deux

aimants. C'est à l'aide de colle à prise rapide que vous fixerez les aimants sur les supports ainsi que les supports et chevalets sur un carton fort ou sur une planchette de bois.

N'oubliez pas de vérifier la polarité des aimants avant de fixer leurs supports pour de bon. Deux pôles opposés (nord et sud) doivent se faire face : si vous les rapprochez l'un de l'autre ils s'attirent s'ils sont bien orientés.

Avant d'achever la construction du moteur, jetons un coup d'oeil sur ce qui doit se produire si l'on fait circuler un courant dans la bobine qui entoure le rotor. Cette bobine devient un **électroaimant** dont le champ magnétique possède un pôle nord et un pôle sud. Le pôle nord de l'**aimant permanent** (provenant d'un haut-parleur) repousse le pôle nord de l'électroaimant. De même les pôles sud se repoussent. Inversement, les pôles nord et sud s'attirent mutuellement. Le rotor aura donc tendance à tourner autour de son axe jusqu'à ce que son pôle sud se retrouve en face du pôle nord de l'aimant permanent. Il

s'immobilisera dans cette position... à moins que l'on n'inverse le courant dans la bobine du rotor. Si on opère cette inversion le rotor poursuit sa rotation pendant 180° jusqu'à ce que son nouveau pôle nord se trouve en face du pôle sud de l'aimant permanent (immuablement polarisé dans le même sens). L'élan est donné, le mouvement est lancé et il se poursuivra à condition d'inverser le sens du courant au bon moment.

L'inversion du courant dans la bobine est assurée par la rotation du rotor lui-même

Il nous suffit dès lors de réaliser un petit montage (le **collecteur**) qui *fournit le courant au rotor et qui réalise l'inversion du sens du courant tous les 180°*. Remarquez que ce collecteur n'a rien à voir avec le collecteur d'un transistor. La version simplifiée de notre collecteur est réalisée à l'aide de deux bouts de câble multibrin dénudés sur une longueur d'un bon centimètre. Ce sont deux autres épingles qui maintiennent ces deux

balais dans la position voulue pour que les épingles sans tête viennent s'y frotter à chacun de leur passage. Vous remarquerez qu'à chaque passage devant un de ces balais, chacune des épingles sans tête se trouve devant le pôle de la batterie opposé à celui du passage précédent. L'inversion du courant dans la bobine est assurée par la rotation du rotor. C'est simple, non ?

Soudez finalement l'autre extrémité des câbles multibrins aux pôles d'une batterie de 4,5 V, disposez les brins des balais de manière telle qu'ils établissent un bon contact de frottement avec les épingles étêtées sans trop les freiner. Bien réglé votre moteur tournera à la vitesse respectable de 200 tours par minute. Alain Pros(i)t n'a qu'à bien se tenir !

Quant à Antoine, notre apprenti-électronicien, il est ravi car grâce à l'expérience qu'il vient de faire avec son père, il a vu de ses yeux les spectaculaires effets de l'électro-magnétisme. Une démonstration qui vaut bien son pesant de théorie, non ?

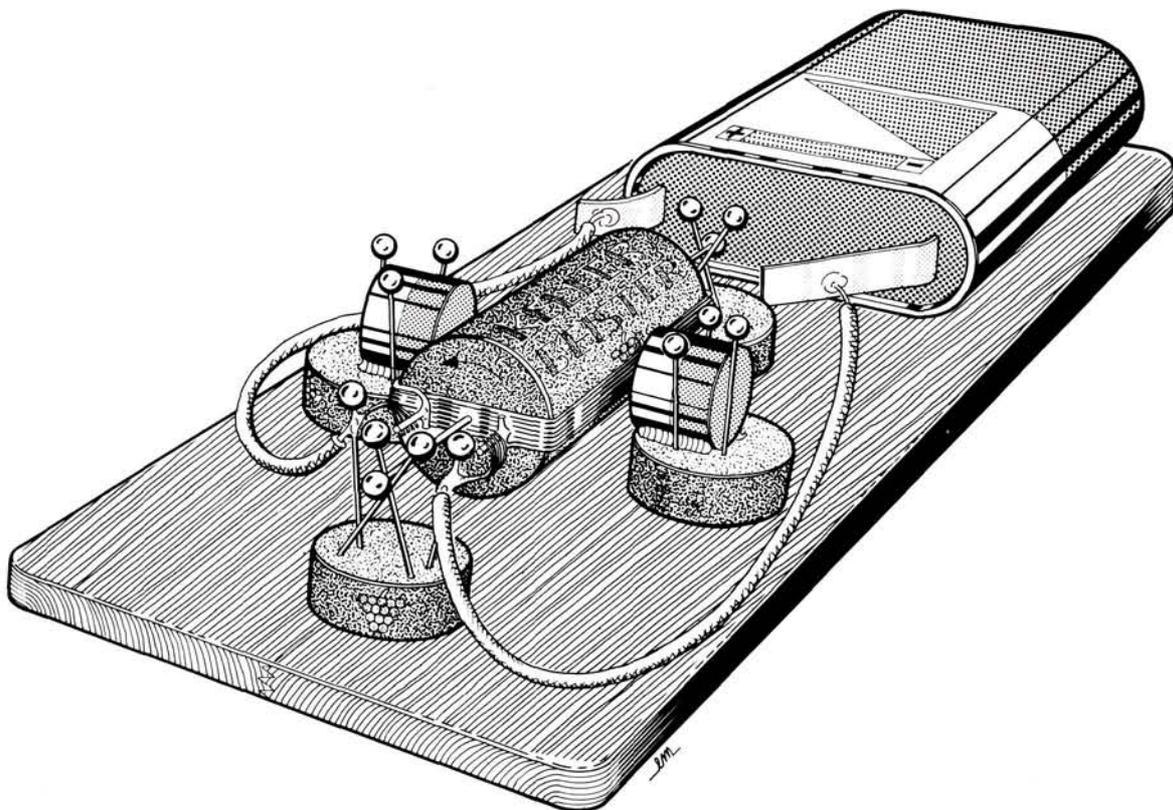


Figure 2 - Ce croquis devrait vous permettre de réaliser le moteur expérimental sans même lire le texte. Nous vous recommandons néanmoins de prendre le temps, pour bien comprendre, de lire attentivement les explications fournies dans le texte de cet article. Imaginez des variantes, des améliorations, mais attention, cette réalisation est bien équilibrée : ne la perfectionnez pas trop car la batterie n'y résisterait probablement pas.

**PIERRE VERNIER
(1580-1637)**

Simplifions les choses en prenant une règle d'un mètre, graduée en centimètres, et en plaçant le long de cette règle une réglette de **9 centimètres divisée en 10 parties égales**: chaque division de cette réglette mesure donc 9/10 de centimètres. Quand les deux zéros coïncident comme sur la **figure 2**, il y a 1/10 de centimètre d'écart entre les divisions

Nous avons à mesurer la distance entre les deux points A et B (figure 2 d). Pour cela nous placerons le «0» de la règle sur le point A, et le «0» de la réglette sur le point B. Ici le «0» de la réglette se trouve entre les divisions «16» et «17» de la règle; le segment AB mesure donc plus de 16 cm et moins de 17. Il suffit maintenant de rechercher la division de la réglette qui coïncide exactement avec une division de la règle: dans ce cas, c'est la division «6» de la réglette, ce qui indique qu'il y a 6/10 de centimètre entre la 16^{ème} division de la règle et le point B: le segment de droite AB mesure donc 16,6 cm. C'est ainsi qu'avec une règle graduée en centimètres et un vernier (la réglette) nous avons pu mesurer des milli-

LE PIED A COULISSE

Quand on pratique l'électronique, on a très souvent à mesurer des petits objets avec précision. Plutôt que d'utiliser bêtement une règle, on a tout intérêt à faire appel à un outil fait pour cela: le pied à coulisse, instrument précis mais malheureusement trop mal connu des bricoleurs. Cet instrument très simple est fait d'une règle en acier (ou, depuis quelques temps, en matière plastique très dure) munie à une extrémité d'un bec en équerre, et sur laquelle coulisse un curseur lui-même muni d'un bec en équerre. La pièce dont il faut mesurer la largeur, l'épaisseur ou le diamètre, est prise entre ces deux becs. La lecture se fait sur une échelle graduée.

Les deux ergots disposés à l'opposé des becs servent à mesurer «en creux», les diamètres intérieurs (calibres) ou l'écart entre pièces. La fine tige métallique qui sur certains modèles coulisse dans la règle sert à effectuer des mesures de profondeur. Une graduation en millimètres apparaît sur le bord de la règle (souvent munie également d'une graduation en pouces), tandis que sur le bord de l'ouverture pratiquée dans le curseur se trouve un vernier, c'est-à-dire une graduation servant à la mesure précise des subdivisions de l'échelle principale. Oui, un pied à coulisse ordinaire permet de mesurer aisément au 1/10 de millimètre près, à condition de savoir se servir du vernier...

Figure 1 - Le pied à coulisse a sa place sur la table de l'électronicien. Dans la plupart des cas, il permet de faire des mesures à la fois bien plus précises et plus rapides qu'une règle.

Figure 3 - Exemple de lecture en dixièmes de millimètres sur un vernier de pied à coulisse.

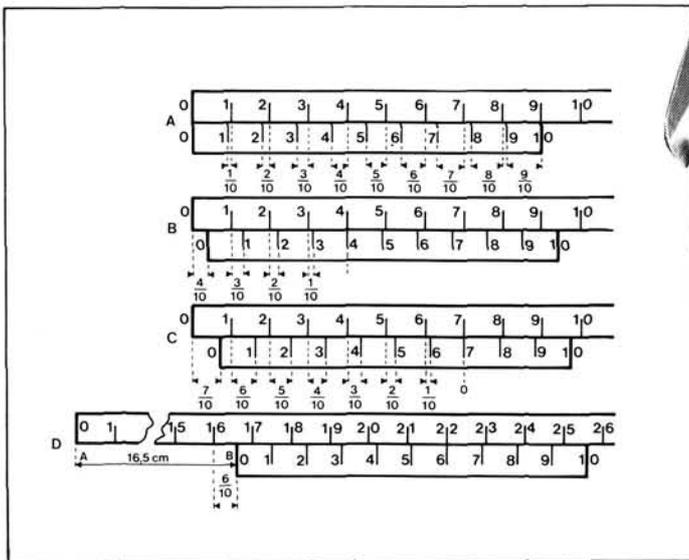
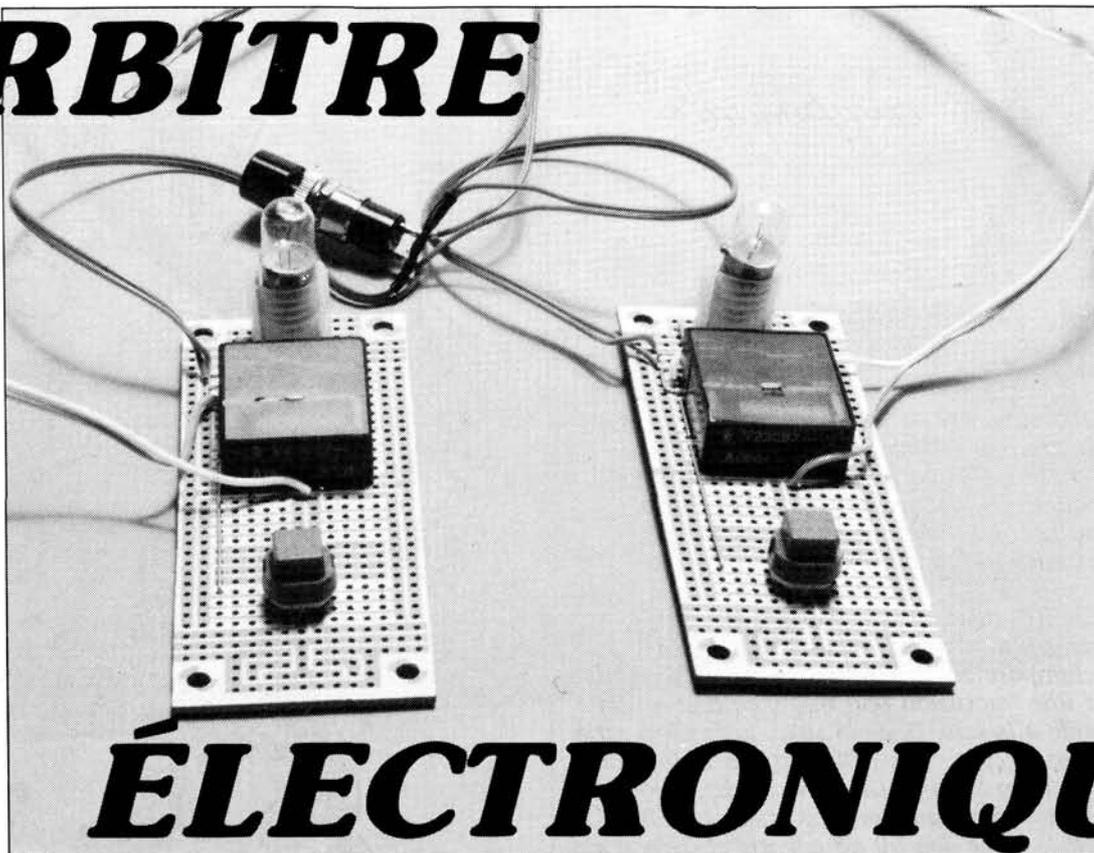


Figure 2 - Pour illustrer le principe du vernier il faut s'imaginer une règle graduée en centimètres sur laquelle coulisse une réglette de 9 cm divisée en 10 parties égales.

«1»; entre les divisions «2», ce sont 2/10 et entre les divisions «3», il y a 3/10 de centimètre, et ainsi de suite jusqu'aux 9/10 de centimètre entre les deux «9». Si nous faisons glisser la réglette le long de la règle principale de sorte que les deux divisions «4» coïncident, il y aura 4/10 de centimètre entre les deux «0» (figure 2b), et si les deux «7» coïncident, il y aura 7/10 d'écart entre les deux «0» (figure 2c). Voyons maintenant sur quoi débouchent ces observations...

mètres. Le pied à coulisse fonctionne exactement selon ce principe: l'échelle principale est graduée en millimètres, et le vernier permet de mesurer des dixièmes de millimètre si sa longueur est de 9 millimètres (divisés en 10), ou des vingtièmes de millimètre quand sa longueur est de 19 millimètres divisés en 20 parties égales. C'est simple comme... un vernier, et surtout très utile en pratique.

ARBITRE



ÉLECTRONIQUE

Qui a répondu le premier ? C'est la question à cent sous quand les deux candidats d'un jeu ou d'un concours répondent "en même temps". La même question se pose dans les courses en tous genres, les gymkhanas, etc, autant de circonstances dans lesquelles il est hors de question de laisser la moindre prise au doute et à la contestation. Il faut un jury infailible, c'est-à-dire électronique.

Prenez deux relais, deux douilles, deux ampoules, deux boutons poussoirs à contact de travail, un bouton poussoir à contact de repos, une pile, connectez selon le schéma ci-contre et jouez. L'arbitre électronique que nous vous proposons n'a rien de compliqué, ne fait appel à aucun circuit électronique, il est conçu pour deux joueurs et possède un jugement infailible.

LE CIRCUIT DE L'ARBITRE

Le but poursuivi est de provoquer l'allumage de la lampe du joueur qui a effectivement appuyé le premier sur son bouton. A partir du moment où la lampe de l'un des deux concurrents est allumée, il devient impossible d'allumer l'autre. Cette caractéristique est très importante car elle élimine définitivement toute risque de contestation.

Ceux qui lisent attentivement la rubrique "la logique sans hic" pensent sans doute qu'il doit s'agir là d'une fonction logique OU exclusif (EXOR). C'est juste ! Le montage proposé est une version électro-mécanique de la fonction EXOR. Le troisième bouton poussoir (remise à zéro) est à la disposition du meneur de jeu et sert à initialiser le circuit, c'est-à-dire le ramener à l'état neutre (les deux lampes éteintes).

Si le joueur 1 appuie sur son bouton (figure 1), il ferme un circuit qui part du +, passe par le bouton poussoir de remise à zéro, les contacts de relais re2-B, le bouton poussoir S1, la bobine du relais Re1 et la lampe La1 et va vers la masse.

Le courant qui parcourt ce circuit excite la bobine du relais Re1 qu'il traverse. Le contact de ce relais passe de la position de repos B vers la position de travail A.

Ce changement de position a deux conséquences. La première est d'interdire au joueur 2 de faire fonctionner son relais car le circuit qu'il devrait utiliser est interrompu par l'inverseur re1. Si le joueur 2 appuie sur son bouton il ne se passe rien. La deuxième est d'entretenir l'excitation du relais Re1. Le circuit sous tension passe par deux trajets parallèles : celui du bouton poussoir S1 fermé au repos et celui qui

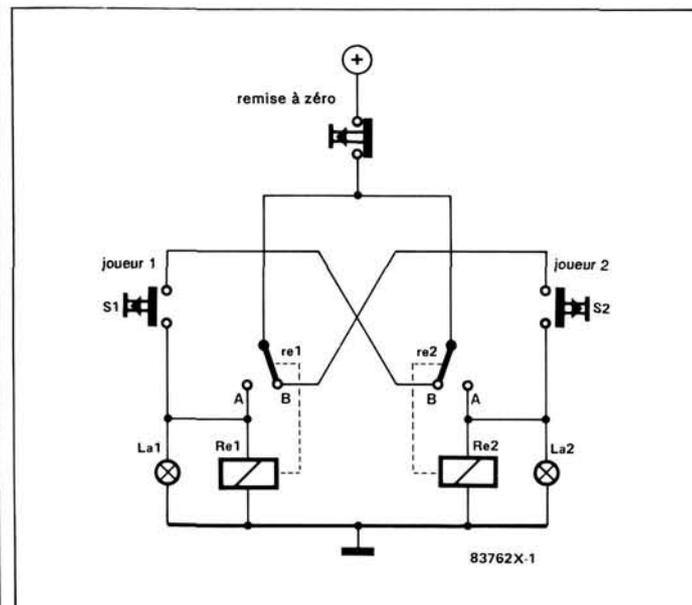
traverse le contact de travail de re1. On peut dès lors relâcher le bouton poussoir S1 sans que la lampe La1 ne s'éteigne. L'excitation du relais s'auto-entretient.

Lorsque le meneur de jeu appuie sur le bouton poussoir de remise à zéro, l'arrivée de courant est coupée dans l'ensemble du circuit, ce qui interrompt l'excitation du relais Re1 et provoque l'extinction de la lampe La1. Le circuit est rétabli dans son état initial, il est prêt pour la question suivante. Si le joueur 2 avait appuyé le premier sur son

bouton poussoir, il est évident que le même enchaînement aurait eu lieu de son côté.

