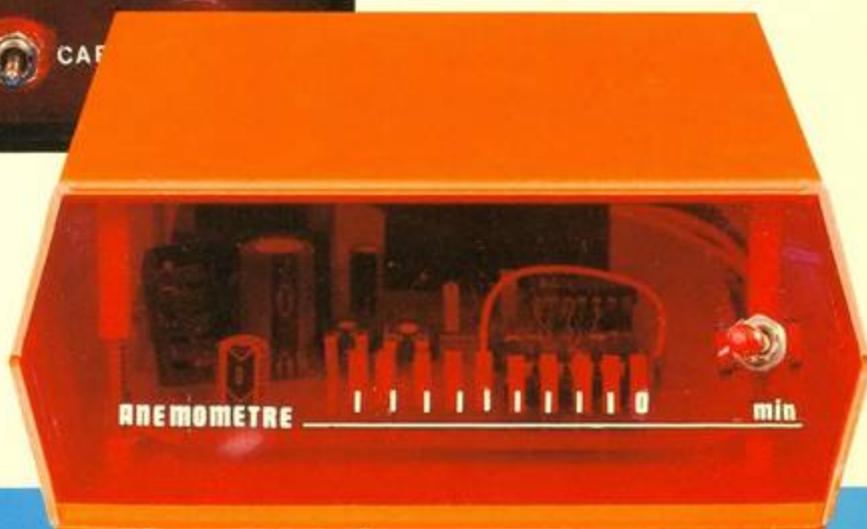


Electronique pratique

COMPTEUR DE TAXES P.T.T.
INITIATION A LA MESURE CDA
A VERTISSEUR POUR BICYCLETTE
GENERATEUR AUDIO
TACHYMETRE DIGITAL
TECHNOLOGIE AU COLLEGE
ANEMOMETRE, etc.

Sommaire détaillé page 34



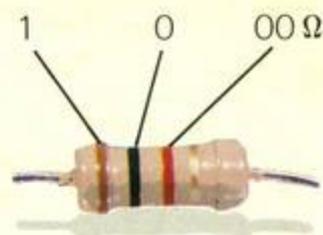
FÉVRIER 1990

T 2437 - 134 - 22,00 F



3792437022003 01340

Electronique pratique



1 2 3 Tolérance : or $\pm 5\%$, argent $\pm 10\%$

1 ^{re} bague 1 ^{er} chiffre	2 ^e bague 2 ^e chiffre	3 ^e bague multiplicateur
1	0	$\times 1$
2	1	$\times 10$
3	2	$\times 100$
4	3	$\times 1\,000$
5	4	$\times 10\,000$
6	5	$\times 100\,000$
7	6	$\times 1\,000\,000$
8	7	
9	8	
	9	

SOMMAIRE N° 134 – FEVRIER 1990 Revue Pdf

REALISEZ VOUS-MEMES

Un générateur audio	35	3
Un anémomètre	50	15
Une minuterie pour minitel	55	20
Un compte-tours digital	63	28
Un testeur de télécommande I.R.	74	39
Un compteur téléphonique	76	41
Un avertisseur pour bicyclette	91	56
Un rappel d'allumage pour lanternes	99	63
Un dispositif d'anticipation pour chauffage	105	69

PRATIQUE ET INITIATION

Utilisation d'un générateur audio	45	12
Initiation à la mesure CDA	59	24
La technologie au collège (IX)	85	50
Fiche technique : CD 4541	113	77
LOGIC 3	115	79
Utilisation du module LOGIC 1	123	86
Les composants japonais : le LA 3361	125	87

DIVERS

Nos Lecteurs	129	88
--------------	-----	----

FICHE TECHN.

CONFORT

AUTO

JEUX

MODELISME

MESURES

HIFI

GADGETS

INITIATION

ADMINISTRATION-REDACTION-VENTES : Société des Publications Radio-Electriques et Scientifiques.

Société anonyme au capital de 300 000 F.
2 à 12, rue Bellevue, 75940 Paris Cedex 19.
Tél. : 42 00 33 05 - Fax : 42 41 89 40
Télex PVG 230 472 F

Directeur de la publication : M. SCHOCK
Directeur honoraire : Henri FIGHIERA
Rédacteur en chef : Bernard FIGHIERA
Maquettes : Jacqueline BRUCE

Avec la participation de
Bruno Bencic, Guy Isabel, Robert Knoerr, Raymond Michel, Pierre Torris, Pascal Morin, Daniel Roverch, Francis Bernard, Patrice Wallerich, Alain Garrigou et Christophe Pichon.

La Rédaction d'Electronique Pratique décline toute responsabilité quant aux opinions formulées dans les articles, celles-ci n'engagent que leurs auteurs.