LA CONSTRUCTION

Ce mini-circuit sera monté sur deux platines d'expérimentation de format 1. Choisissez vous-même les relais et les lampes. La tension d'alimentation est déterminée par la tension de fonctionnement des relais et des lampes. Ces deux tensions doivent être à peu près égales.



histoire de rire ou le bal des composants

(à lire à haute voix)

Un amplificateur opérationnel désireux de s'offrir un peu de distorsion, revêt son grand uniforme d'appareil et se rend au bal de la Contre-Réaction.

Pour amadouer les spires de l'entrée, il exhibe sa fiche de caractéristiques. En passant devant le miroir du vestiaire, il vérifie l'ondulation résiduelle de ses postifesses, puis s'installe au bar devant un verre de jus.

De son regard différentiel, il toise d'abord longuement les dipodes, les grilles et autres vieilles filles semi-conductrices cramponnées à leur fer à souder. Déclenché par une impulsion parasite, il se met soudain à chanter l'anode à la joie. Dans la salle, la tension est à son comble. Sous le choc, une self perd son inductance en criant : "Ciel, mon Henry". Un thyristor hystérique s'écroule, triaché par son courant de gâchette. Un registre à décalage avale son bit de retenue et dérape sur le signal d'horloge. La folie gagne le programme d'un ordinana... pardon, d'un ordinana... excusez-moi, d'un ordinana... mille excuses, d'un ordinateur. Un processeur monte sur une table et plonge dans la logique. C'est du délire.

Avisant dans l'ombre le décolletage profond d'une jeune résistance d'un quart de ouate à la robe arc-en-ciel, debout entre les ailes d'un radiateur, notre commis-séducteur semi-conducteur (c'est l'ampli op) lui déclare avec condensardeur :

- «Mademoiselle, vous avez sur l'interfasse un bien joli drain de beauté.»

Nullement effarouchée, la coquette lui répond :

- «Et que dites-vous de cet anneau d'or? Il me vient de ma mère que je n'ai pas connue mais qui n'était pas laide non plus, je le tiens de bonne source.»

A ces mots, le beau sire reste coi. Il entre en transes, il se tord. Il s'échauffe, et se consume... il cuit.

Les doux accents d'une valse de prix (la musique à dix sous l'écoeur et la musique a dissous les nerfs, mais la musique adoucit les moeurs) lui remet les broches dans le support.

Déphasé par tant de répartie, il lui jette enfin :

- «Mademoiselle, m'accorderez-vous cette impédanse?»

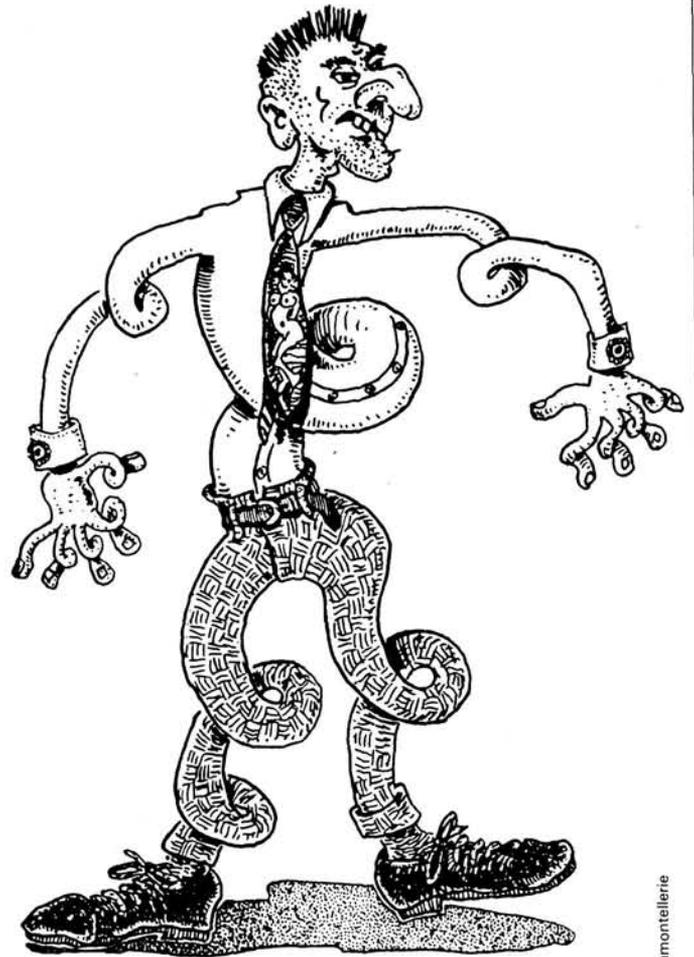
Un murmure traverse le circuit qui retient son souffle, cherchant à détourner l'attention du galant sur elles, toutes les grosses résispanses de jouissance exhibent en vain leur tolérance.

Electrifiée par les hommages enivrants de ce madulateur, la résistance lui répond sans osciller :

- «Je serais bien idiot, Monsieur le Comparateur, de chercher à résister au charme de votre courbe de fréquences. Vous êtes mon ohm.»

Et de se couler langoureuse entre les huit broches qui se tendent vers elle.

A la lumière de laides ampoules, sur la piste de cuivre désert, ils dansèrent longtemps, soudés l'un à l'autre



Laid vrillé

Dessin Paul Lamontellerie

sans jamais atteindre la saturation. Bien plus tard, juste au moment où elle lui souffle dans l'oreille «Oh my darling, ton...», une horde de mauvais garçons en mal de dissipation, la bruyante Bande Passante, fait irruption dans le coffret avec un fracas de bruit blanc. Malgré la résistance héroïque des condansateurs de vidage, menés par leur fanbare de tamfours et de filtres, tous les posants furent rapidement dessoudés et il ne resta bientôt plus sur la piste qu'un couple de vieux transistors à potentiels chavirants : c'était le tango de nuit du fameux multivibrateur astable. On achète bien des 2CV.

A la faveur de la nuit et dans la confusion générale, l'amplificateur et la résistance réussirent à s'échapper de l'enceinte en bouchant le filtre avec les résidus épars de la distorsion. Il l'invita à faire une excursion au clair de lune sur sa plage de températures. Fatale erreur! A l'abri des radars et au bord d'un flot d'injures, la résistance dévoile enfin son Je. Nullement passive, elle le court-circuite de ces deux longues broches. Il sature, elle résiste. Il suffoque, elle insiste. Ce ne sont plus que longs râles en dents de scie et sinusoides amorties. Sans sourciller, elle embroche sa puce et le laisse pour mort. Elle s'éloigne en sifflant "L'ai-je bien descendu?" sur l'air des lampes-ions. Surprise par un rat de marais, elle jura, mais un pétard (même sec) foire par temps de pluie.

S.R. de Niemeyer



LE CONDENSATEUR DE LISSAGE

Le condensateur de lissage est un stabilisateur passif. Sa fonction est de stabiliser une tension qui ne l'est pas : c'est le cas par exemple de celle qui règne en sortie du redresseur en pont d'une alimentation. Le schéma de la **figure 1** est celui d'une alimentation très simple dépourvue de circuit de stabilisation. Le transformateur d'alimentation abaisse d'abord la tension du secteur de 220 V à une valeur inoffensive, puis les quatre diodes D1 à D4 redressent la tension alternative et la transforment en une tension continue.

Supposons qu'à un moment donné la sortie supérieure du transformateur soit positive. La sortie inférieure est donc négative. Dans cette hypothèse les diodes D2 et D3 sont conductrices et la sortie supérieure du pont redresseur est positive tandis que la sortie inférieure est négative. L'alternance suivante crée la situation inverse à la sortie du transformateur. Maintenant les diodes D1 et D4 deviennent conductrices... Puis le cycle se répète.

En fin de compte, la polarité de la tension de sortie du redresseur ne change jamais, quelle que soit la

polarité de la tension alternative à l'entrée du pont. Malheureusement, la tension continue ainsi obtenue a une valeur très instable. La **figure 2b** nous montre l'aspect de ces variations que l'on appelle «ondulation» ou «ronflement». Il s'agit en effet d'un **reste** de tension alternative, superposé à la tension continue.

Le condensateur de lissage vient combler les vallées qui séparent les crêtes de l'ondulation. Nous voyons le résultat du lissage sur la **figure 2c**. Au cours de la montée de la tension continue pulsée à la sortie du pont redresseur, le condensateur se charge. Durant la baisse de tension qui suit, il restitue la charge

accumulée. Il permet ainsi à la tension d'"enjamber" la vallée, car il ne se décharge que partiellement et sa tension ne diminue que légèrement durant la décharge (à condition toutefois que l'intensité du courant à fournir soit modérée par rapport à la capacité du condensateur). La faible variation de tension

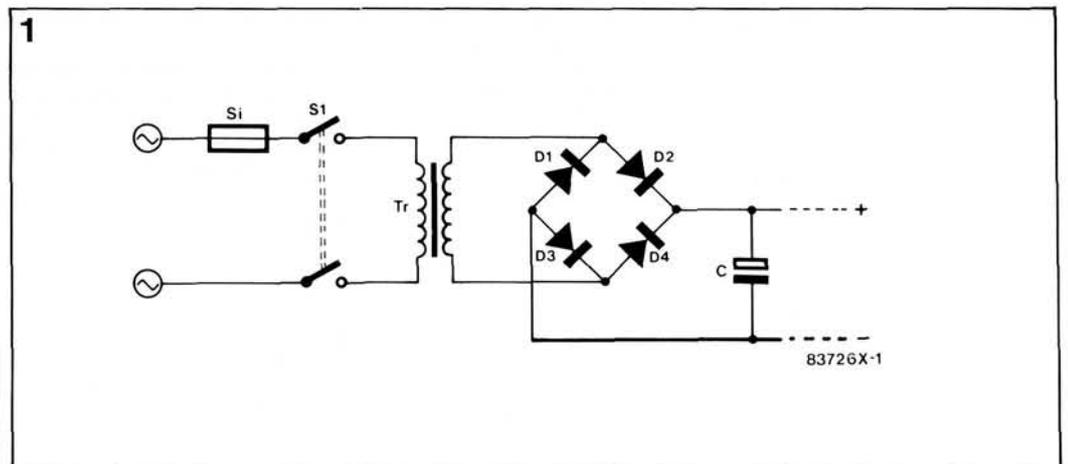


Figure 1 - Voici le schéma classique de la plupart des alimentations : la tension du secteur est abaissée, redressée puis le condensateur C "lisse" les impulsions de courant.

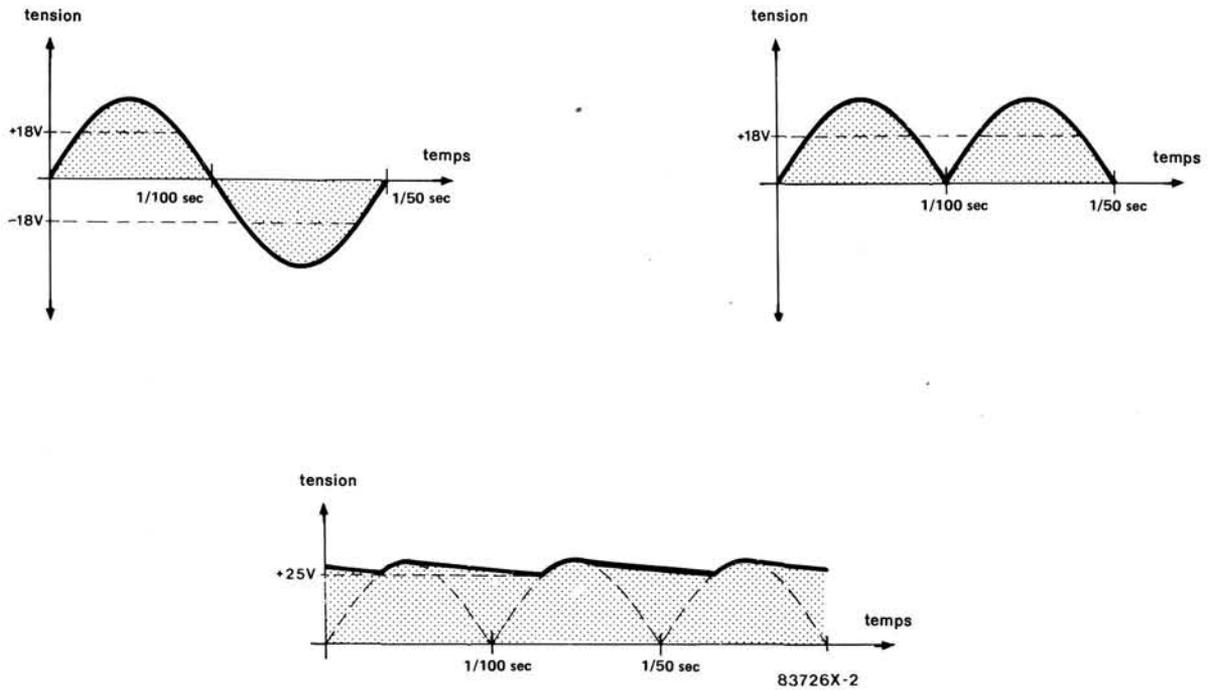


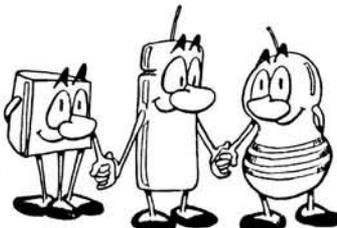
Figure 2 - Le redresseur force la polarité à rester invariable. Il ne peut cependant empêcher la tension de redescendre périodiquement à 0 V (2b). Le condensateur de lissage "ponte" ces chutes de tension (2c).

qui subsiste s'appelle **ondulation résiduelle**. Cette ondulation est d'autant plus faible que la capacité du condensateur est grande (par rapport à l'intensité du courant consommé). Vu que la polarité aux bornes d'un condensateur de lissage ne change jamais, l'emploi d'un condensateur électrolytique est le plus approprié. La capacité d'un tel condensateur peut atteindre plusieurs milliers de microfarads (μF) sous un volume très faible. Le condensateur de lissage remplit souvent une deuxième fonction. En effet, l'intensité du courant consommé par le circuit alimenté est rarement constante. Parfois la consommation d'un circuit prend même l'aspect de pointes de courant aussi fortes qu'elles sont brèves. Le condensateur de lissage est capable de faire face à ces pointes de la demande de courant, car sa charge constitue **une réserve d'énergie électrique**. S'il n'était pas présent, les pointes de consommation provoqueraient l'effondrement de la tension redressée, ce qui équivaut à une micro-coupure de courant et donne naissance à de véritables parasites.

Il faut retenir que les condensateurs remplissent souvent cette double fonction dans les circuits électroniques (égaliser les variations de tension ou fournir des

pointes de courant), même si apparemment ils ne servent à rien...

Les condensateurs sont perméables aux courants alternatifs, mais imperméables aux courants continus. On peut considérer que la tension continue pulsée issue du redresseur (figure 2b) est composée d'une tension continue invariable et d'une tension alternative (figure 4). **Le condensateur de lissage laisse passer la composante alternative vers le pôle négatif et la "piège" en quelque sorte, alors que la composante continue passe sans encombre vers la sortie de l'alimentation.** Pour en savoir plus sur cet aspect de la fonction des condensateurs, nous vous invitons à lire l'article consacré au «condensateur en régime alternatif» paru dans le n° 3 d'ELEX.



3

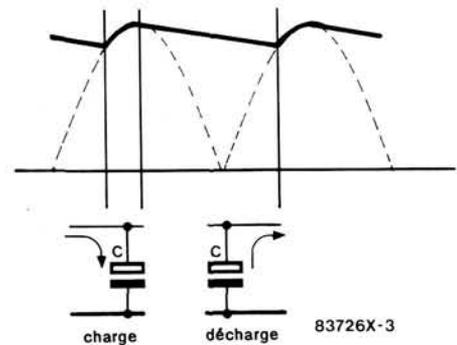
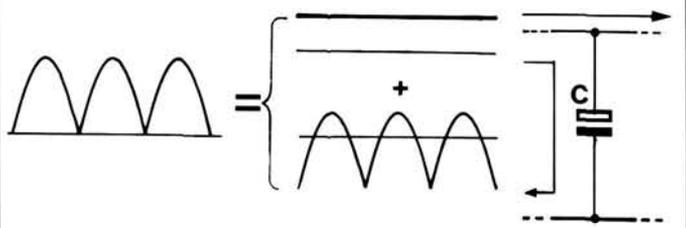
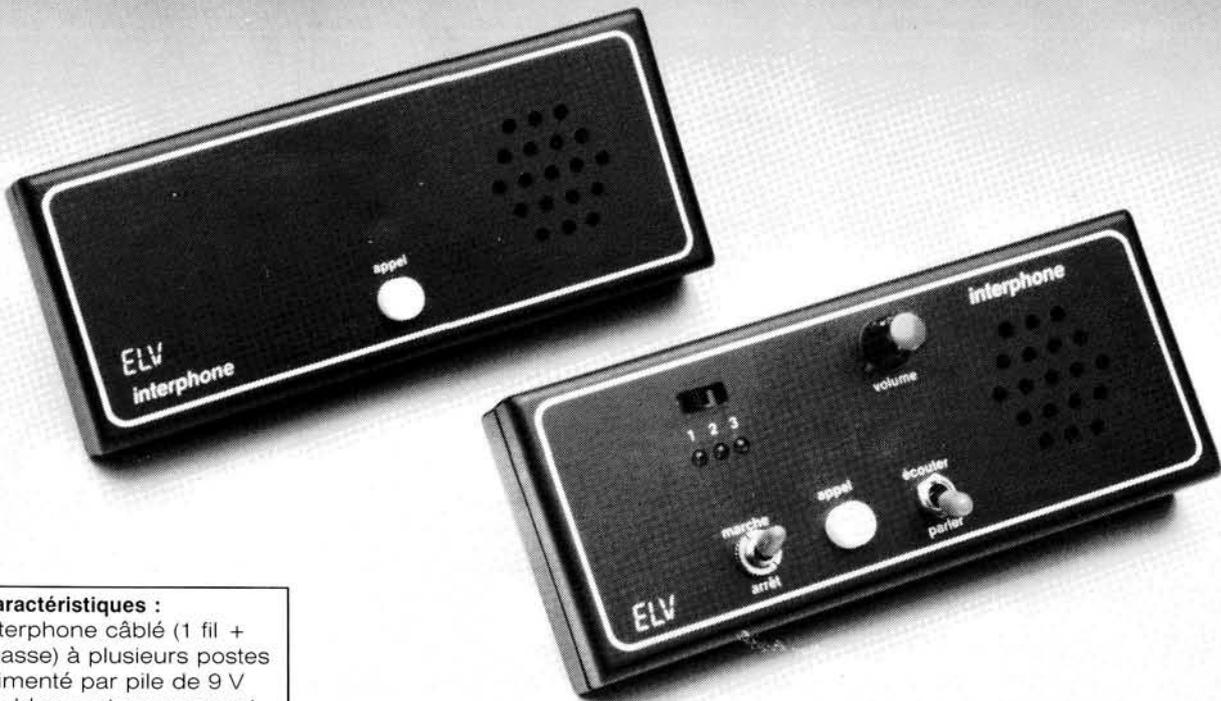


Figure 3 - La croissance de la tension issue du redresseur provoque la charge du condensateur. Pendant la baisse de la tension, il restitue une partie de sa charge.

Figure 4 - La tension continue pulsée est composée d'une tension continue et d'une tension alternative. Le condensateur court-circuite la tension alternative vers la masse. Seule la tension continue passe sans encombre vers la sortie de l'alimentation.

4





Caractéristiques :

Interphone câblé (1 fil + masse) à plusieurs postes alimenté par pile de 9 V ou bloc secteur compact sur le poste principal

- signal d'appel à double tonalité sur les postes secondaires et sur le poste principal
- appel possible alors que le poste principal est hors service
- sur le poste principal, identification du poste appelant par LED
- liaisons de grande longueur possibles
- faible consommation, sonorité agréable
- les haut-parleurs font office de microphone
- coffrets ultra-plats sérigraphiés (non percé)

interphone à 2, 3 ou 4 postes

Comme l'indique le tableau des caractéristiques de l'interphone présenté ici, il s'agit d'un système câblé. Heureusement le câblage reste simple, puisqu'un seul fil blindé suffit. Les postes secondaires n'ont pas d'alimentation propre, mais ils peuvent appeler le poste principal même quand celui-ci est coupé et quel qu'ait été le dernier poste en fonction avant la coupure.

Don't worry

Voici un schéma qui n'est pas le plus simple de ceux que nous avons publiés jusqu'à présent dans ELEX. Nulle inquiétude cependant, il ne fait appel qu'à des composants parfaitement ordinaires et faciles à trouver partout. Ce qui facilitera

considérablement la réalisation de cet appareil aux électroniciens novices, c'est l'existence et la disponibilité d'une platine, gravée, percée, étamée et sérigraphiée. La complexité de l'installation n'est pas beaucoup plus grande si du poste secondaire unique on décide de passer à deux ou trois de ces postes secondaires. Chaque poste secondaire ne comporte en fait rien d'autre qu'un haut-parleur d'une quarantaine d'ohms d'impédance, un condensateur pour le découplage des tensions continues (c'est-à-dire leur suppression) et une touche d'appel. Et il existe même une plaquette pour ces quelques composants, de telle manière que la réalisation des postes secondaires pourra être tout aussi soignée que celle du poste principal.

... it's easy

On déduit de ce qui précède que la totalité de l'électronique se trouve donc sur la platine du poste principal. C'est lui qui est alimenté soit par une pile de 9 V, soit par un bloc d'alimentation par le secteur. La puissance obtenue avec une batterie de 9 V et le haut-parleur d'impédance moyenne est d'environ 200 mW. Le niveau sonore résultant sera suffisant pour la plupart des applications, mais avec une alimentation par le secteur (non stabilisée) dont la tension ne devra en aucun cas dépasser 16 V, on obtiendra une puissance sensiblement supérieure sans distorsion audible. Rajoutez dans ce cas un condensateur électrochimique (2000 µF/16 V)

entre les points "a" et "b" de la platine.

Alimentation unique

L'interrupteur à bascule S2 permet de mettre en service la tension U1 qui alimente IC2 et IC3 (les amplificateurs opérationnels OP1 à OP4) ainsi que l'étage d'amplification formé par T1 et T2. Mais vous découvrirez au fil de la description du schéma que la fonction "appel" de l'interphone est assurée même lorsque S2 est ouvert.

L'amplificateur opérationnel OP2 est utilisé pour créer une tension de référence qui se situe exactement à la moitié de la valeur de la tension d'alimentation. A son entrée "+" on trouve pour cela un diviseur de tension à

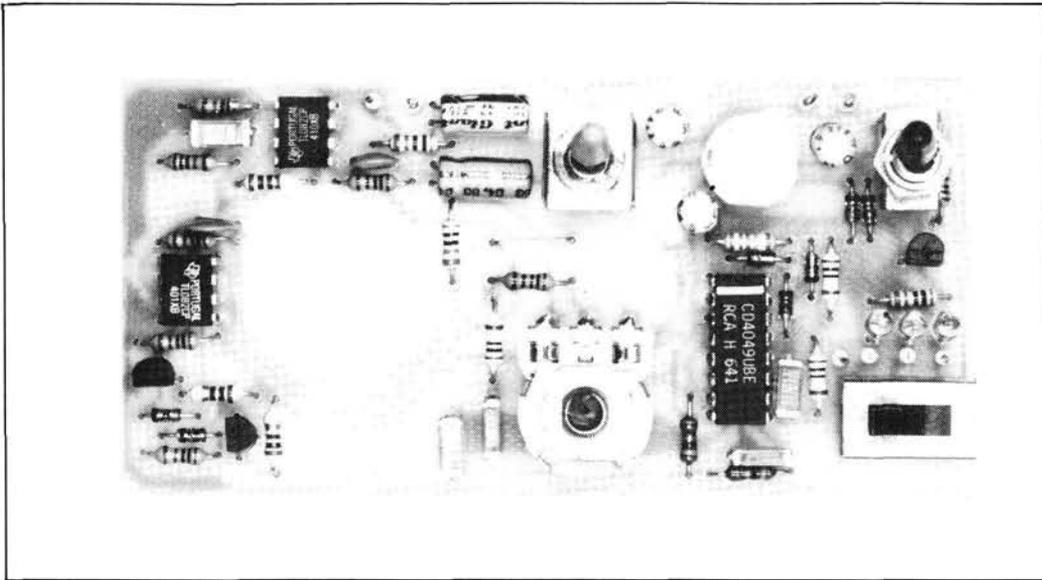


Figure 4. Photographie de l'un des prototypes du poste principal juste avant le câblage.

signal de parole, mais peut passer à une trentaine de milliampères selon le volume du signal de parole.

Le circuit comporte encore quelques détails assez subtils qui méritent un effort d'attention. Quand on relâche le bouton d'appel (Ta2 par exemple), l'inverseur N5 bloque immédiatement (à travers D5) les oscillations de N3 et N4; cette précaution est nécessaire car sinon on entendrait les oscillations s'éteindre peu à peu jusqu'à ce que le condensateur C11 soit déchargé.

APPEL DES POSTES SECONDAIRES

Le poste principal peut lui aussi appeler les postes secondaires. Il faut pour cela que S3 soit dans la position correspondant au poste à appeler, tandis que S1 doit se trouver en position "parole". La position de S2 est sans importance, puisque le signal d'appel est donné à l'aide de Ta1 qui fonctionne comme nous l'avons vu pour les boutons d'appel des postes secondaires, par exemple Ta2. Pour que le poste principal puisse écouter la réponse du poste secondaire appelé, il faut après l'appel mettre S1 en position "écoute" et S2 en position "marche".

La fréquence fondamentale du signal d'appel est produite par N3 et N4. Il s'agit d'un signal carré dont la fréquence audible monte et descend au rythme des oscillations à très basse fréquence (3 Hz environ) produite par le générateur N1/N2. On entend donc une espèce de ti-ta-ti-ta pas trop désagréable.

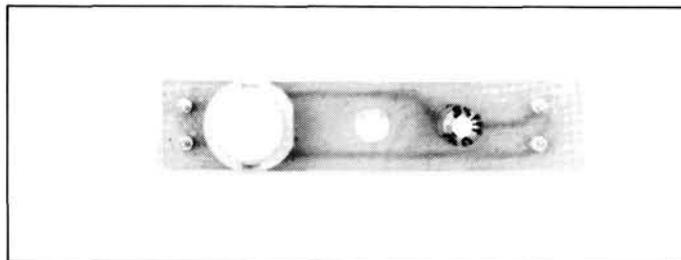


Figure 5. Vue rapprochée de la platine de l'un des postes secondaires.

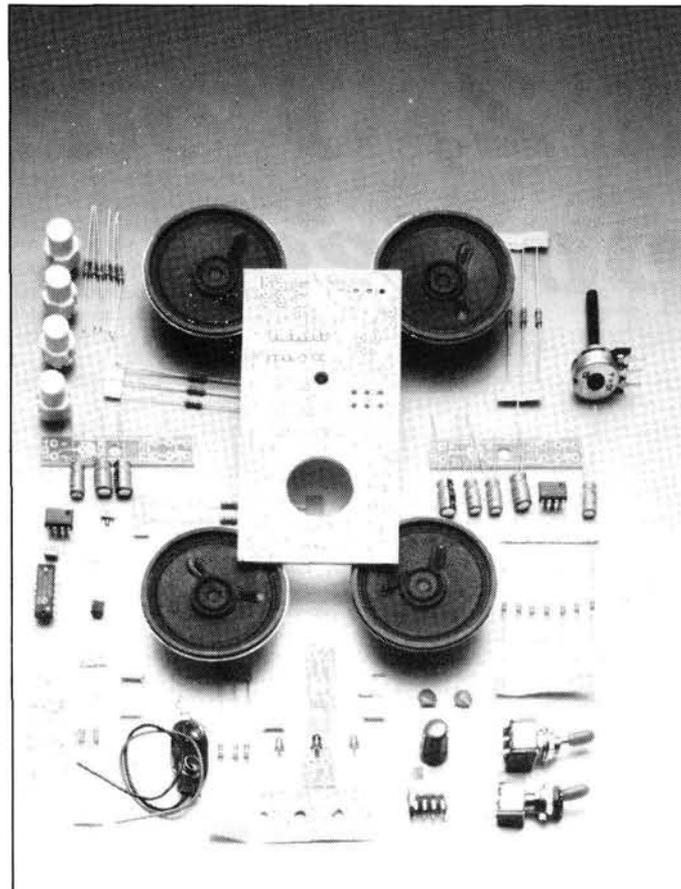


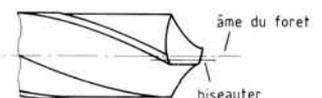
Figure 6. Le kit complet de l'interphone à 4 postes est fourni avec tous les composants nécessaires à la réalisation d'une version à 3 postes secondaires. Les coffrets en matière plastique noire sont sérigraphiés, mais non percés.

DES LIAISONS LONGUES, LONGUES

Les liaisons câblées entre le poste principal et les postes secondaires peuvent être longues, très longues même, puisque des essais ont été faits jusqu'à près de 100 m, avec des résultats satisfaisants à condition que les fils de liaison ne soient pas parallèles aux lignes du réseau 220 V. Dans un environnement électrique perturbé, il est recommandé d'effectuer les liaisons en fil blindé (un conducteur + blindage à la masse). Pour "voir", nous avons poussé l'expérience jusqu'à une longueur de 1000 m en câblage bifilaire ordinaire (non blindé) de 0,4 mm² de section sans que l'on entende des parasites vraiment gênants. Ceci est possible grâce à la faiblesse relative de l'impédance d'entrée et de sortie de l'amplificateur.

Tous les composants à l'exception du haut-parleur sont montés sur une platine au tracé assez dense pour des néophytes. Il faudra donc soigner l'implantation et la soudure des composants, et surtout vérifier... avant, après, pendant, et ne jamais relâcher l'attention. Dans le coffret en matière plastique noire fourni avec le kit, il y a assez de place pour la pile. Il faudra commencer par y percer les trous pour S1 et S2 (6,5 mm) et ceux de l'évent du haut-parleur (plusieurs trous de 3 mm). Pour le poussoir Ta1 il faut un trou de 9,5 mm. Si vous n'avez pas de mèche à trous carrés, vous réaliserez la fenêtre rectangulaire pour S3 en perçant côte à côte deux trous de 3 mm, puis en rectifiant les angles à la lime ou au couteau.

Nous profitons de l'occasion pour vous donner un petit conseil pour le perçage des matières plastiques. Confectionnez-vous des mèches spéciales à partir de mèches à métaux bisautées comme indiqué sur le croquis.



En tout état de cause, pour percer dans la matière plastique préférez une mèche à métaux usée et émoussée à une mèche neuve ou fraîchement affûtée. Ne négligez jamais d'ébarber les trous à l'aide d'un outil spécial ou d'un couteau avant de monter les composants.

peu près symétrique, tandis que son entrée "-" est reliée directement à sa sortie. La résistance de découplage applique la tension de référence au condensateur tampon C7 d'où elle est redistribuée sur l'entrée "+" de OP1, mais aussi comme tension de référence pour l'étage intermédiaire OP3 (à travers R13) et au diviseur de tension variable P1, lequel fonctionne ici comme organe de réglage de volume.

Tels qu'ils sont représentés sur le schéma, l'inverseur S1 et le commutateur S3 acheminent le signal basse-fréquence de parole venant du poste secondaire n°1 par le point "e" (à travers C10 et R15) sur l'entrée "-" broche 2 de OP1. Celui-ci est associé à R9 et C6 et fonctionne en amplificateur inverseur dont le gain est de 47 (c'est le rapport R9/R5 qui détermine ce gain). De la sortie de OP1, le signal amplifié poursuit son chemin, éventuellement atténué par R10, en fonction de la position de son curseur, vers un deuxième étage amplificateur dont le gain est de ... et bien devinez donc ! Mais oui, le gain en tension d'OP3 est de 33+1. Ensuite vient OP4 qui fait office de tampon pour l'étage de puissance formé par T1 et T2.

Le signal de sortie est réinjecté sur l'amplificateur opérationnel; ce qui compte dans cet étage de puissance, c'est le gain en courant, celui qu'il faut pour donner naissance à un champ magnétique et mettre en mouvement la membrane d'un haut-parleur. C'est à travers l'inverseur S1b (dont vous aurez compris qu'il est la seconde moitié du double circuit de S1 dont nous connaissons déjà la moitié S1a par où est arrivé le signal d'entrée) et enfin le condensateur C9 que le signal BF arrive sur le haut-parleur.

UN HAUT-PARLEUR DEVIENT MICROPHONE

Imaginez à présent S1 dans l'autre position. A l'entrée du circuit d'amplification dont nous venons de faire le tour on trouve maintenant ... le haut-parleur du poste principal. Tandis que S1b achemine le signal de sortie à travers C10 et S3 vers le poste secondaire n°1 (en admettant que la position de S3 n'a pas changé). Ceci n'est pas une erreur, mais tout simplement une astuce grâce à laquelle on peut se passer de microphone, puisque c'est le haut-parleur

qui en tient lieu. Pas sorcier, puisqu'un microphone transforme en électricité les vibrations de l'air captées par lui, tandis que le haut-parleur transforme en vibrations de l'air les signaux électriques reçues par lui. De là à retourner le HP pour en faire un micro il n'y a qu'un pas. Les avantages de cette manière de procéder sont importants puisqu'elle réduit la complexité du circuit et qu'elle en simplifie le câblage en limitant à deux le nombre de fils entre deux postes.

Le choix du poste auquel le poste principal s'adresse est effectué simplement à l'aide du commutateur à glissière S3. Ne vous y méprenez pas : le circuit est si bien conçu que même lorsque le circuit principal est hors service, il reste possible de l'appeler depuis n'importe lequel des postes secondaires.

Voyons cela de près. Lorsqu'un poste secondaire appelle le poste principal, le poussoir d'appel de ce poste se ferme; c'est T2 par exemple sur le poste secondaire n°1. Quand ce poussoir se ferme, il circule un courant de base à travers T3, la résistance de limitation R20 et l'une des trois LED D8 à D10 : ce sera D8 si l'on appuie sur le bouton d'appel

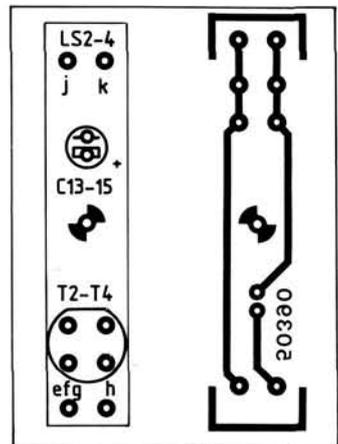


Figure 3. Les postes secondaires ne comportent chacun que trois composants dont deux pourront être montés sur cette petite platine.

du poste 1. Quel que soit le poste appelant, T3 devient conducteur et permet l'alimentation à travers la diode D6 des circuits reliés à la tension U1. Quand T3 devient conducteur, il permet aussi à l'oscillateur N1 à N4 de fonctionner. Le signal de sortie de cet oscillateur est appliqué à l'amplificateur OP3 par l'intermédiaire de R12. Le signal amplifié est rendu audible par les vibrations de la membrane du haut-parleur à condition que S1 soit en position "écoute". Rappelons que la position de S3 n'exerce aucune influence sur le déroulement de la procédure telle que nous venons de la décrire.

La position de R10 n'exerce pas non plus la moindre influence sur le niveau sonore du signal d'appel. Le choix d'une valeur plus ou moins élevée que celle indiquée dans le schéma pour R12 permettra d'adapter le niveau du signal d'appel aux exigences particulières de chacun. Plus la valeur de R12 est élevée (jusqu'à 10 MΩ) plus le signal est atténué. Inversement, plus le signal doit être fort, plus il faut réduire la valeur de R12 (jusqu'à 100 kΩ).

On retiendra donc que pendant un appel le circuit générateur de signal d'appel et le circuit d'amplification sont alimentés à travers T3 et D6 quelle que soit la position de l'interrupteur S2. Le courant qui circule tant que l'une de touches d'appel est de 30 mA environ. Quand S2 est ouvert et qu'aucune touche d'appel n'est actionnée, la consommation n'est même pas d'1 μA, ce que l'on considère comme négligeable puisque le courant de décharge spontanée des piles est d'une intensité plus forte. Quand S2 est fermé, la consommation est de l'ordre de 5 mA en l'absence de

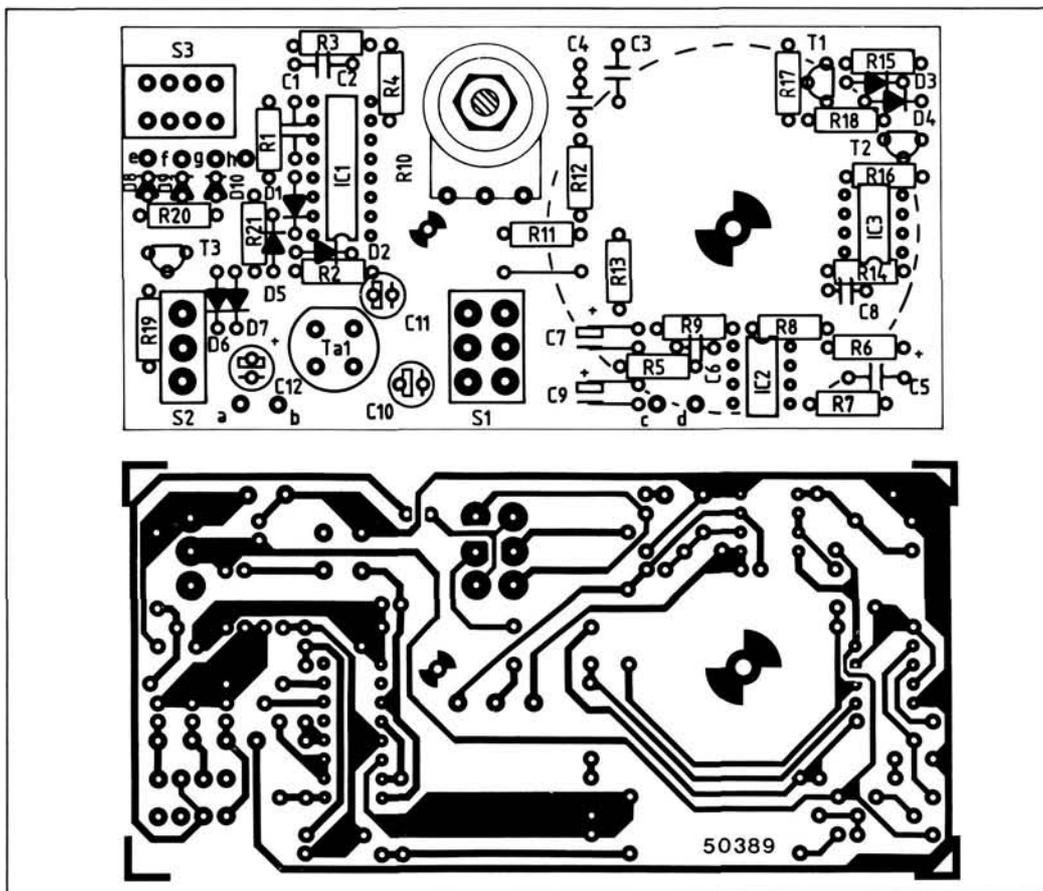


Figure 2. Le tracé des pistes de la platine principale de l'interphone est assez ramassé. Il faudra donc faire attention aux courts-circuits. L'aimant du HP vient se loger dans la fenêtre circulaire ouverte dans la platine.