PUBLICITE : Société Auxiliaire de Publicité, 70, rue Compans, 75940 Paris Cedex 19 - Tél. : 42 00 33 05 (lignes groupées) CCP Paris 3793-60

Directeur commercial : Jean-Pierre REITER

Chef de publicité : Pascal DECLERCK

Promotion : Société Auxiliaire de Publicité Mauricette EHLINGER

70, rue Compans, 75019 Paris. Tél. : (1) 42 00 33 05

Direction des ventes : Joël PETAUTON

Abonnements : Odette LESAUVAGE

Titre donné en location-gérance à la Société Parisienne d'Édition, 2 à 12, rue de Bellevue, 75019 PARIS

Voir nos tarifs (spécial abonnements, p. 32).

En nous adressant votre abonnement, précisez sur l'enveloppe « SERVICE ABONNEMENTS », 2 à 12, RUE BELLEVUE, 75940 PARIS CEDEX 19.

Important : Ne pas mentionner notre numéro de compte pour les paiements par chèque postal - Prix d'un numéro : 22 F.

Les règlements en espèces par courrier sont strictement interdits.

ATTENTION ! Si vous êtes déjà abonné, vous faciliterez notre tâche en joignant à votre règlement soit l'une de vos dernières bandes-adresses, soit le relevé des indications qui y figurent. ● Pour tout changement d'adresse, joindre 2,30 F et la dernière bande.



« Le précédent numéro a été tiré à 96 000 ex. »

GENERATEUR AUDIO ET EXTENSION FREQUENCEMETRE



Si l'oscilloscope est l'équipement de mesure indispensable pour visualiser la forme des signaux à étudier, son complément direct est le générateur audio. Plusieurs types de montages sont envisageables pour en construire un : à base de circuits spécialisés, ou de composants tout à faits courants. La seconde éventualité a été retenue pour la réalisation proposée.