Liste des composants

Poste principal

- Résistances :
- 10 Ω = R8,R17,R18
 - 1 kΩ = R5,R13,R20
 - 2,2 kΩ = R15
 - 10 kΩ = R11,R16,R19
 - 15 kΩ = R3,R4
 - 33 kΩ = R14
 - 47 kΩ = R9
 - 100 kΩ = R6
 - 120 kΩ = R7
 - 220 kΩ = R2
 - 1 MΩ = R1,R12,R21
 - 10 kΩ pot. lin. = R10

- Condensateurs :
- 220 pF = C6,C8
 - 10 nF = C2,C4
 - 47 nF = C1,C3,C5
 - 1 μF/16 V = C11
 - 10 μF/16 V = C7,C10,C12
 - 47 μF/16 V = C9

- Semi-conducteurs :
- CD4049 = IC1
 - TL082 = IC2,IC3
 - 1N4148 = D1,D7
 - BC558 = T3
 - BC327 = T2
 - BC337 = T1
 - LED 3 mm rouge = D8,D10

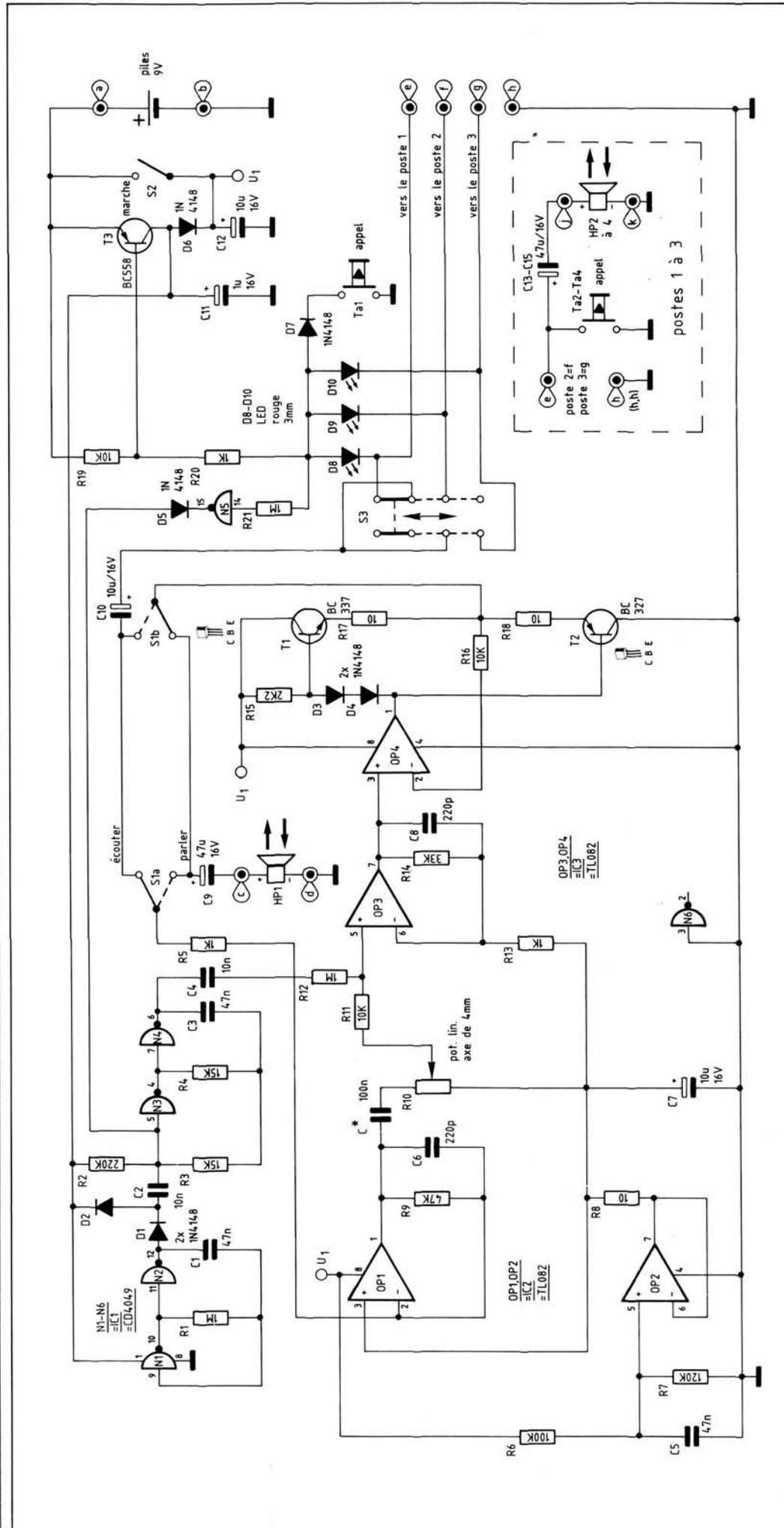
- Divers :
- Ta1 = poussoir
 - S1 = inverseur bipolaire
 - S2 = inverseur bipolaire
 - S3 = commutateur à glissière
 - 2 circuits, 3 positions
 - HP 40 à 50 Ω
 - connecteur pour pile 9 V
 - 8 picots

Postes secondaires

- Condensateurs :
- 47 μF/16 V = C13 à C15

- Divers :
- HP2 à HP4 40 à 50 Ω
 - Ta2 à Ta4 = poussoir
 - 6 picots

Figure 1. Un schéma plutôt étoffé pour des débutants en électronique. On peut le décomposer en plusieurs blocs fonctionnels: autour de N1 à N4, le générateur de signal d'appel; autour de OP1 à OP4, l'amplification en tension des signaux avec R10 comme réglage de volume; autour de T1 et T2 l'amplification en courant pour attaquer le haut-parleur. L'opérateur N5 et la diode D5 bloquent les oscillations du circuit d'appel dès que la touche d'appel est relâchée. Le transistor T3 sur S2 met le circuit sous tension lors d'un appel dont D8 à D10 indiquent l'origine.

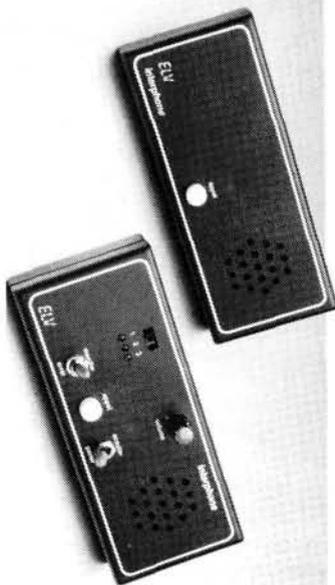


KITS D'ORIGINE KTE

interphone

Interphone câblé (1 fil + masse) à plusieurs postes alimenté par pile de 9 V ou bloc secteur compact sur le poste principal

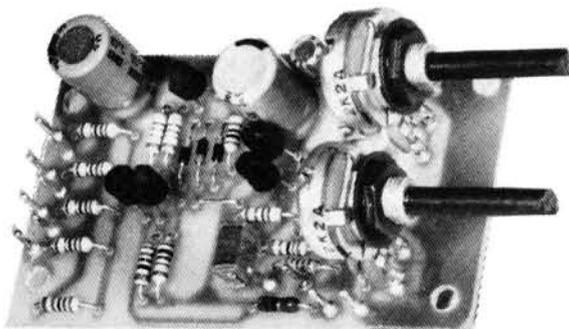
- signal d'appel à double tonalité sur les postes secondaires et sur le poste principal
- appel possible alors que le poste principal est hors service
- sur le poste principal, identification du poste appelant par LED
- liaisons de grande longueur possibles
- faible consommation, sonorité agréable
- les haut-parleurs font office de microphone
- coffrets ultra-plats sérigraphiés (non percé)



(FR403BKL) 315 FF

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  ELECTRONIC
CHEZ Selectronic
OU DIRECTEMENT CHEZ KTE Technologies**

Pendule électronique

L'électronique peut devenir décorative et attrayante tout en restant profondément éducative. C'est ce que démontre le kit de ce pendule électronique dont le fonctionnement en pseudo mouvement perpétuel est basé sur le phénomène de l'induction de tension. Le circuit électronique facile à réaliser est caché dans le socle de l'appareil avec une pile électrique. Une idée de cadeau à retenir !



Pendule électronique
Kit complet (avec boîtier et tous les accessoires mécaniques)

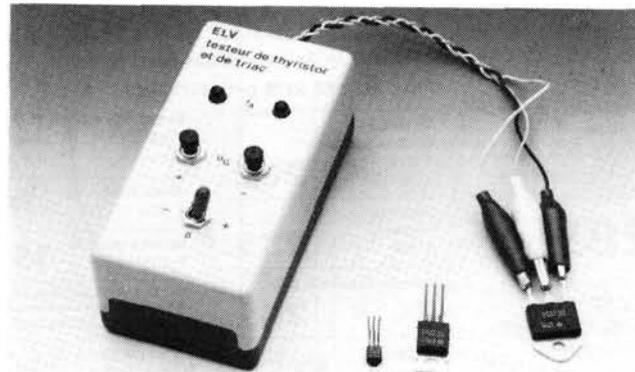
FR366BKL 165 FF

(voir ELEX n°4)

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

AG ELECTRONIQUE LYON

51, cours de la Liberté 69003 - Tél. : 78.62.94.34

Catalogue complet contre 12 F en timbres

KITS OK PRESTIGE
RT 1 Fréquence de OA 1 GHz avec coffret **780 F**
RT 2 Chambre d'écho digital 256 K **780 F**
 Fréquence digital 50 MHz **450 F**
NOTRE KIT GENEATEUR DE FONCTION DE 2 à 200 kHz **195 F**

KITS JO KIT HYPER 15
 radar alarme **370 F**
 TC 256 RC 256 Ensemble télécommandé HF Codé **PROMO 499 F**

(Vente par correspondance)

ALIMENTATION ELC

AL841 34 56-75 912 V 1 A **196 F**
 AL745 2 à 15 V 3 A **650 F**
 AL812 0 à 30 V 2 A **725 F**
 AL781N 0 à 30 V 5 A **1900 F**
 AL823 2 x 0 à 30 V ou 0 à 60 V 5 A **3200 F**

JBC

FER A SOUDER AVEC PANNE LONGUE DUREE
 14 W - 220 V **136,50 F**
 30 et 40 W **124,60 F**
 Support universel **78,30 F**

WELLER



WTCP5 WECP 20 : poste thermorégulé **1 125 F TTC**
EC 2002 : thermorégulé - Affichage digital **1 600 F TTC**
VP 801 EX : ensemble de dessoudage **6 450 F**

ELC GENEATEUR

948,80 F

BECKMAN INDUSTRIAL

9020
 Double trace 2 x 20 MHz. Ligne à retard. Testeur de composants. Chercheur de trace. Livre avec 2 sondes combinées **3 890 F**

HAMEG

Double trace 2 x 20 MHz 2 mV à 20 V. Addition soustraction, déclencheur, DC-AC-HF-BF. Testeur composant incorporé. Avec 2 sondes combinées **3 990 F**

MANUDAX

M 3650
 Multimètre 20 A 3 1/2 digits, Capacimètre, Transistormètre, Fréquence-mètre, Test diode, Bip sonore, Afficheur 80 mm. **695 F TTC**

1 LOT DE 100 CONDENSATEURS CERAMIQUES 1^{er} CHOIX GRATUIT

M 4650 - 20.000 P
 Mêmes caractéristiques que M 3650. 4 1/2 digits. Memoire + HOUSSE **1 090 F TTC**

PROMO LABO KF

1 Banc à isoler 270 x 400 mm. livre en kit
 1 Machine à graver 180 x 240 mm
 1 DIAPHANE KF - rend transparent tout papier
 3 Plaques epoxy presens-biisées 150 x 200 mm
 3 Litres de perchlorure de fer
 1 Sachet de revelateur
Prix : 1 800 F T.T.C.

Expédition en port dû par transporteur
EN PRIME UN MULTIMETRE UNIVERSEL : POUR TOUT ACHAT D'UN LABO.

VELLEMAN KIT

Kit à le faire, autant bien le faire

NOS AUTRES KITS DOMESTIQUES

Barrière IR Emetteur infrarouge K 2549 portée 10 m env. **202.-**
Récepteur infrarouge K 2550 **235.-**
Centrale d'alarme K 2551 pour K 2549, K 2550 **285.-**
Variateur de lumière programmable K 2657 **188.-**
Commande à distance par téléphone K 2650 **220.-**

Alarme automobile K 2638 à détection de courant **170.-**
Sirène Kojak K 2604 **82.-**
Sonnette musicale K 2575 **153.-**

Prix maximum TTC autorisés jusqu'à 313.89

Sachets Résistances
 5 % 1/4 W 1 000 p 100,00 F
 5 % 1/2 W 1 000 p 100,00 F
 Capas Chimiques 1 µF à 2 200 µF
 Les 100 pièces 150,00 F
 Capas mylars de 1 nF à 0.470 µF
 Les 100 pièces 60,00 F

LOT TRANSISTORS :
 BC 550 556 557 547 548
 BC 327 328 329
 Les 100 pièces 50,00 F

TELECOMMANDE INFRAROUGE K 2547

Portée 50 mètres. Equipée de 4 canaux indépendants. Livrée avec un élégant coffret **285.-**

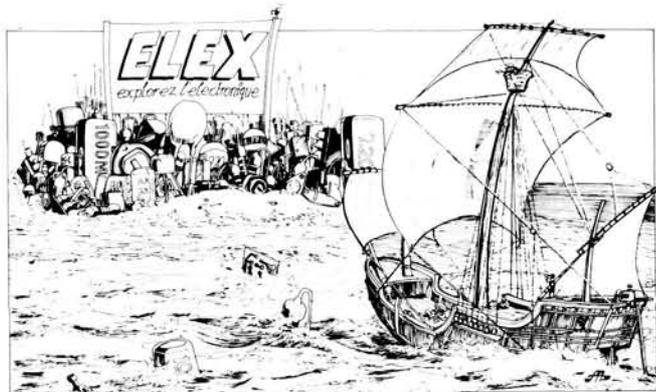
RECEPTEUR INFRAROUGE K 2548

Pour la télécommande K 2547 **372.-**

Nous réalisons vos circuits imprimés sur epoxy d'après vos schémas ou documents fournis. Tout pour le circuit imprimé C.I.F. - K.F. - J.E.L.T.
 Vente par correspondance règlement à la commande - 35 F port pour moins de 3 kg ou contre remboursement. Conditions spéciales aux écoles (nous consulter).

Partez à la découverte de l'électronique avec ELEX sur MINITEL

Tapez 36 15 ELEX



Service abonnements

Catalogue PUBLITRONIC (livres et circuits imprimés)

Sommaire mois par mois

Jeux

Etc

"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 Z80000 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 Publitronec
 — chez les libraires
 — chez Publitronec, B.P. 55, 59930 La Chapelle d'Armentières (+25 F frais de port)

UTILISEZ LE BON DE COMMANDE EN ENCART

L'électronique et la photo ont fait un mariage heureux; elles ont engendré déjà plusieurs générations d'appareils, plus étonnantes les unes que les autres. Notre propos n'est pas de chercher à entrer en concurrence avec le génie miniaturisateur des japonais. Au pays de Niepce et de Nadar, on a perdu toute prétention à cet égard depuis longtemps. Nous nous contenterons modestement de vous présenter un petit gadget différent des autres gadgets parce qu'il est bien pratique : une lampe de poche utilisable en toute sécurité dans n'importe quel laboratoire photo : noir et blanc ou couleur. Inutile de ricaner, ceci n'est pas une blague.

Le spectre lumineux de notre lampe de poche, c'est-à-dire le type de lumière émise par elle, ne recoupe pas celui du matériel photo-sensible, car elle utilise des LED comme source de lumière. Autre caractéristique précieuse : elle s'éteint d'elle-même dès que l'éclairage normal est rétabli.



Figure 1 - L'éclairage fourni par les trois LED de cette lampe de poche suffit pour s'orienter sans tâtonner dans un laboratoire photo. Il permet aussi de lire une notice d'emploi ou de rechercher un objet tombé à terre.

notions de photographie, de relire éventuellement l'encart de l'article paru au sujet des **magnétogrammes**, dans Elex n°4 du mois d'octobre 1988). Pour éviter tout accident de cette nature, **la longueur d'onde de la lumière émise par la lampe de poche doit être aussi éloignée que possible du spectre de sensibilité du papier utilisé.**

Le **tableau 1** reprend les caractéristiques principales de quelques LED qui conviennent pour notre lampe de poche. Cette liste n'est pas limitative, vous en découvrirez d'autres dans les catalogues des détaillants en composants électroniques.

Le choix des LED s'effectuera donc en fonction de l'émulsion du papier photosensible. Un papier noir et blanc normal fera bon ménage avec la lumière de toutes les LED : vertes, jaunes et rouges. Une certaine prudence s'impose malgré tout si vous utilisez des LED vertes car le spectre de ces LED est très proche

LAMPE DE POCHE POUR LABORATOIRE PHOTO

LE SPECTRE CHROMATIQUE DES LED ET CELUI DU PAPIER PHOTO-SENSIBLE

La **figure 2** représente les courbes de sensibilité de certains papiers photographiques ainsi que le spectre chromatique lumineux de trois sortes de diodes électroluminescentes (LED). Vous constaterez que l'on exprime les couleurs en **longueur d'onde** de la lumière et que l'ordre de grandeur de ces longueurs d'onde est de 500 nanomètres (un nanomètre vaut un milliardième de mètre, soit un millionième de millimètre). La couleur des LED doit être choisie de telle façon que le papier ne soit pas impressionné par l'éclairage de la lampe de poche, ce qui se traduirait, après développement, par un voile grisâtre sur le papier (nous suggérons à ceux qui n'auraient que très peu de

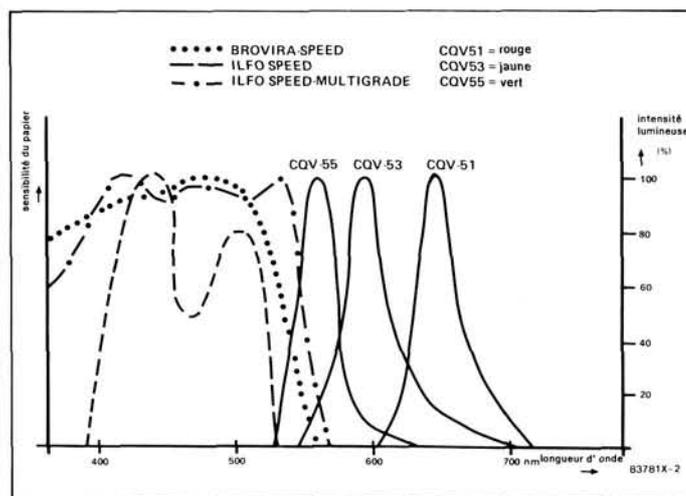


Figure 2 - Les trois courbes de gauche indiquent la plage de sensibilité de trois types de papier photographique aux différentes couleurs indiquées en abscisse et exprimées ici en longueur d'onde. Les trois courbes de droite représentent le spectre lumineux de trois diodes électroluminescentes. En ordonnée le diagramme indique la sensibilité du papier (à gauche). A droite figure une échelle d'intensité lumineuse des LED.

de celui auquel le papier noir et blanc est sensible. Le papier multigrade comporte plusieurs couches sensibles qui sont sensibles notamment au bleu et au vert. Ce papier ne reste insensible qu'à l'éclairage des LED rouges ou jaunes.

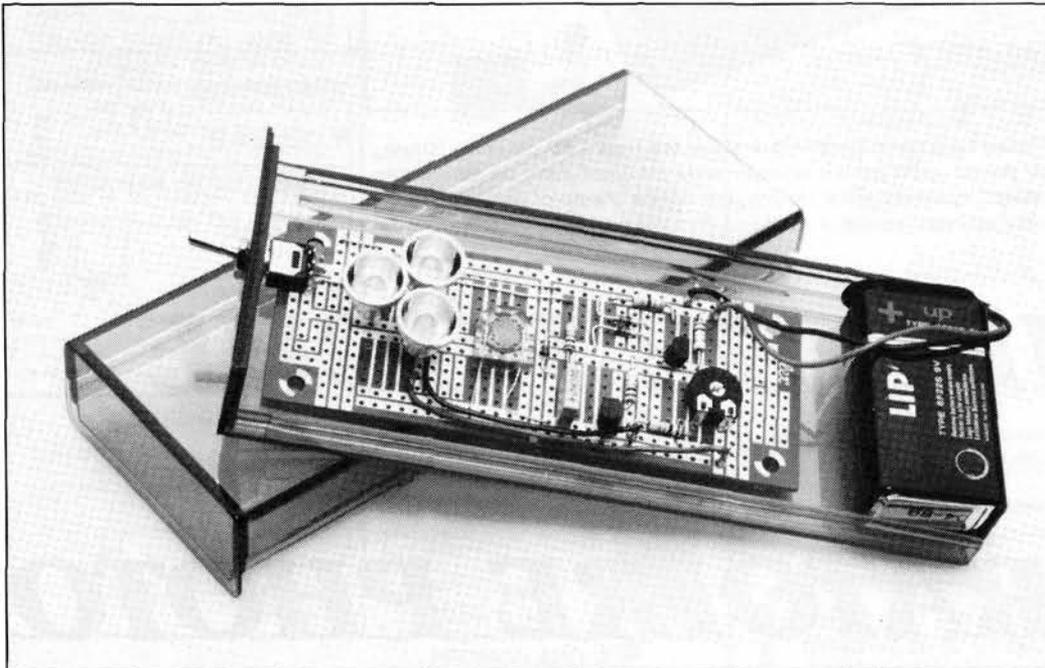
Le papier couleur négatif est relativement sensible et son spectre de sensibilité est tel que les LED jaunes sont les seules dont il peut subir la lumière indirecte sans dommage. Évitez de projeter la lumière jaune directement sur ce papier car elle l'impressionnerait irrémédiablement.

Le papier couleur réversible réagit à toutes les couleurs du spectre lumineux si bien qu'aucune LED ne convient pour ce genre de papier. Ici notre lampe de poche ne vous sera d'aucun secours et vous devrez travailler dans l'obscurité totale, comme pour la manipulation des négatifs N&B.

Tableau 1.

Type	angle de rayonnement	I _{FMAX}	intensité en mCd pour I _F	"bosse" spectrale		
				rouge	jaune	vert
CQV 51 H	24°	60 mA	25...50 20 mA	638 nm		
CQV 53 H	24°	60 mA	25...50 20 mA		592 nm	
CQV 55 H	24°	60 mA	25...50 20 mA			561 nm
CQX 24-1	24°	60 mA	>40 10 mA	650 nm		
CQX 24-2	24°	60 mA	>60 10 mA	650 nm		
CQW24-2	60°	60 mA	>15 10 mA	650 nm		
CQX 64	24°	30 mA	>15 10 mA			560 nm
CQX 74	24°	30 mA	>15 10 mA		590 nm	
CQX 54	24°	30 mA	>15 10 mA	630 nm		

Tableau 1 - Caractéristiques principales de quelques LED convenant pour notre lampe de poche de laboratoire. Les LED à haut rendement sont préférables aux LED ordinaires.



Liste des composants

- R1 = 33 Ω
- R2 = 100 Ω
- R3,R5 = 10 Ω
- R4 = 1 kΩ
- P1 = 250 kΩ réglable
- C1 = 100 nF
- T1 = BC559C
- T2 = BC547B
- D1,D2,D6 = 1N4148
- D3,D4,D5 = LED (voir le texte)

Divers

- S1 = inverseur unipolaire
- 1 platine d'expérimentation de format 1
- 1 pile 9 V
- 1 connecteur de pile 9 V
- 1 coffret
- éventuellement 3 réflecteurs pour LED

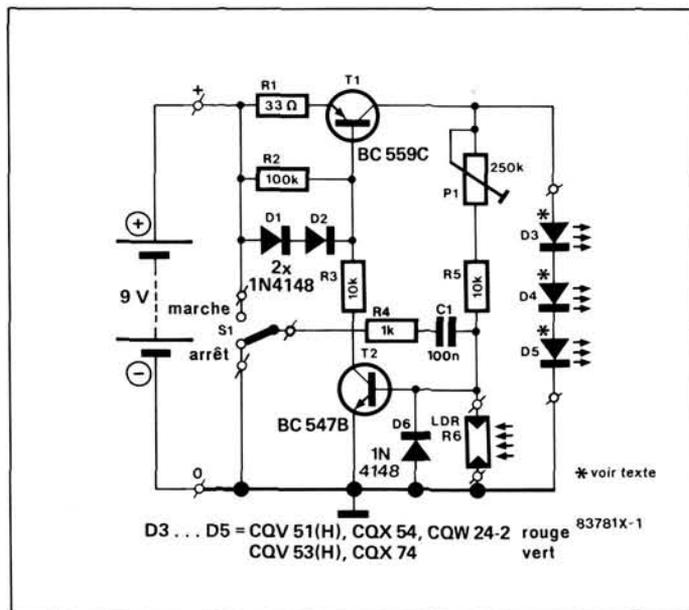


Figure 3 - La fonction du circuit électronique est de maintenir une intensité lumineuse invariable durant toute la durée de vie des piles et d'éteindre automatiquement la lampe dès que l'éclairement du laboratoire est suffisant pour rendre la lampe de poche inutile.

Les émulsions orthochromatiques (utilisées pour la reproduction de documents) sont compatibles uniquement avec la lumière des LED rouges. Pour être tout à fait certain que la LED que vous avez choisie est totalement compatible avec l'émulsion du papier employé il est utile de faire des bandes d'essai sur plusieurs échantillons de ce papier.

LE CIRCUIT D'UNE LAMPE DE POCHÉ TRÈS SPÉCIALE

Sur la figure 3 vous voyez tout ce que contient le boîtier de cette lampe de poche peu banale. Basculons l'inverseur dans la position "marche". La base du transistor T2 reçoit une impulsion de tension positive à travers la résistance R4 et le condensateur C1. Il devient conducteur et met la base

du transistor T1 à la masse par la résistance talon R3. La valeur de cette résistance est déterminée de façon telle que la chute de potentiel que provoque le courant qui la traverse (venant de la pile par R2) rende le transistor T1 conducteur. A partir de ce moment un courant de 20 mA traverse les trois diodes électroluminescentes D3, D4 et D5 en passant par T1 et R1.

Cette situation se maintient car après l'impulsion positive initiale, la base de T2 voit circuler un courant de tension positive à travers la résistance réglable P1 et R5 grâce à la conduction de T1. Vous remarquerez que ce transistor PNP est monté en source de courant. Ce montage particulier a pour effet de maintenir à peu près constante l'intensité du courant qui traverse les LED (dans certaines limites), même lorsque la tension de la pile commence à baisser. Le flux lumineux émis par

les LED restera donc pratiquement constant jusqu'à épuisement de la pile.

On peut éteindre cette lampe de poche de deux façons différentes, la plus classique étant d'inverser le commutateur d'allumage. Dans ce cas une impulsion de tension négative atteint la base de T2. Cette impulsion a pour effet de bloquer le transistor T2, ce qui entraîne l'arrêt de fonctionnement du transistor T1 et l'extinction des LED.

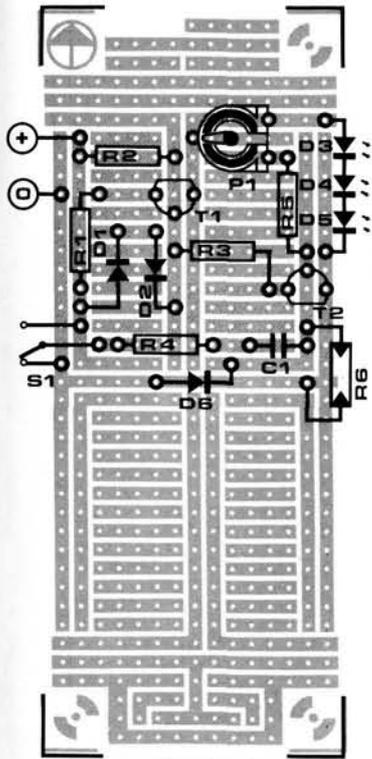


Figure 4 - L'implantation des composants ne pose guère de problèmes. Le texte de l'article vous en dira plus sur le choix des diodes électroluminescentes et sur l'emplacement de la photorésistance.

La différence de potentiel entre les bornes extrêmes d'un diviseur de tension est répartie aux bornes des composants de façon directement proportionnelle à la résistance des différents composants

L'arrêt automatique de la lampe de poche intervient au moment où trop de lumière frappe la couche sensible de la photorésistance (LDR R6) qui est insérée dans un diviseur de tension : P1, R5, LDR (R6). La tension qui règne entre le collecteur de T1 et la masse est répartie d'une façon directement proportionnelle à la résistance des différents composants résistifs du diviseur de tension. Si la résistance de l'un de ces composants vient à diminuer, la tension à ses bornes diminue également. C'est le cas de la LDR au moment où l'on allume l'éclairage normal du laboratoire photo, ou bien lorsqu'on expose la lampe de poche à la lumière du jour. Cette lumière qui frappe la LDR en fait baisser la résistance et la tension aux bornes de ce composant devient insuffisante pour maintenir le transistor T2 conducteur. C'est très économique pour les gens distraits.

Le seuil d'éclairement à partir duquel cette extinction automatique intervient peut être ajusté en faisant varier la valeur d'un autre élément résistif de ce diviseur de tension : la résistance réglable P1.

LA PRATIQUE

La construction de cette lampe n'est vraiment pas

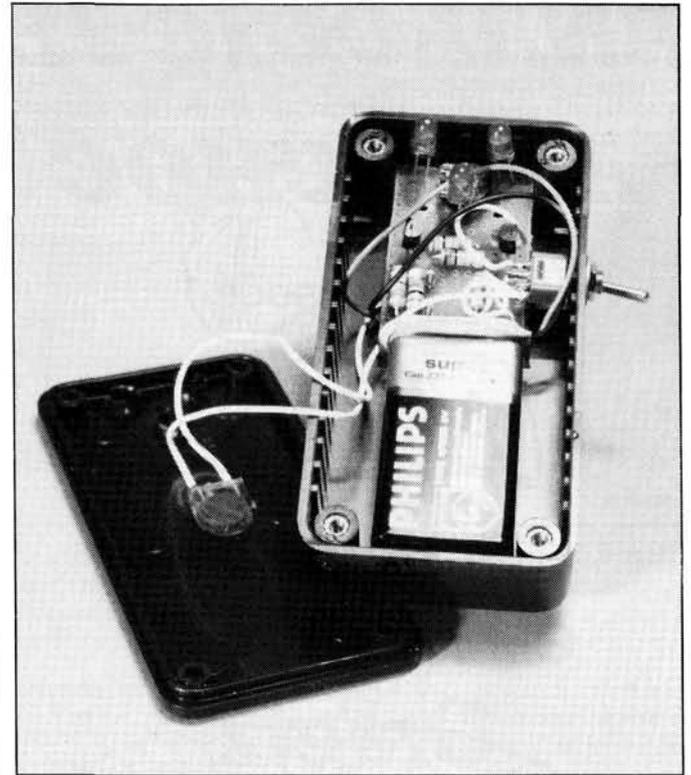


Figure 5 - Notre prototype est très maniable et peu encombrant. Quand vous réaliserez cette lampe vous aurez peut-être intérêt à utiliser un inverseur moins fragile que celui que nous avons choisi pour le prototype et que nous avons remplacé depuis par un modèle plus robuste.

difficile. La figure 4 vous montre comment implanter les composants sur une demie platine d'expérimentation de format 1. Il suffit d'être attentif au respect de la polarité des diodes, des LED et des deux transistors. La figure 5 montre l'aspect de notre prototype et du type de coffret très pratique que nous avons employé dans cette réalisation. Il en existe bien d'autres qui conviennent tout aussi bien que celui que nous avons choisi.

Le position optimale du curseur de la résistance réglable doit être recherchée

de façon empirique. La luminosité des diodes électroluminescentes peut être améliorée grâce à des petits réflecteurs spéciaux placés derrière les LED et à des lentilles convergentes placées devant. L'emplacement de la LDR doit être choisi de telle sorte que la lumière ambiante puisse l'atteindre lorsqu'on rétablit l'éclairage normal du laboratoire. La face la mieux indiquée semble être celle qui coïncide aux trous de passage des trois LED puisque c'est cette face-là que vous orienterez normalement vers le haut.

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.

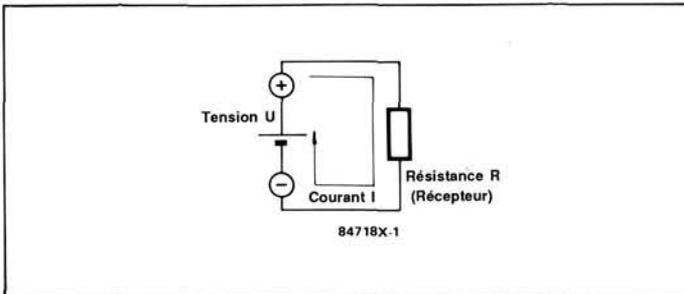
ANALOGIQUE

ANTI-CHOC

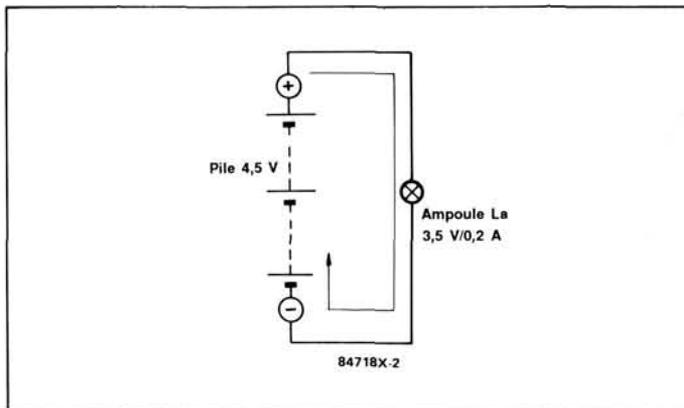


Le dernier épisode, qui se trouve être aussi le premier, nous a appris que le courant électrique ne s'écoule que par un **circuit**. Un circuit simple est constitué d'une source de tension ou générateur, d'un récepteur et des conducteurs qui les relient. Dans ce circuit, le récepteur est une résistance. La consommation de courant est conforme à la loi d'Ohm. Précisons, pour "parler vrai", que ce n'est pas le courant qui est consommé, mais l'énergie électrique. Nuance !

Elle est fournie par la pile, transportée par le courant jusqu'à la résistance, où elle se transforme en énergie calorifique (en chaleur, pour "parler simple"). Comme il est rare qu'on utilise en électronique la chaleur dégagée par une résistance, c'est à juste titre qu'on parle de dissipation de chaleur.

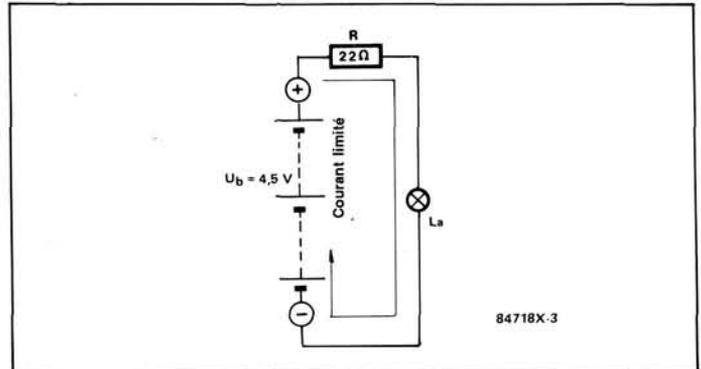


Une ampoule à incandescence est aussi une résistance, mais son échauffement va jusqu'au blanc. Voilà qui fait la lumière sur l'utilité du circuit suivant, composé d'une ampoule de lampe de poche et d'une pile plate de 4,5 V.