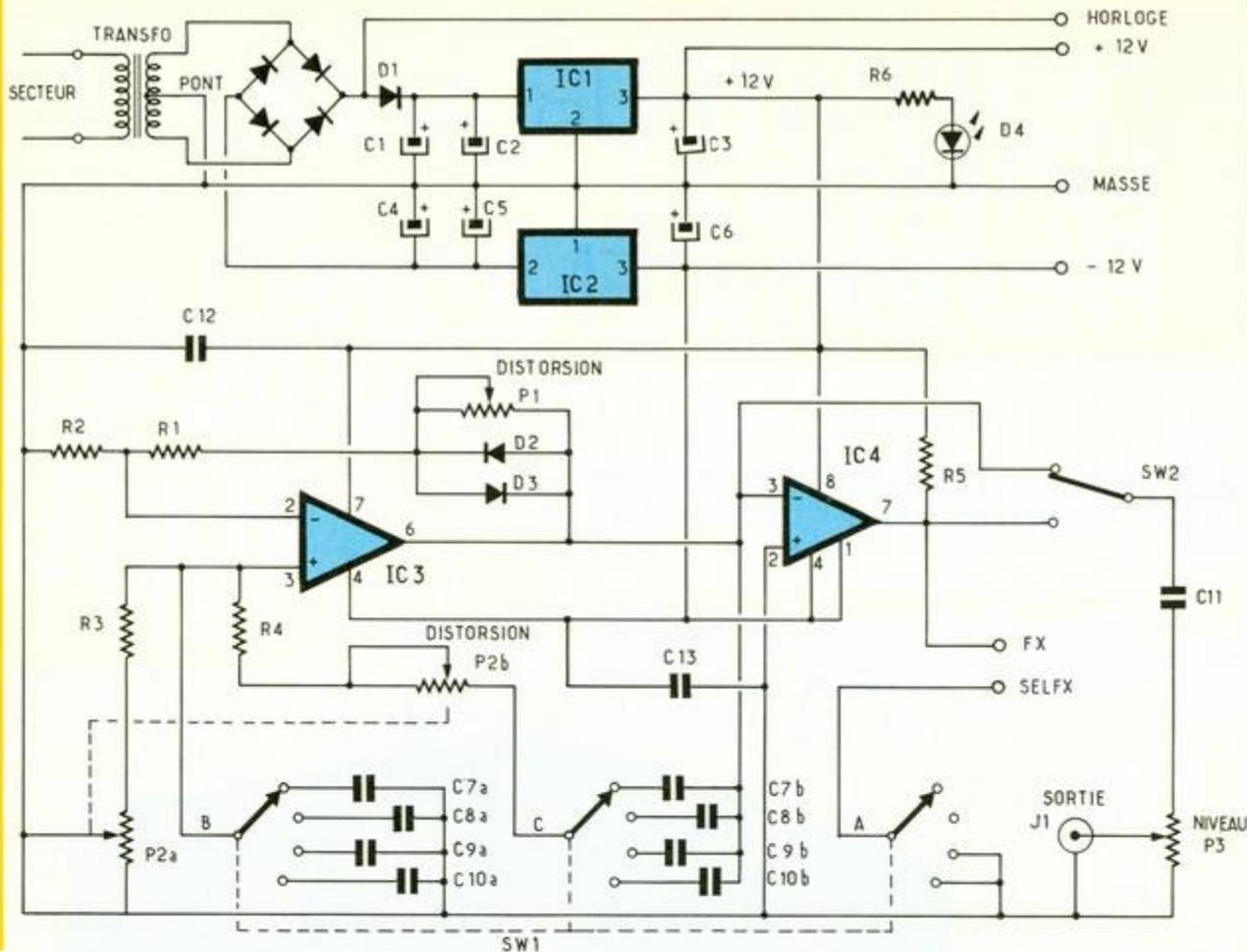


L'ALIMENTATION (fig. 1)

Tout circuit électronique nécessite généralement une source d'énergie pour lui permettre de fonctionner. Notre générateur de fonctions n'échappe pas à la règle. Dans un but de simplification, il sera constitué de deux circuits intégrés analogiques « amplificateur opérationnel » et « comparateur » réclamant une alimentation symétrique de deux fois 12 V. Le courant consommé par le générateur est négligeable,

celui exigé par l'extension fréquentimètre est d'une cinquantaine de milliampères. Les tensions mises en jeu excluent *a priori* les piles, pour des raisons évidentes de coût. Par ailleurs, le secteur nous offre un petit plus à exploiter : la stabilité de sa fréquence. Un transformateur de $2 \times 15 \text{ V}/3,2 \text{ VA}$ est bien dimensionné pour notre application. Le redressement est effectué par un petit pont moulé de 100 V/1 A, et le filtrage se satisfait de deux condensateurs à sorties radiales de $470 \mu\text{F}/25 \text{ V}$. La régulation

de tension est assurée par deux circuits intégrés monolithiques complémentaires : 7812 pour la tension positive, et 7912 pour la négative. Afin de prévenir des auto-oscillations intempestives des régulateurs, ceux-ci sont encadrés par des condensateurs de type tantale goutte de $1 \mu\text{F}/35 \text{ V}$. Une paire de radiateurs pour boîtier TO 220 vient les soulager de leur dissipation thermique. Nous avons évoqué plus haut la possibilité de prélever la fréquence du secteur : un pont redresseur traitera les deux alter-



1
Schéma électronique de l'alimentation symétrique et du pont de Wien générant des signaux sinusoïdaux.

nances du signal sinusoïdal. Nous disposerons de celles-ci entre ses bornes positive et négative. Sachant que la fréquence initiale est de 50 Hz, celle-ci sera doublée après redressement. Si nous voulons l'extraire, il ne faut donc pas la filtrer. Or nous avons besoin d'un courant continu filtré pour alimenter nos circuits intégrés. L'astuce consiste tout simplement à séparer la sortie positive du pont de son condensateur de filtrage. En intercalant une diode, c'est chose faite. Le rôle dévolu à cette dernière consiste à redresser une alternance de la tension alternative de 100 Hz ainsi obtenue. Le signal de 100 Hz sera mis en forme avant son utilisation par l'extension fréquentielle. Le bloc d'alimentation ainsi réalisé délivre deux tensions de valeur égale (12 V sous une centaine de milliampères) de part et d'autre du commun, qui est la masse.

UN CIRCUIT DE BASE : LE PONT DE WIEN

Le pont de Wien repose sur le comportement d'un filtre passe-bande qui voit les effets des cel-

lules le constituant (passe-haut et passe-bas) s'annuler pour une fréquence déterminée du générateur sinusoïdal qui l'alimente. Si nous désirons bâtir autour de deux filtres un oscillateur, il nous faut respecter certaines conditions : un coefficient d'amplification bien défini, et l'absence de déphasage. L'amplificateur opérationnel, avec ses deux entrées inverseuse et non inverseuse correspond parfaitement à nos besoins, d'autant plus que nous pouvons définir aisément son gain en agissant sur la boucle de réaction entre la sortie et l'une des entrées, dans le cas qui nous intéresse, la non-inverseuse. Les revendeurs tiennent à notre disposition deux types d'amplis OP très répandus : l'ancêtre LM 741, d'âge canonique, en technologie bipolaire, et son héritier, le bifet : LF 355 ou TL 081.

Ce dernier est d'un prix des plus abordables, et performant. Ses caractéristiques sont élogieuses :

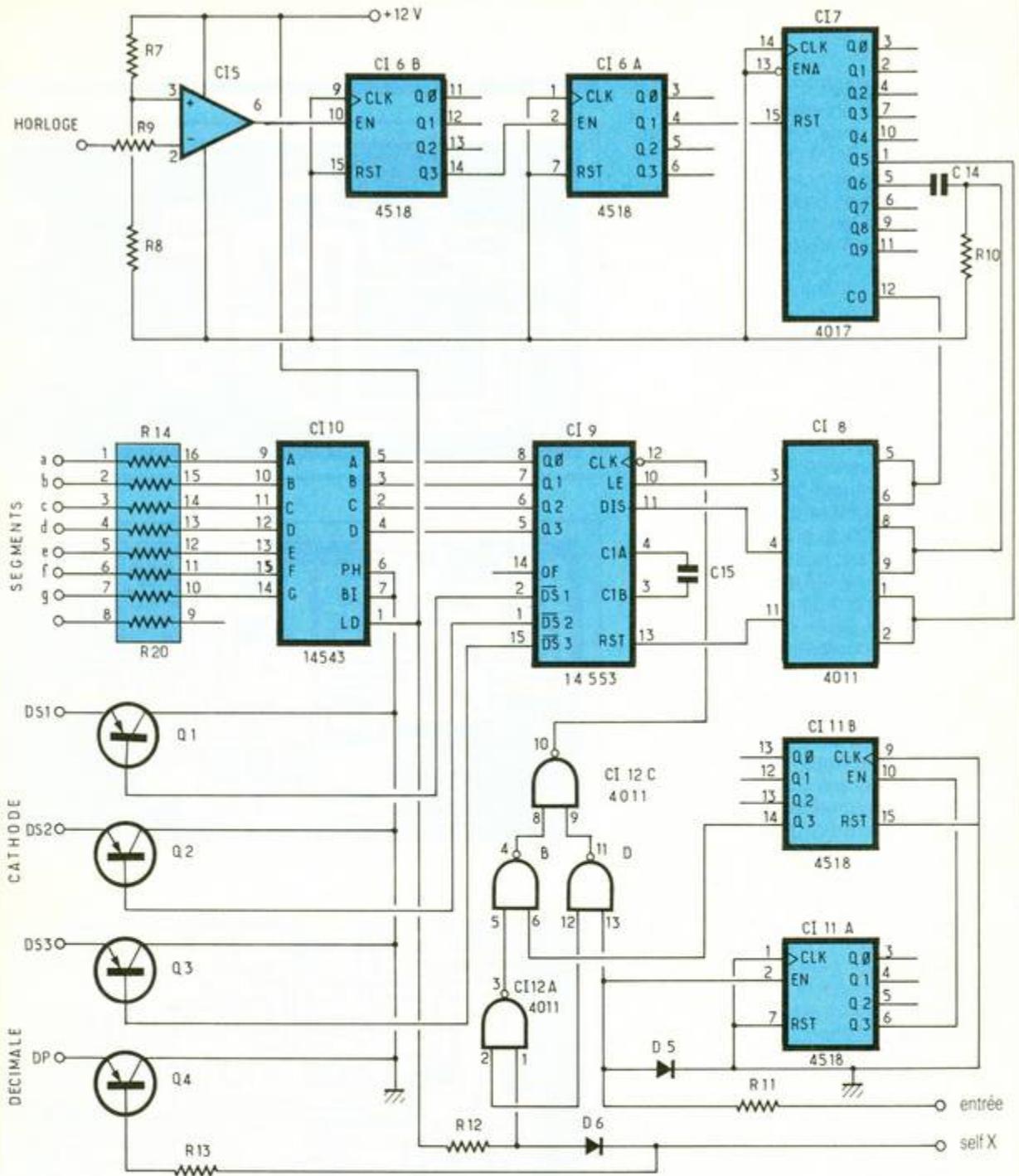
- impédance d'entrée de $10^{12} \Omega$;
- protection contre les courts-circuits ;
- faible impédance de sortie, approximativement une centaine d'ohms ;

- un temps de montée de 13 V/ μ s.

Il nous suffira de lui imposer un gain minimal d'un peu moins de 3 par le pont diviseur de tension entre sortie et masse, sur lequel est polarisée l'entrée inverseuse, puis de limiter le gain maximal, tout en évitant que l'amplificateur fonctionne en boucle ouverte sur une faible plage de tension. Cette limitation forcée du gain maximal est l'affaire d'une paire de diodes au silicium formant un compresseur de niveau. Ainsi, la distorsion de croisement à chaque passage à zéro du signal de sortie est fortement diminuée, et la forme de la sinusoïde est tout à fait propre dans ces conditions. Les deux cellules antagonistes du pont de Wien doivent être parfaitement opposables, ce qui n'est réalisé qu'avec des valeurs de R et de C respectivement semblables. Aussi mettons-nous en jeu, pour chaque fréquence, une paire de condensateurs (C7a-C7b, C8a-C8b, C9a-C9b, C10a-C10b) et un potentiomètre double, ce qui cadre au plus près avec les critères exigés par un tel générateur, alors que le gain minimal est fixé par le rapport entre R1 et R2, le maximum dépendant de la compression procurée par la paire de diodes et la résistance associée.