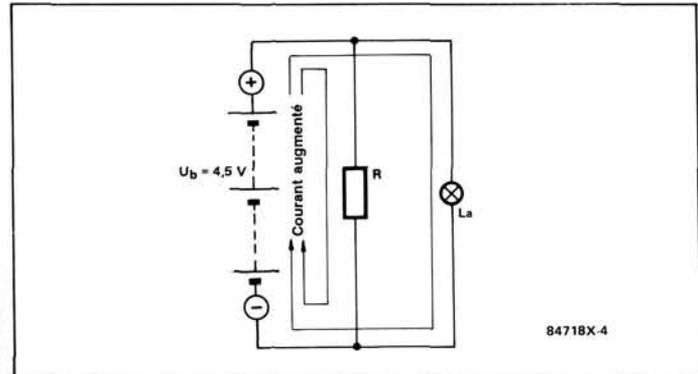


L'ampoule montre à l'évidence que le courant ne passe que dans un circuit : si on interrompt le circuit, n'importe où et même brièvement, elle s'éteint.

Ce montage va nous permettre aussi de mettre en évidence l'effet d'une résistance dans un circuit. On monte une résistance de 22Ω (1 W, chez tous les revendeurs de composants) en série avec la pile et l'ampoule. "En série" signifie l'un derrière l'autre, de façon telle que le courant traverse les composants l'un après l'autre.



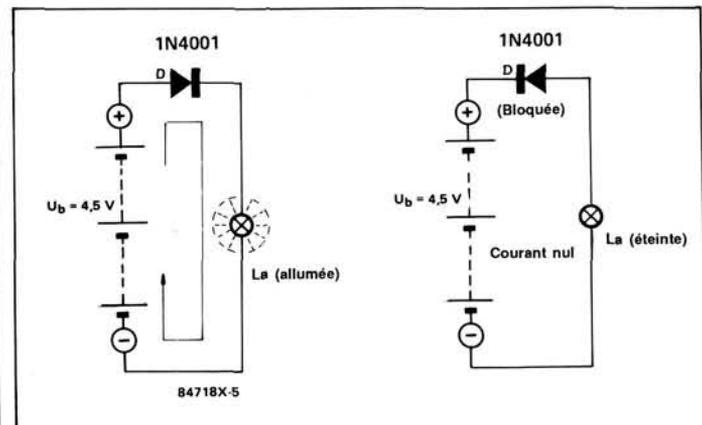
La résistance réduit le courant de moitié environ et l'ampoule brille nettement moins fort. L'effet de réduction du courant ne se produit que si la résistance est en série. Si on la monte en parallèle, la pile doit fournir du courant à la fois à la résistance et à l'ampoule.



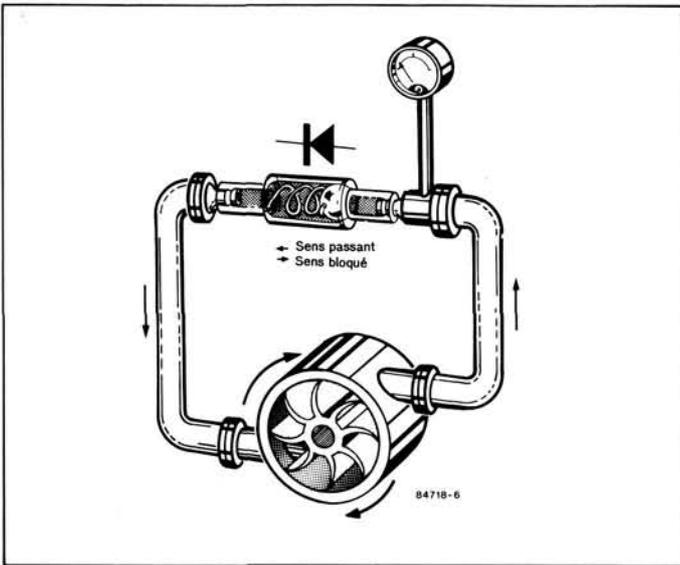
L'éclat de l'ampoule est conservé mais le débit de la pile augmente.

LA DIODE

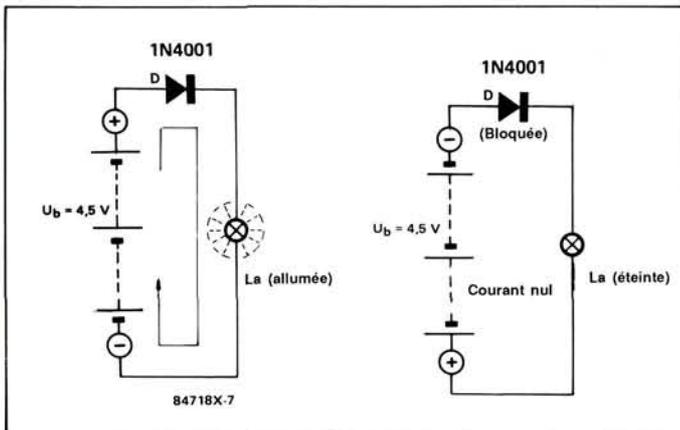
Le circuit suivant comporte une diode de type 1N4001, au lieu de la résistance, en série avec l'ampoule.



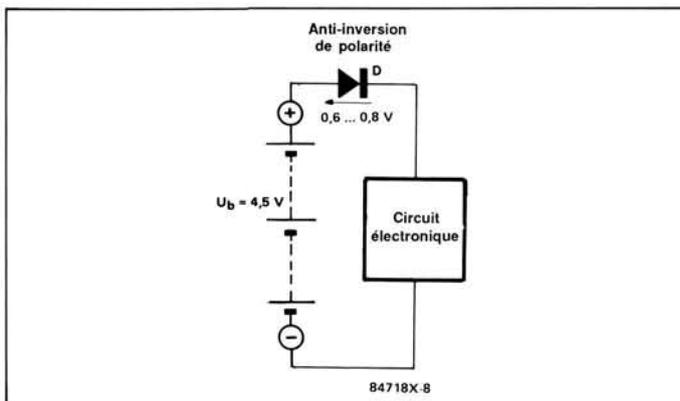
Les diodes ont en commun avec les résistances d'avoir deux bornes au sens électrique, donc matériellement deux fils de connexion. L'ampoule brille ou ne brille pas, selon l'orientation de la diode dans le circuit. On pourrait représenter la diode comme une soupape électronique qui ne laisserait passer le courant que dans un seul sens; ce qu'illustre par une comparaison hydraulique le dessin ci-dessous :



Le symbole de la diode, un triangle et une barre transversale, montre bien que les deux bornes de ce composant ne sont pas équivalentes, contrairement à la résistance ou à l'ampoule. On dit de la diode que c'est un composant **polarisé**. Comme le courant se déplace -c'est le sens conventionnel- du plus vers le moins, la diode est **passante** dans le sens de la flèche, **bloquée** en sens inverse. L'expérience de la figure 5 se ferait tout aussi bien en inversant la polarité de la pile au lieu de celle de la diode.

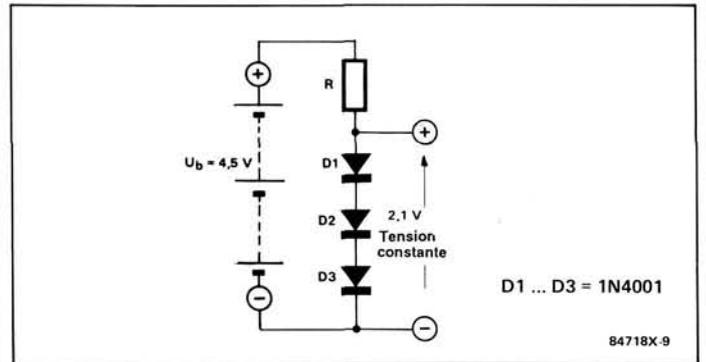


L'ampoule ne s'allume que pour une polarité. La diode constitue donc une protection contre les inversions de polarité. Cela serait sans intérêt dans le cas de l'ampoule, qui s'allume quel que soit le sens du courant, mais on trouve quelquefois des circuits électroniques sensibles protégés par une diode contre un mauvais branchement de la pile.



Cependant ce circuit présente un inconvénient : il y a aux bornes de la diode une chute de tension inutile (de 0,6 à 0,8 V, suivant l'intensité, pour les diodes au silicium comme la 1N4001). Il faut tenir compte de ce déchet surtout avec les piles dont la tension est déjà relativement faible. Si la tension d'alimentation est inférieure à 0,6 V, la diode reste bloquée. De même la soupape de la figure 6 ne s'ouvrira que pour autant que la pression exercée par la pompe-dépasse la force du ressort.

Alors que la tension aux bornes de la résistance est parfaitement proportionnelle au courant (loi d'Ohm), cette **tension de seuil** ne varie que très peu en fonction de l'intensité du courant qui traverse la diode : de 0,6 à 0,8 V environ. On exploite parfois cette propriété pour obtenir des tensions stabilisées. On connecte plusieurs diodes en série pour obtenir des tensions plus élevées.



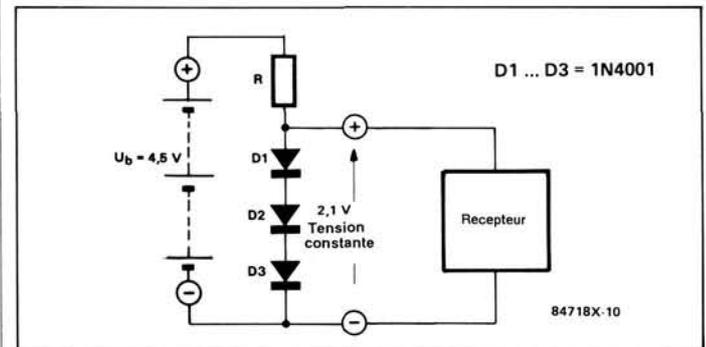
Ce sont trois tensions de seuil qui s'ajoutent ici. Ce circuit fournit donc une tension constante de 2,1 V environ. La résistance est nécessaire pour supporter la différence de tension entre la pile et la source de tension constante. Quelle valeur lui donnera-t-on ?

La tension aux bornes de la résistance est de quelque 2,4 V ($4,5 V - 2,1 V = 2,4 V$ pour une pile neuve). La loi d'Ohm nous permet de calculer la résistance. Supposons que le courant doit être de 10 mA, la résistance sera de :

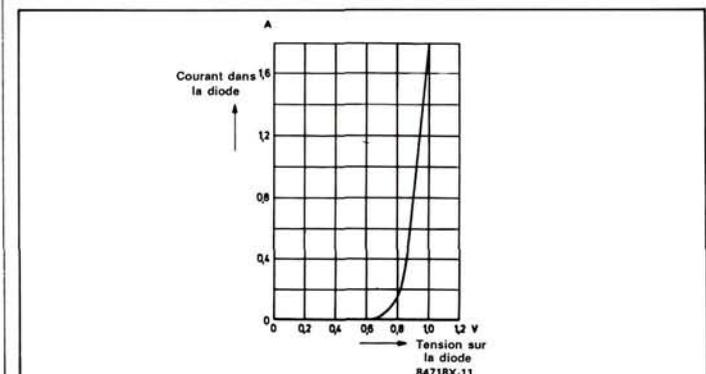
$$R = U/I = 2,4 V/10 \text{ mA} = 240 \Omega$$

(La valeur normalisée la plus proche est 220 Ω)

Autre question : avons nous choisi la bonne valeur pour le courant ? Pour le savoir, considérons la répartition des courants dans un circuit pratique comportant un récepteur, par exemple un circuit électronique, connecté à la sortie.



La résistance est traversée par le courant de la diode **et** par le courant de la **charge** (le récepteur). Ils provoquent ensemble la chute de tension dans R. Comme les diodes ont tendance à maintenir constante la tension à leurs bornes, la tension aux bornes de la résistance reste constante, elle aussi. En d'autres termes : si la charge (le courant consommé par le récepteur) augmente, le courant dans les diodes diminue. Comme le courant dans les diodes diminue, la tension à leur bornes diminue aussi, donc la tension délivrée par le circuit n'est pas parfaitement indépendante du courant consommé par le récepteur. Le diagramme suivant, qu'on appelle courbe caractéristique de la diode, montre cette relation.



La courbe ne se sépare de l'axe horizontal qu'à partir de 0,6 V. C'est à partir de cette tension que la diode conduit un courant. Pour des courants croissants la tension de seuil croît, d'abord rapidement, puis faiblement à partir de 0,2 A. La stabilisation de tension sera la plus efficace quand la diode fonctionnera dans la partie rectiligne de sa caractéristique, au-delà de 0,2 A.

C'est la résistance R qui détermine le courant dans les diodes. Voyons un exemple concret : celui d'un récepteur qui demande 10 mA. Le courant dans les diodes doit être de 100 mA. Cette valeur n'est pas optimale, mais elle correspond à une consommation raisonnable et nous situe "en gros" dans la plage rectiligne de la caractéristique. La résistance conduit donc un courant de 110 mA et sa valeur se calcule comme suit :

$$R = 2,2 \text{ V} / 110 \text{ mA} = 20 \Omega$$

La valeur normalisée la plus proche est 22 Ω . On ne peut qu'estimer à 2,2 V la chute de tension, puisque pour 100 mA la tension aux bornes des trois diodes est d'environ 2,3 V. Bien sûr on pourrait mieux stabiliser la tension, mais ce serait au prix d'une consommation plus importante. Avec les valeurs indiquées, ce sont déjà les neuf dixièmes (100 mA sur 110) du courant de la pile qui sont perdus (par la dissipation de chaleur de la résistance et des diodes). Il faut prendre garde lors du calcul à toujours faire circuler dans les diodes un courant supérieur ou égal à celui de la charge. Sans courant dans les diodes, il n'y a plus de stabilisation de tension.

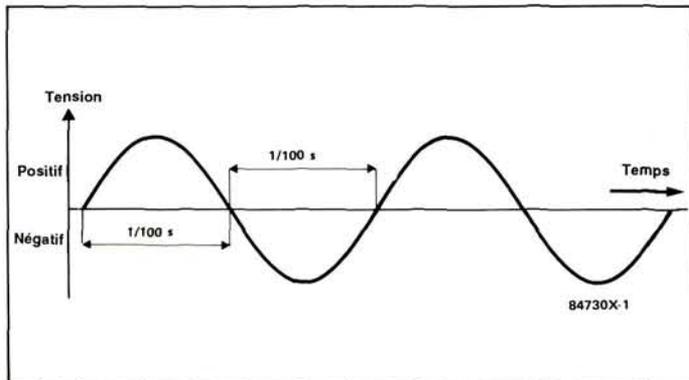
Si on expérimente le montage de la figure 9 (résistance de 22 Ω), on peut constater avec un multimètre que la tension est constante. Une résistance de 220 Ω permet de simuler une charge consommant 10 mA. La tension "constante" ne varie guère que de 0,25 V. Il faut veiller à choisir des diodes qui supportent le courant nécessaire. Le type 1N4001, prévu pour 1 A, suffit largement, alors que le type 1N4148, prévu pour un maximum de 75 mA, serait déjà surchargé.

Les diodes utilisées à la stabilisation de tension sont constamment passantes, il est donc inutile de se soucier de leur tension inverse maximale. A l'état bloqué, elles voient normalement la tension d'alimentation du montage. La 1N4001 supporte environ 50 V, la 1N4148 75 V.

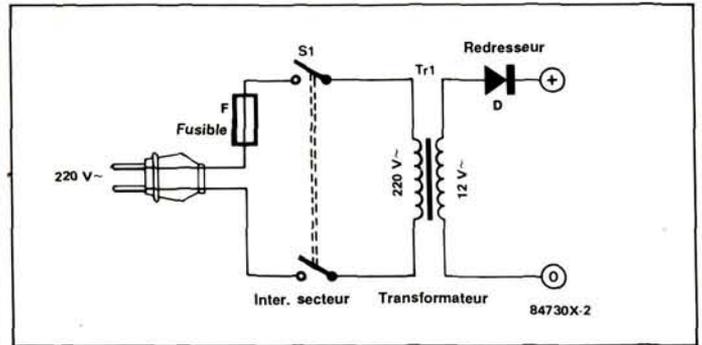
Le repérage des deux électrodes, le triangle du symbole ou anode, la barre du symbole ou cathode, est permis par l'impression d'un anneau de couleur côté cathode (voir la rubrique "Composants").

LES REDRESSEURS

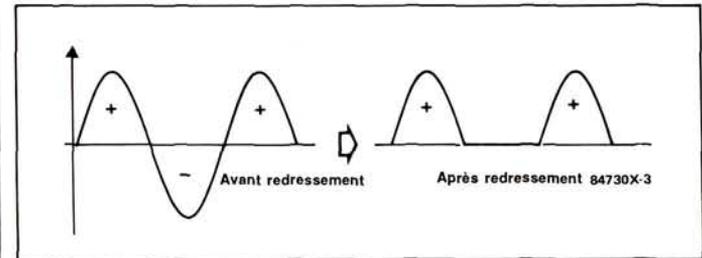
Le redressement est la fonction la plus courante des diodes, du fait de leur propriété de **commutation**, qui consiste à ne laisser passer le courant que dans un sens. Presque tous les appareils électroniques alimentés par le secteur nécessitent un redresseur puisque la tension du secteur est alternative et que sa polarité change 100 fois par seconde.



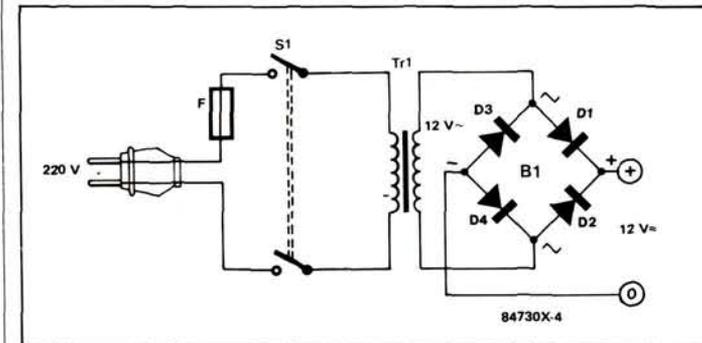
Les transformateurs permettent d'abaisser (et d'élever) la tension alternative du secteur. Cela tombe bien car on a besoin le plus souvent pour les appareils électroniques de tensions nettement inférieures à 220 V. Bien sûr il faut redresser cette tension alternative abaissée, c'est-à-dire la transformer en une tension de polarité constante.