2

L'extension
fréquence-mètre :
on utilise un
compteur
multiplexé CMOS
14553 effectuant
l'affichage sur
3 digits.



LE GENERATEUR AUDIO : 10 Hz-100 kHz

Les mesures en audiofréquences requièrent un générateur couvrant largement le spectre des fréquences audibles, de deux formes d'onde, débordant accessoirement de part et d'autre. Une plage comprise entre 10 Hz et 100 kHz, étalée sur plusieurs gammes, au calage souple, correspond largement aux besoins dans ce domaine. Pour les obtenir, il faut bien entendu trouver des composants de valeurs normalisées convenables. Le choix final : quatre gammes obtenues

(10 Hz-100 Hz, 100 Hz-1 kHz, 1 kHz-10 kHz, 10 kHz-100 kHz) avec un potentiomètre double de 100 k Ω et quatre paires de condensateurs commutables, présentant chacune un rapport de variation décimal. Ainsi, à une position donnée du potentiomètre, chaque cran du commutateur détermine des fréquences approximativement (il faut tenir compte des tolérances des condensateurs !) multiples de 10 les unes des autres. Le niveau de sortie du générateur, 6 V crête à crête, conforme à nos besoins, nous dispensant d'amplification, est dosable par le potentiomètre de réglage de niveau.

L'essentiel des mesures audio procédant de signaux sinusoïdaux, il peut néanmoins s'avérer utile de disposer d'une autre forme d'onde caractérisée par sa richesse en harmoniques, les signaux carrés, pour ne pas les nommer. La transformation des sinusoides à l'amplitude symétrique des deux alternances s'effectue aisément en trouvant deux points précis de leur courbe respectant un rapport cyclique de 1/1. Ces deux points peuvent se confondre en un seul lors du passage à zéro. Il suffit de mettre en batterie un comparateur de tension rapide détectant précisément ce passage à zéro, ce qui

nous restitue un signal carré. Un LM 311 convient parfaitement : la tension de référence du comparateur étant 0 V (masse), chaque changement d'alternance de la sinusoïde provoque le basculement de la sortie, ce qui répond tout à fait à nos espérances !

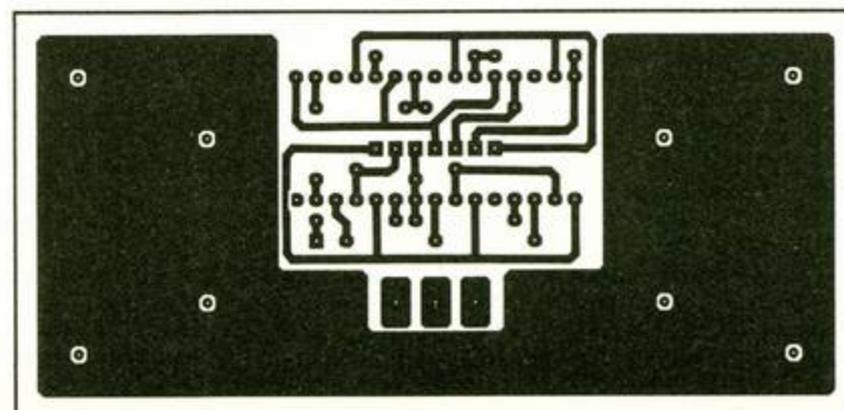
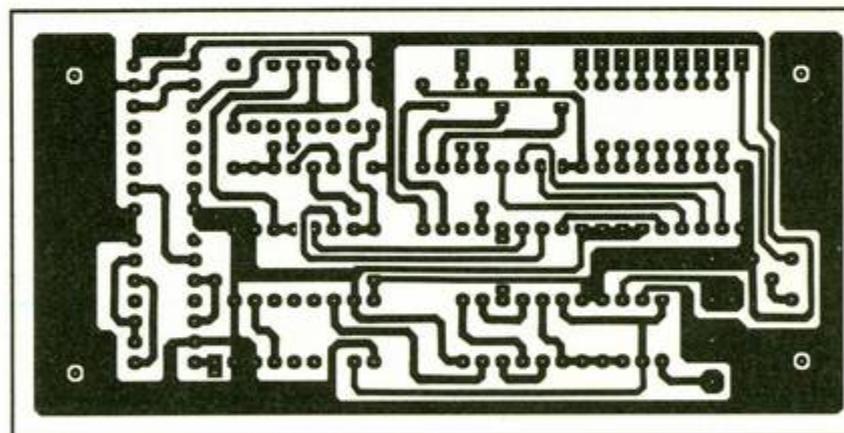
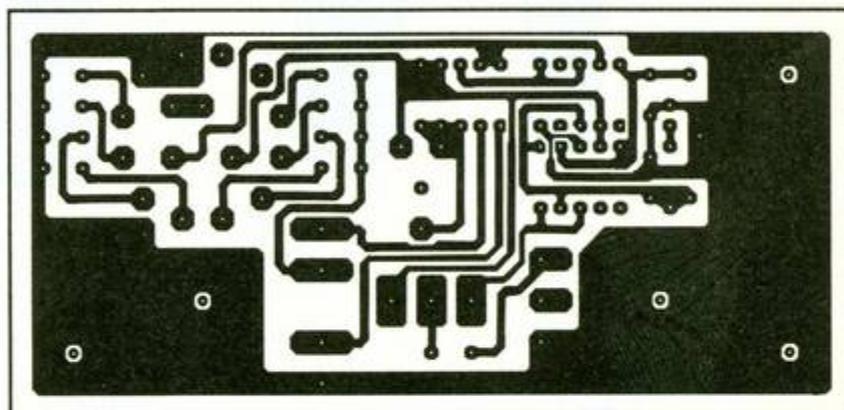
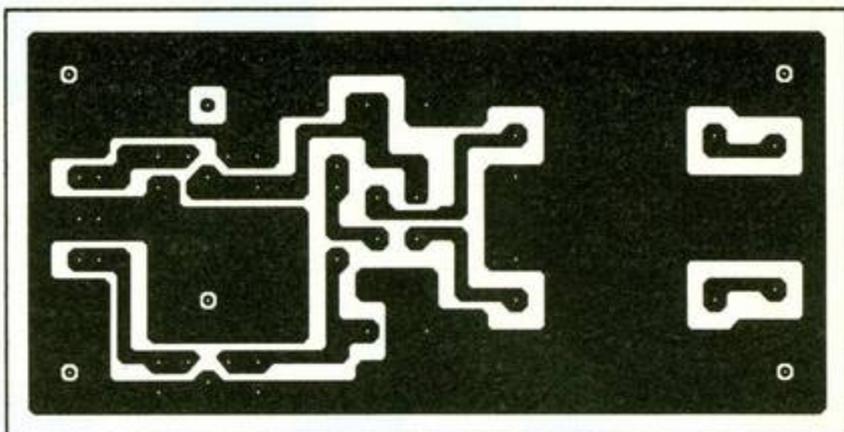
L'AFFICHAGE DE LA FREQUENCE