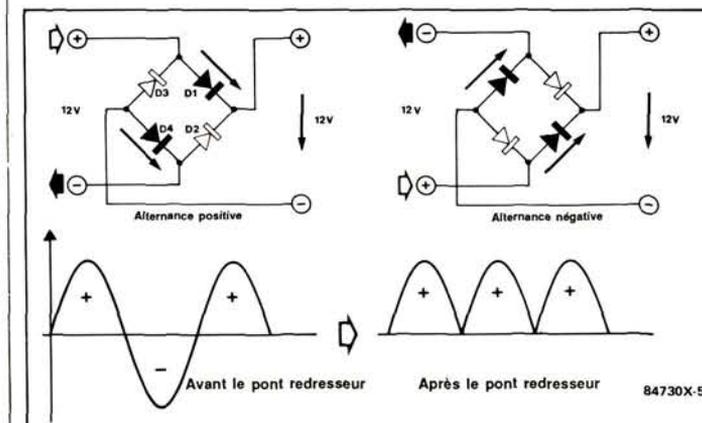
C'est ainsi que se présente une alimentation simple. Le transformateur est relié au secteur par une fiche, un interrupteur et un fusible. Une tension alternative de 12 V est présente à ses bornes de sortie. La diode du redresseur n'est passante que quand le fil supérieur du transformateur est positif et le fil inférieur négatif. Pour la polarité opposée, la diode est bloquée et le transformateur est déconnecté de la sortie. La tension en sortie ne comporte que les alternances positives de la tension d'entrée.



Ce n'est pas une véritable tension continue, mais au moins sa polarité est constante. Un condensateur et des circuits électroniques permettent de lisser cette tension continue **pulsée**. Reste que ce redresseur **mono-alternance** laisse inutilisée l'alternance négative. Ce ne sera plus le cas avec le redresseur en pont que voici :



Ce sont deux diodes qui deviennent passantes, si bien que chaque alternance apparaît à la sortie. Les alternances négatives sont redressées en alternances positives. Les fabricants de semi-conducteurs proposent des ponts redresseurs moulés dans des boîtiers à quatre fils de sortie. Les références de ces composants donnent des indications sur la tension et le courant qu'ils supportent. Par exemple B 80 C 1500 caractérise un redresseur capable de 1500 mA, soit 1,5A, sous une tension alternative de 80 V. Il y a fréquemment deux indications



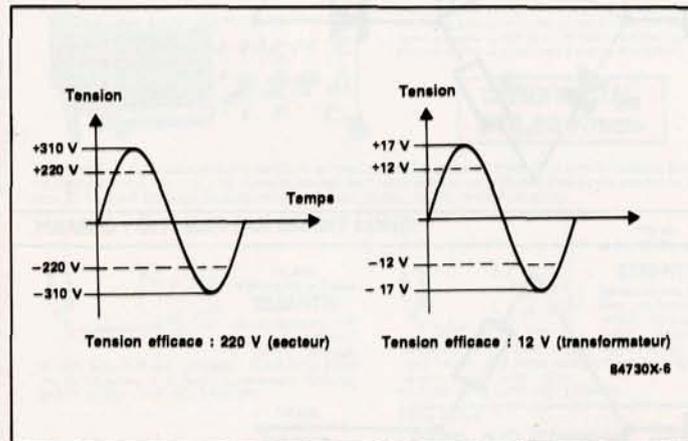
de courant, comme par exemple : B 40 C 3300/5000. L'intensité la plus forte n'est supportée que si le composant est vissé au châssis pour le refroidissement. L'échauffement d'un redresseur provient, entre autres, de la tension de seuil. Chaque diode passante du pont provoque une chute de tension de quelque 0,8 V, et pour un courant de 3 A, la puissance à dissiper sous forme de chaleur est de :

$$2 \times 0,8 \text{ V} \times 3 \text{ A} = 4,8 \text{ W}$$

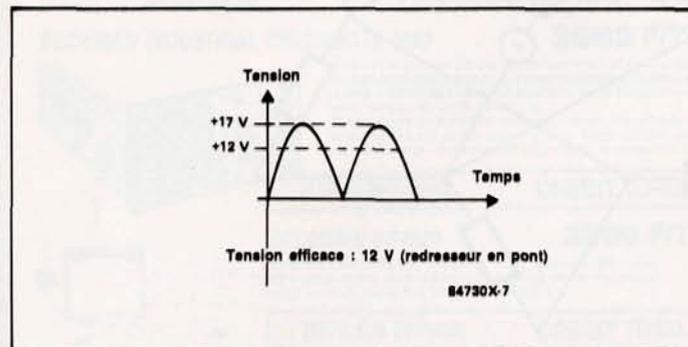
Ce dégagement de chaleur est permanent puisqu'il y a toujours une paire de diodes passantes. Le châssis permet de mieux évacuer la chaleur, donc d'en dissiper plus, donc de redresser des courants plus importants.

La tension de seuil des diodes doit être prise en compte d'un autre point de vue : elle réduit la tension de sortie. Il faut compter un volt et demi pour un redresseur en pont, ce qui justifie d'employer un transformateur de 14 V pour obtenir une tension redressée de 12 V.

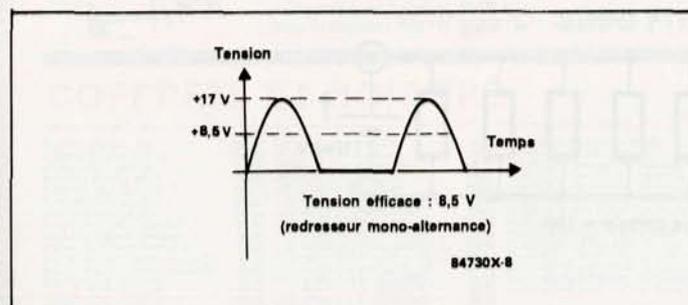
Le sujet se complique un peu quand il s'agit de tensions alternatives ou de tensions continues pulsées. On caractérise une tension alternative par sa valeur **efficace**. La tension efficace est inférieure à la tension crête de l'onde, dans le rapport $1/\sqrt{2}$ ($\approx 0,7$). Donner la valeur de crête est rarement significatif, car la tension ne la garde pas longtemps.



Les diagrammes montrent la relation entre la valeur crête et la valeur efficace pour la tension du secteur et pour la tension de 12 V du transformateur. Le redressement en pont, qui utilise les deux alternances, permet de conserver la valeur efficace.



Dans le cas du redressement mono-alternance, les absences totales de tension ramènent la valeur efficace à quelque 8,5 V (facteur $1/\sqrt{2}$). Cette valeur inférieure indique que les effets de cette tension continue pulsée seront moindres.

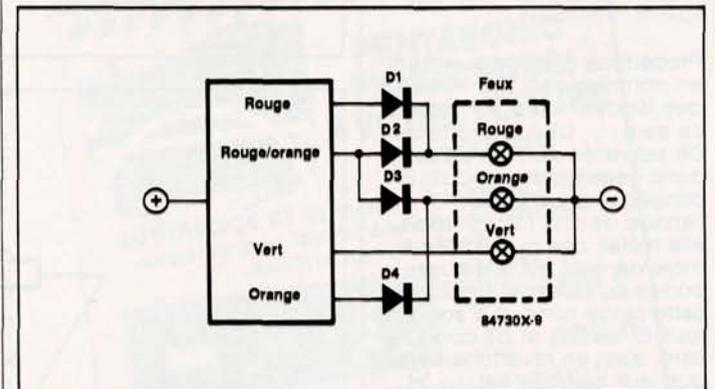


Une fois déduite la tension de seuil (d'une diode), il reste moins de 8 V, bien que la tension (alternative) du transformateur soit de 12 V. L'adjonction d'un circuit de lissage de cette tension peut la changer notablement, et même la rendre supérieure à la tension efficace ! (Ces circuits utilisent la valeur de crête de la tension continue pulsée.) Le débit de courant est également chiffré en valeur efficace. Les condensateurs connectés pour lisser la tension n'ont besoin de courant que pendant une fraction de l'alternance, mais sous une intensité instantanée supérieure à la valeur efficace.

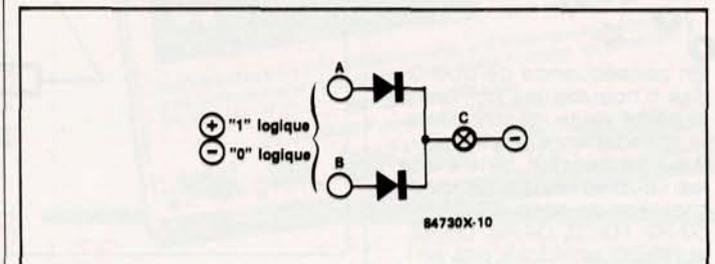
LE DÉCOUPLAGE

C'est par un exemple exotique que nous expliquerons ce qu'est le découplage et le rôle qu'y jouent les diodes. Il s'agit de feu de circulation à la mode allemande, où le passage au vert est annoncé par la combinaison rouge/orange. Il pourrait s'agir, moyennant une adaptation, du signal de chemin de fer dit "pré-avertissement", qui annonce un feu orange par la combinaison vert/orange. Les trois feux sont commandés par un temporisateur électronique. Ce circuit comporte quatre sorties, une par phase : rouge, rouge/orange, orange, vert. Le raccordement des sorties aux lampes est fait par des diodes.

Le feu rouge est allumé pendant deux phases. Si on relie les sorties rouge et rouge/orange, le feu orange s'allumera aussi quand on voudra allumer le rouge seul. Les diodes de la figure 9 empêchent le courant de passer d'une sortie à l'autre, puisqu'elles sont bloquées dans ce sens-là. D'où ce mot : elles **découplent** les sorties.



On appelle **matrices** à diodes des combinaisons importantes de diodes destinées au découplage d'un grand nombre d'entrées et de sorties. On les utilise couramment dans les circuits logiques. On peut aussi réaliser des fonctions logiques avec des diodes.



Ce circuit simple réalise une fonction **OU** (on parle ici d'un **OU câblé**) : le voyant C s'allume si une tension positive est appliquée à l'entrée A OU à l'entrée B (OU AUX DEUX, ce qui est inclus dans la fonction logique OU). Les diodes D1 et D2 empêchent le courant de passer de A à B et inversement. Les circuits logiques importants sont réalisés au moyen de circuits intégrés spéciaux, mais c'est précisément l'objet d'une autre rubrique, non moins passionnante, d'ELEX, *La logique sans hic*.

Et Graetz, dans l'histoire ? Eh bien, on a tellement pris l'habitude de désigner par pont redresseur l'assemblage de quatre diodes examiné plus haut qu'on oublie qu'il s'agit d'un *pont de Graetz*, du nom de son inventeur.

A suivre

Drôle d'étoile

Dans l'édito du mois dernier (ELEX n°6, page 3, décembre 1988) nous vous proposons une énigme sous la forme d'une bien curieuse étoile formée de résistances et de diodes. Nous avons écrit que les résistances étaient de $60\ \Omega$ chacune et la batterie de 6 V ; quant aux diodes, il s'agissait d'un type sans seuil de conduction qui se met à conduire soit quand son anode est positive soit quand sa cathode est négative.

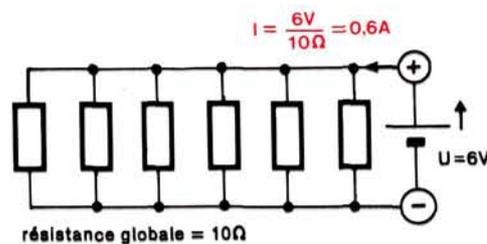
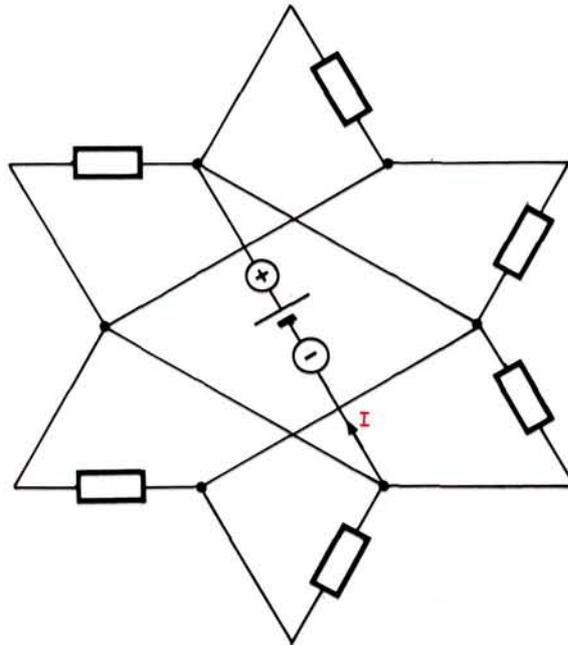
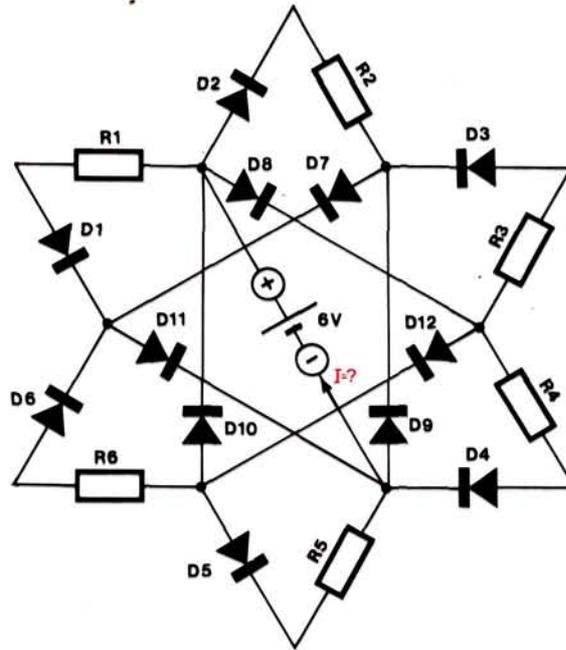
Alors, combien de courant fournit la batterie ?

Procédons méthodiquement en commençant par l'une des diodes. Allez, au hasard, ce sera... D8 ! L'anode de D8 est reliée au pôle positif, donc cette diode conduit. En conséquence de quoi l'anode de D12 (oh ! pardon, elle n'était pas numérotée le mois dernier) est elle aussi portée au potentiel positif, et cette diode conduit à son tour. Si les D11 et D7 conduisent, c'est en revanche parce que leur cathode est négative.

En conséquence de quoi 3 des 6 noeuds (les pointes de la petite étoile inscrite dans la grande) sont positifs et 3 autres négatifs, tandis que les couples résistance-diode montées en série (R1-D1, D2-R2, R3-D3, D4-R4, D5-R5 et R6-D6) sont tous pris en parallèle (et dans le sens passant) entre le pôle "+" et le pôle "-". D'où l'on déduit que R1 à R6 sont montées en parallèle (n'oublions pas qu'il n'y a pas de chute de tension aux bornes de nos diodes spéciales). La résistance résultante a une valeur équivalente à un sixième de $60\ \Omega$, soit $10\ \Omega$.

Le courant fourni par la batterie sera donc de $6\text{ V}/10\ \Omega = 0,6\text{ A}$

Ce n'était pas bien difficile, mais pas vraiment facile non plus !



PARIS - LYON - MARSEILLE - NANTES

PENTASONIC

LES OSCILLOSCOPES

0 F* AU COMPTANT

*Soumis à l'acceptation du dossier. Mensualités données à titre indicatif

TEKTRONIX 2225
LA SOLUTION A 50 MHz



7500 F/HT
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.

CREDIT TOTAL
276,60 F/mois

Caractéristiques : Bande passante 50 MHz, sensibilité verticale 500 μ V/div. Entrée max 400 V, impédance 1 Mohm. Expansion du signal, expansions alternées $\times 5$, $\times 10$, $\times 50$. Vitesse de balayage Max 5 ns/div. Modes de déclenchement Crête à crête, auto, normal, frame, ligne TV, monocoup. Couplages de déclenchement - Alternatif, continu, réjection HF/BF. Poids 6,6 kg.

HAMEG : UN NOM QUI EN DIT LONG



HM 203-6,
le plus vendu en Europe
3836 F/TTc

Bande passante 2 \times 20 MHz. Sensibilité 2 mV/div. Balayage

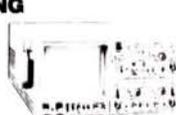
20 ns/div. Trigger à 20 MHz. Impédance 1 Mohm, 30 pF. Entrée max 400 V. Expansion $\times 10$. Testeur de composants. Poids 7 kg. GARANTI 2 ANS. LIVRE AVEC 2 SONDES.



HM 205,
signe particulier :
Performance
6580 F/TTc

Bande passante 2 \times 20 MHz. A mémoire numérique.

Période d'échantillonnage : 10 μ s. 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 203-6,
un 2 \times 60 MHz musclé
6780 F/TTc

Bande passante 2 \times 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 $\times 10$. Générateur de signaux carrés 1 MHz. GARANTI 2 ANS. LIVRE AVEC 2 SONDES.

HM 203-6
208,40 F/mois CREDIT TOTAL

HM 205
234,40 F/mois CREDIT TOTAL

HM 604
268,40 F/mois CREDIT TOTAL

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 sophistiqué et d'emploi très simple. Garantie 1 an.

Caractéristiques : 2 \times 20 MHz - Sensibilité vert. 1 mV/div ; horiz 50 ns/div - Retard de balayage 10 s à 0,1 μ s - Exp par $\times 1$ et $\times 10$ - Trigger à 30 MHz - Imp d'entrée 1 Mohm et 25 pF - Entrée max 400 VCC - Temps de montée 17,5 ns.

251,00F/mois CREDIT TOTAL

GOLDSTAR OS-7020

3390 F/TTc



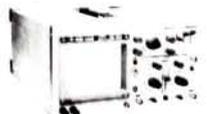
Bande passante 2 \times 20 MHz, sensibilité 1 mV/div, entrée maxi 500 Vpp ou 300 V, spécial tv sync, rise time à moins de 17,5 ns sec, modes trigger auto, nom, lv-v ou tv-h, coupleur AC, HF, LF, DC. GARANTI 1 an.

224,50 F/mois CREDIT TOTAL

HUNG CHANG OS 620

3290 F/TTc

Fabriqués comme les automobiles



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 \times 20 MHz aux excellentes possibilités à un prix très bas.