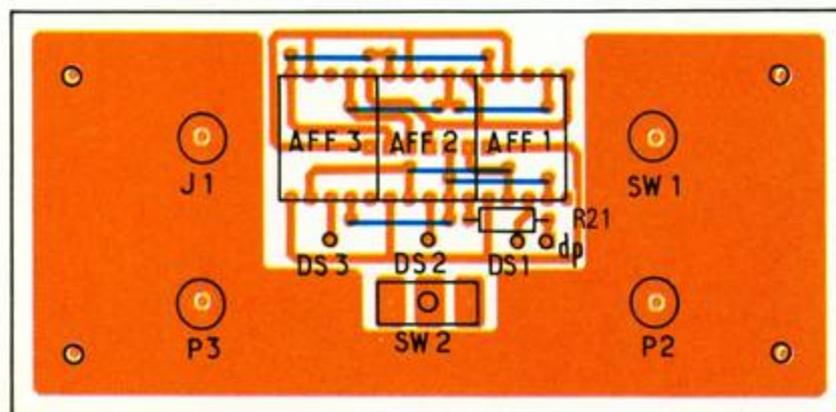
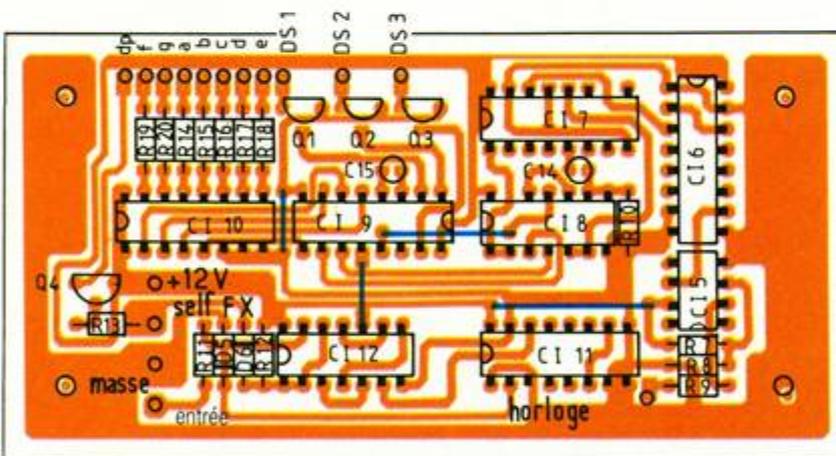
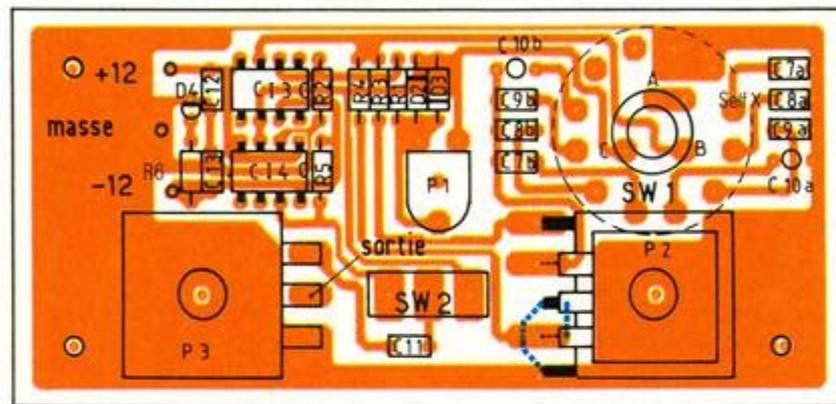
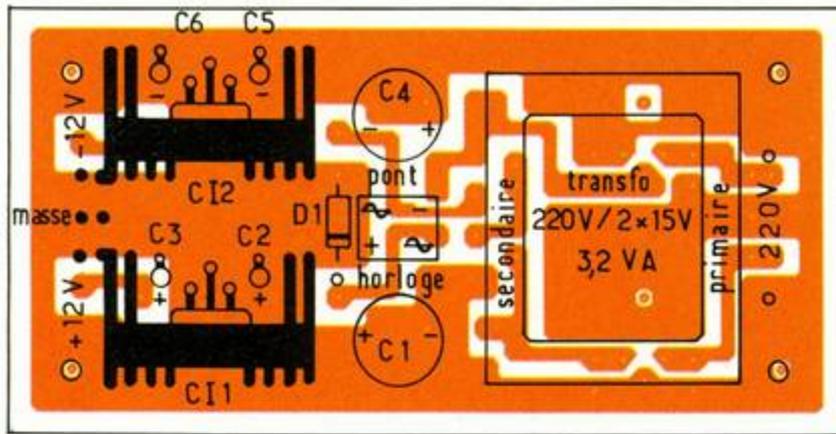
(fig. 2)