Caractéristiques : Bande passante 2 \times 20 MHz. Sensibilité 1 mV/div. Balayage 40 ns/div. Trigger à plus de 30 MHz. Impédance 1 Mohm, 20 pF. Entrée maxi 600 Vpp ou 300 V. Expansion $\times 5$. 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 CAC9 105x35x75	26,30	ALLU LC860 CA860 80x250x180	118,00
FLOPPY PLEINE TAILLE	130,00	METAL CAC11 55x45x125	33,80	360/120/300/ET 381/3 CAC36	209,80
EPAFACEUR D'EPROM	99,00	METAL CAC14 200x80x140	136,70	PLASTIQUE RP0 CACP0 90x45x30	20,00
PUPITRE RA1 CACPU1	80,00	METAL CAC17 250x100x90	178,80	PLASTIQUE RP1 CACP1 110x55x35	28,00
PUPITRE RA2 CACPU2	100,50	METAL CAC19 350x130x220	298,40	PLASTIQUE RP2 CACP2 125x70x40	30,00
PUPITRE RA3 CACPU3	120,80	ALLU 89155 CAC20 55x155x85	75,30	PLASTIQUE RP3 CACP3 155x90x50	39,50
PUPITRE RA4 CACPU4	155,80	ALLU 89205 CAC21 55x205x85	78,00	PLASTIQUE RP4 CACP4 190x110x80	53,80
METAL RU1 CAC1 73x54x74	35,90	ALLU 55195 CAC22 55x155x150	108,00	PLASTIQUE FACE PLEXI CAC678	45,00
METAL RU2 CAC3 73x54x104	42,00	ALLU 55205 CAC23 55x205x150	103,80	PLASTIQUE FACE PLEXI CAC683	82,00
METAL RU3 CAC5 73x54x134	44,80	ALLU 80205 CAC24 80x205x150	122,40	PLASTIQUE CARE4 247x102x220	169,40
METAL RM 574 CAC2 125x75x155	35,10	ALLU 80255 CAC25 80x255x150	139,00	RACK METAL NOIR PRO 1U CARAC128.00	
METAL RM 334 CAC4 125x35x105	35,00	ALLU 55255 CAC26 55x255x150	115,00	RACK METAL NOIR PROF 2U CARAC254.00	
METAL CAC6 40x25x55	17,50	ALLU 55105 CAC27 55x105x150	84,20	RACK METAL NOIR PRO 3U CARAC287.00	
METAL CAC7 55x25x75	22,90	ALLU 80105 CAC28 80x105x150	93,20	RACK METAL NOIR PRO 4U CARAC320.00	
METAL CAC8 40x35x75	23,50	ALLU 80155 CAC29 80x155x150	97,20		

LA CORRESPONDANCE : ÇA DÉMÉNAGE

VENTE PAR CORRESPONDANCE
20, RUE PERIER, 92120 MONTROUGE
(16.1) 40.92.03.05*

C'est le nouveau numéro des 10 lignes groupées que PENTA met à votre service. Téléphoner avant 15 heures, votre matériel part dans la journée.

NOUVEAU

PENTASONIC PENSE AUSSI A VOTRE VOITURE
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 4800
AUTORADIO SEUL **299 F**
Le kit de montage **429 F**

PO-GO-FM et K7 stéréo. 2 \times 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 \times 130 \times 44 mm.

TYPE 4810
AUTORADIO SEUL **399 F**
Le kit de montage **539 F**

PO-GO-FM et K7 stéréo. 2 \times 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 \times 120 \times 44 mm.

ANTENNES AUTORADIO
Gouttière 20,50 F Universelle 60 F Electronique 136 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 15v fournis



262 F
TTc

OUTIL TROISIEME MAIN

Support de platine réglable dans tous les sens. Universel pour Cl, 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

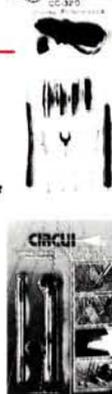
— prises bananes **39,30 F**

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**

MONACOR CC-370



la logique sans hic I

récapitulation

En principe ce numéro devait voir s'ouvrir le deuxième volet de la série la logique sans hic, mais il nous a semblé intéressant de récapituler ce qui a été dit tout au long des premiers épisodes et de faire ainsi le point sur la logique statique avant d'aborder la logique dynamique avec les bascules. Soyez fidèle au rendez-vous le mois prochain !

Il faut incontestablement un certain temps et une vue d'ensemble avant d'arriver à apprécier à quel point le solfège est efficace pour bien connaître la musique et approfondir l'étude d'un instrument. Avec la logique et la numération binaire, c'est pareil. Ne vous impatientez donc pas !

Rappelons que l'on parle de calcul **binaire** parce que l'on utilise **deux** chiffres, au lieu de **dix** dans le calcul décimal, ou **seize** dans le calcul hexadécimal. Les niveaux logiques, les fameux "1" et "0" peuvent être imaginés comme des interrupteurs ouverts ("0") ou fermés ("1").

La logique est l'art et la technique de combiner les 0 et les 1 binaires pour calculer. Avec un nombre à deux chiffres binaires, on peut compter de 0 à 3 ($00_2=0_{10}$, $01_2=1_{10}$, $10_2=2_{10}$, $11_2=3_{10}$); avec un chiffre supplémentaire on comptera jusqu'à 7 ($100_2=4_{10}$, $101_2=5_{10}$, $110_2=6_{10}$, $111_2=7_{10}$); chaque chiffre supplémentaire double le nombre de combinaisons possibles.

Il suffit en principe d'un papier et d'un crayon pour s'exercer en logique combinatoire, et analyser le fonctionnement des circuits logiques. Mais pour vous permettre de vous familiariser avec la logique par une représentation concrète, palpable et visible, des niveaux logiques et des effets de leur combinaison, nous vous proposons d'utiliser la platine d'expérimentation logique DIGILEX conçue spécialement pour la rubrique "la logique sans hic" publiée dans ELEX de juin-juillet 1988, n°2 page 61.

On connaît trois opérations logiques fondamentales:

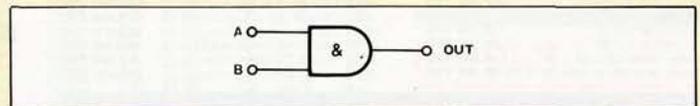
- la combinaison ET logique (AND)
- la combinaison OU logique (OR)
- la combinaison NON logique, ou négation (NOT)

L'opération logique ET (AND)

Voici la table de vérité de l'opération ET

entrées		sortie
A	B	A ET B
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

Le symbole de l'opérateur ET est le suivant:

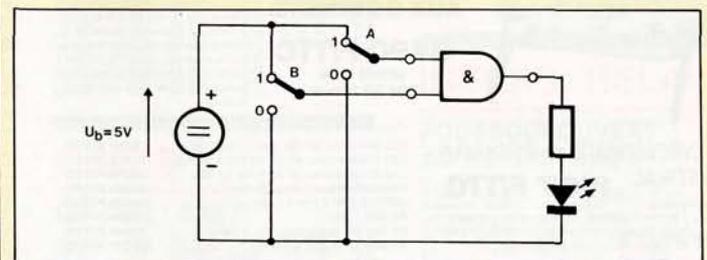


Exprimée en termes de tensions, la table de vérité de l'opération ET donne le résultat suivant :

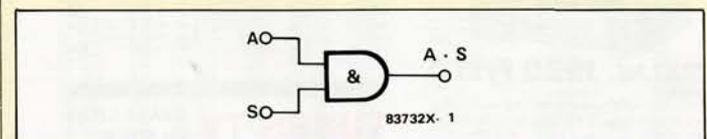
entrées		sortie
A	B	A ET B
0 V	0 V	0 V
5 V	0 V	0 V
0 V	5 V	0 V
5 V	5 V	5 V

Le niveau logique de la sortie d'un opérateur ET est à "1" uniquement lorsque l'entrée A **ET** l'entrée B sont elles-mêmes au niveau logique "1". Remarquez la présence du signe & qui permet d'identifier les opérateurs ET.

Une démonstration pratique de cette combinaison nous est donnée par le circuit de la figure 3. Une source de tension et deux inverseurs sont mis en oeuvre pour appliquer tour à tour les niveaux logiques "0" et "1" aux entrées d'un opérateur logique ET dont la sortie commande une diode électro-luminescente.



La table de vérité d'un opérateur ET (AND) nous prouve que cet opérateur remplit de façon évidente une fonction de porte logique.

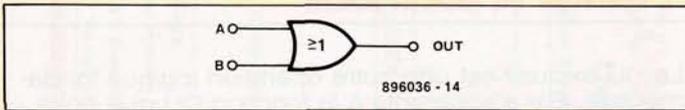


L'une des entrées, désignée ici par la lettre "S", peut être considérée comme **entrée de commande**. Selon son niveau, elle bloque la sortie dans un état donné, ou lui permet au contraire d'adopter le niveau présent sur l'autre entrée.

Dans le cas où $S="1"$, la sortie de l'opérateur logique ET restitue le niveau logique de l'entrée A. Si par contre $S="0"$, la sortie de l'opérateur reste bloquée au niveau logique bas ("0"), quel que soit le niveau logique de l'entrée A.

L'opération logique OU (OR)

L'opérateur logique OU ci-dessous aura une tension de sortie de 5 V si l'une **OU** l'autre de ses entrées A et B est elle-même à 5 V.

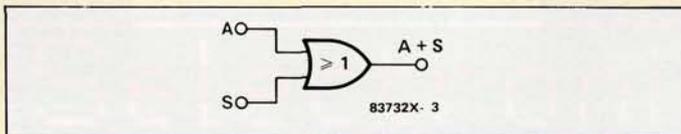


entrées		sortie
A	B	A OU B
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

Le signe "plus grand ou égal 1" montre bien qu'il faut qu'au moins une des deux ou les deux entrées soient à "1" pour que la sortie de l'opérateur OU passe elle-même à un.

entrées		sortie
A	B	A OU B
0 V	0 V	0 V
5 V	0 V	5 V
0 V	5 V	5 V
5 V	5 V	5 V

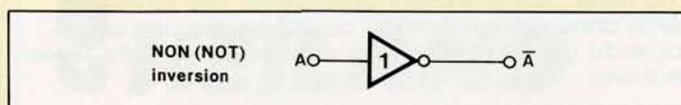
L'opérateur logique OU (OR) convient également pour créer une fonction de porte logique :



Ici l'entrée de commande "S" doit être maintenue au niveau "0" pour que la sortie de l'opérateur restitue le niveau logique de l'entrée A, tandis que le niveau "1" de l'entrée de commande maintient la sortie de l'opérateur au niveau "1" quel que soit le niveau logique de l'entrée A.

L'opération logique NON (NOT)

En fait il s'agit d'une simple **inversion** du niveau logique : le "1" devient "0" et le "0" devient "1". Une sortie inversée est surmontée d'une barre de négation. Le petit cercle placé sur la sortie du symbole indique que la sortie est inverseuse. On trouve aussi ce cercle à l'entrée de certains symboles.

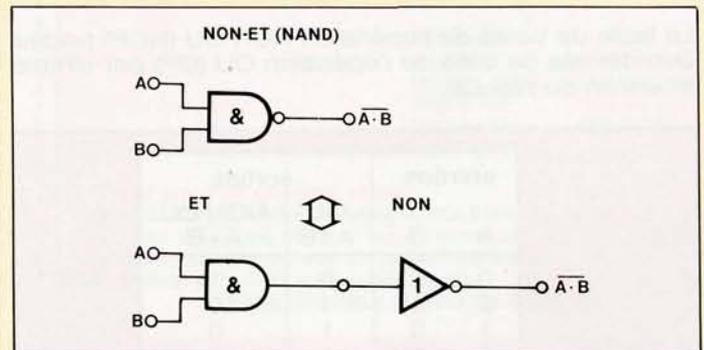


entrée	sortie
A	\bar{A}
1	0
0	1

Note : Les signes "+" et "." utilisés en logique n'ont qu'un rapport indirect avec les signes d'addition et de multiplication de l'arithmétique ordinaire. Le point remplace ici le mot ET (ou AND), tandis que le signe + remplace le mot OU (ou OR). Si l'on prend par exemple la table de vérité de l'opérateur ET, on voit que 1·1 donne 1, tandis que 0·1 ou 1·0 donne 0. Que le 1+1 de la table de vérité de l'opération OU donne 1 n'est pas tout à fait faux, puisque nous sommes en base 2. En tous cas, 1+0 est bel et bien égal à 1 !

L'opérateur logique NON-ET (NAND)

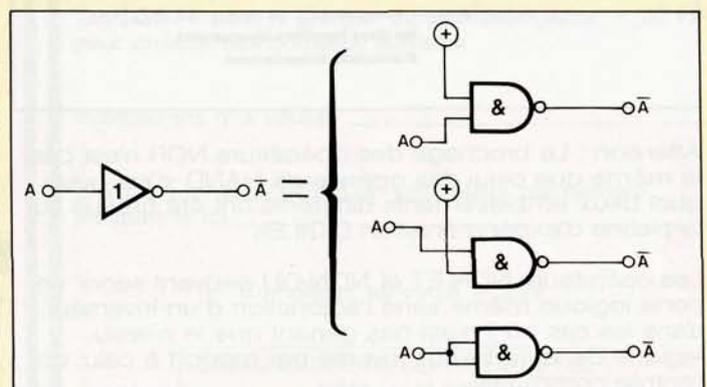
Une porte NON-ET combine les fonctions ET et NON en une seule opération.



La table de vérité de l'opération NON-ET (NAND) pourra être déduite facilement de celle de l'opération ET (AND):

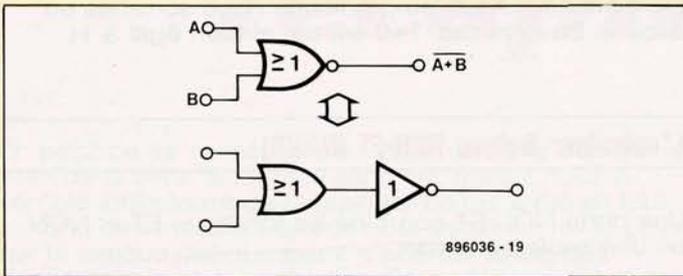
entrées		sorties	
A	B	ET A·B	NON-ET $\bar{A}\cdot\bar{B}$
0	0	0	1
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

Examinons de plus près les deux dernières lignes. Dans les deux cas, l'entrée A est à "1", tandis que le niveau de l'entrée B se retrouve inversé sur la sortie $\bar{A}\cdot\bar{B}$. En d'autres termes, quand un niveau "1" est appliqué à l'entrée A, l'opérateur NON-ET se comporte en inverseur. L'inverse est vrai : si c'est l'entrée B que l'on force au niveau "1" en la reliant à une ligne où règne une tension d'environ 5 V, c'est par l'entrée A que l'opérateur se comporte en inverseur (lignes 2 et 4 de la table de vérité). Une troisième possibilité consiste à relier l'entrée A et l'entrée B entre elles; dès lors, l'opérateur NON-ET (NAND) se comporte aussi en inverseur.



L'opérateur logique NON-OU

L'opérateur NON-OU (NOR) est obtenu lui aussi en combinant une fonction OU et une fonction NON. Le symbole de la porte NOR peut d'ailleurs être remplacé par celui d'une porte OR suivi de celui d'un inverseur.

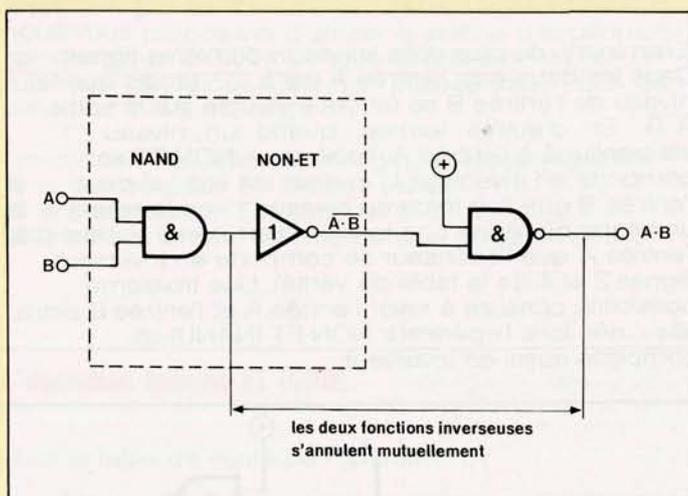


La table de vérité de l'opération NON-OU (NOR) pourra être dérivée de celle de l'opération OU (OR) par simple inversion du résultat:

entrées		sorties	
A	B	OU A+B	NON-OU $\overline{A+B}$
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	1	0

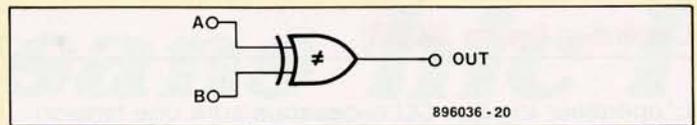
La fonction NON-OU peut être utilisée pour obtenir d'autres combinaisons logiques. Comme l'opérateur NAND, l'opérateur NOR devient inverseur quand on interconnecte ses deux entrées. C'est ce que montrent la première et la dernière ligne de la table de vérité. Le même effet est obtenu lorsque l'une des deux entrées est forcée au niveau logique bas ("0"), c'est-à-dire lorsqu'elle est portée au potentiel négatif de l'alimentation (les trois premières lignes de la table de vérité le montrent).

Deux inversions successives s'annulent :



Attention : Le brochage des opérateurs NOR n'est pas le même que celui des opérateurs NAND, c'est pourquoi deux emplacements différents ont été prévus sur la platine d'expérimentation DIGILEX.

Les opérateurs NON-ET et NON-OU peuvent servir de porte logique même sans l'adjonction d'un inverseur, dans les cas où il n'est pas gênant que le niveau logique de la sortie soit inversé par rapport à celui de l'entrée commutée.



L'opérateur OU exclusif (EXOR)

Le OU exclusif est une autre opération logique fondamentale. Elle s'apparente à la fonction OU que nous connaissons, mais ne réagit que si l'une des deux entrées est au niveau haut et l'autre au niveau bas (d'où le mot «exclusif»).

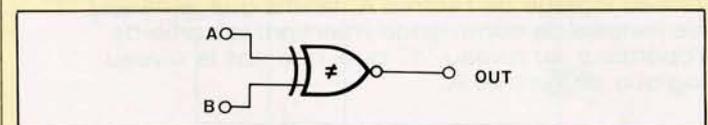
entrées		sortie OU exclusif
A	B	$A \neq B$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

La sortie EXOR n'est à "1" que si l'une des entrées est à "1" et l'autre à "0".

A quoi nous pourrions rajouter l'opérateur EXNOR, c'est-à-dire le NON-OU exclusif dont on devine aisément qu'il fait l'inverse de l'opérateur OU exclusif :

entrées		sortie NON-OU exclusif
A	B	$\overline{A \neq B}$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

D'où l'on déduit la description suivante d'un opérateur NON-OU exclusif (EXNOR) : sa sortie est à "1" quand les entrées sont toutes au même niveau logique.



L'opérateur OU exclusif est aussi un inverseur commutable.

La table de vérité fait ressortir que les niveaux logiques appliqués à l'entrée A sont inversés à la sortie si l'entrée de commande est au niveau logique "1". Si elle est au niveau "0", le niveau logique de l'entrée A se retrouve inchangé à la sortie.

L'opérateur NON-OU exclusif fait l'opération inverse.

Il ne reste plus à présent qu'à graver ces tables de vérité dans votre mémoire, ou d'épingler une photocopie du tableau ci-dessous au-dessus de votre table de travail...

entrées		sortie ET	sortie OU	sortie NON-ET	sortie NON-OU	sortie OU exclusif	sortie NON-OU exclusif
A	B	A·B	A+B	$\overline{A \cdot B}$	$\overline{A+B}$	$A \neq B$	$\overline{A \neq B}$
0	0	0	0	1	1	0	1
1	0	0	1	1	0	1	0
0	1	0	1	1	0	1	0
1	1	1	1	0	0	0	1