Les générateurs audio fabriqués industriellement sont munis d'un bouton assujéti à un disque gradué indiquant la fréquence. Les gammes étant multiples les unes des autres, la graduation est simplifiée. Il est possible d'adopter le même système. Le travail consiste à définir les graduations à l'aide d'un fréquencemètre, puis à confectionner le disque gradué à fixer au bouton du potentiomètre de calage, et un vernier. Cela ne demande qu'un peu de temps, un minimum de soin, et donne une lecture relativement précise. C'est, moyennant un minimum de travail, la solution économique par excellence. L'autre possibilité, peu onéreuse, consiste à associer au générateur un affichage numérique. Un fréquencemètre, pas moins ! Jusqu'ici, le coût du générateur audio était plus que raisonnable. Le simple fait de penser au fréquencemètre laisse entrevoir une dépense importante. Or, quels sont les besoins exacts ? Travailler en audio, une lecture en hertz et en kilohertz avec une résolution suffisante : ± 1 Hz pour les deux gammes basses, ± 100 Hz pour les plus élevées constituant le summum. Pour cela, trois chiffres suffisent, ainsi qu'une seule commutation de point décimal.

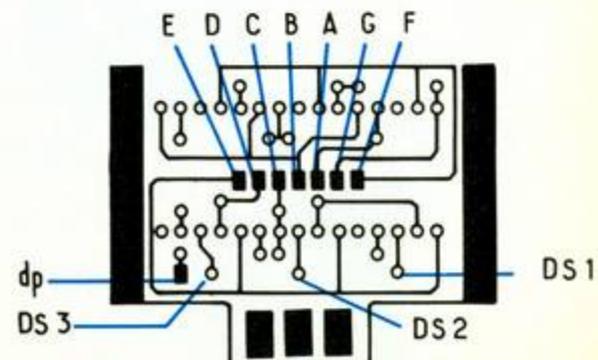
QU'EST-CE QU'UN FREQUENCEMETRE ?

C'est tout simplement un compteur additionnant en un temps donné le nombre de cycles de nos signaux alternatifs (changements de phase). Le temps de comptage doit être très précis, il est défini par une horloge. Elle est mise à disposition gracieusement par EDF. C'est la fréquence du secteur, d'une stabilité large-





ment suffisante pour un fréquencemètre audio. Cependant, les 50 Hz qui nous sont octroyés correspondent à une durée de cycle de 20 ms, ce qui ne nous convient pas. Il reste à convertir cela pour aboutir à des créneaux de une seconde. Pour ce faire, nous allons nous livrer à une petite manipulation : doubler la fréquence de la tension alternative issue du secondaire du transformateur d'alimentation. C'est chose faite en employant un pont redresseur. Avec le redressement des deux alternances, nous disposons d'un capital de 100 Hz ! Or, 100 Hz correspondant à 100 changements de polarité par seconde, la durée d'une période est de $1/100^e$ de seconde, soit 10 ms. Nous sommes loin de la seconde dont nous avons besoin ! Un laps de temps cent fois trop court ? Soit, il n'y a plus qu'à diviser la fréquence par 100 pour obtenir une période 100 fois plus longue, objet de notre convoitise. Pour diviser, nous pouvons mettre en œuvre un compteur changeant d'état toutes les cent périodes, ce qui semble simple. Cependant, notre définition du fréquencemètre reste incomplète : une remise à zéro du compteur, suivie d'un temps d'échantillonnage d'une seconde, puis l'arrêt, et l'affichage final de la lecture. C'est un fréquencemètre rudimentaire – quoique opérationnel – que celui-ci, où les chiffres, partant de zéro, défilent pendant une seconde avant de se stabiliser. Et ensuite ? Le processus doit être relancé par une remise à zéro pour la mesure suivante. Perfectionnons-le en changeant de méthode : une impulsion de remise à zéro, le créneau de 1 seconde, la mémorisation du résultat, puis



7 à 10b

Implantations des platines : les potentiomètres P2 et P3 se monteront et se souderont côté cuivre / détail de câblage des afficheurs (vu côté soudures).

redémarrage de ce cycle d'opérations à trois temps. Ainsi, au lieu du défilement des afficheurs, la lecture est figée, ne se modifiant qu'avec la fréquence à mesurer. Voilà la définition d'un fréquencemètre, et elle est définitive.

La base de temps est le dispositif qui, partant d'un signal d'horloge, réalise les trois séquences indispensables au fonctionnement d'horloge : remise à zéro du compteur, validation de ce dernier pendant un temps prédéfini, et transfert du contenu du compteur dans une mémoire dont le contenu, figé pendant la durée de ces trois opérations, est lu, décodé et affiché. Un compteur décimal très connu des lecteurs d'E.P. se charge de cette fonction de chef d'orchestre, coordonnant l'horloge, le compteur et la mémoire : le CD 4017 (CI7). Il délivre trois parmi ses onze sorties, qui font notre affaire : celle de retenue (changeant d'état deux fois toutes les dix impulsions à l'entrée), et les sorties Q₅ et Q₆. Ce créneau de cinq périodes nous fournira le temps de comptage. Le CD 4017 gère ces impulsions de 1/5 de seconde (fréquence de 5 Hz).

Partant des 100 Hz derrière le pont redresseur, signal mis en forme par un comparateur (ampli OP CI₅), de niveau compatible avec les circuits logiques CMOS, un diviseur par 20 constitué par les deux compteurs d'un CD 4518 (CI₆) est mis en place, la finalité étant d'aboutir aux 5 Hz recherchés. Voilà de quoi effectuer successivement un comptage de 1 seconde, une impulsion 200 ms de transfert en mémoire, et une suivante de durée égale pour la remise à zéro.

Nous ne sommes pas au bout de nos peines. Reste le problème des deux échelles de mesure : lecture directe en hertz et conversion en kilohertz, avec un point décimal suivi de la centaine de hertz. La première gamme de mesure s'étend de 1 Hz à 999 Hz, la suivante plafonnant à 99,9 kHz. Le rapport entre les deux, 1/100, indique la marche à suivre : division de la fréquence par 100 au moyen des deux compteurs d'un CD 4518 (CI₁₁), le reste ne relevant plus que de la commutation (sélection entrée directe ou division par 100 et allumage du point décimal).

Le choix du compteur multiplexé 14 553 (CI₉), associé à un décodeur approprié, un 14543 (CI₁₀),

s'impose essentiellement par son prix particulièrement avantageux. En effet, le coût global du fréquencemètre, afficheurs compris, n'atteint pas celui de certains LSI (n'incluant ni la base de temps ni les circuits annexes). Ce qui démontre clairement que faire appel à une poignée de circuits intégrés courants, donc économiques, montés sur supports facilitant la maintenance, peut s'avérer un choix judicieux. Il est vrai qu'on peut frémir à la seule idée d'une erreur de manipulation sur un LSI.

L'extension fréquencemètre se compose de deux platines : l'une portant tous les circuits intégrés, la seconde, au rôle passif, avec les afficheurs, constituant la façade du générateur audio. Il va sans dire que cette extension, se suffisant à elle-même, peut s'adjoindre à d'autres dispositifs audio moyennant l'adjonction, sur l'alimentation, de la diode séparant la fréquence d'horloge (pôle positif du pont redresseur) du condensateur de filtrage. Ainsi, sur un générateur de fonctions équipé d'un XR 2206 ou d'un XR 8038, il suffit de l'exciter avec la sortie des signaux carrés pour disposer de l'affichage numérique manquant.

Photo 2. - Le cœur du montage utilise un AOP et un comparateur type LM 311 pour générer les signaux.

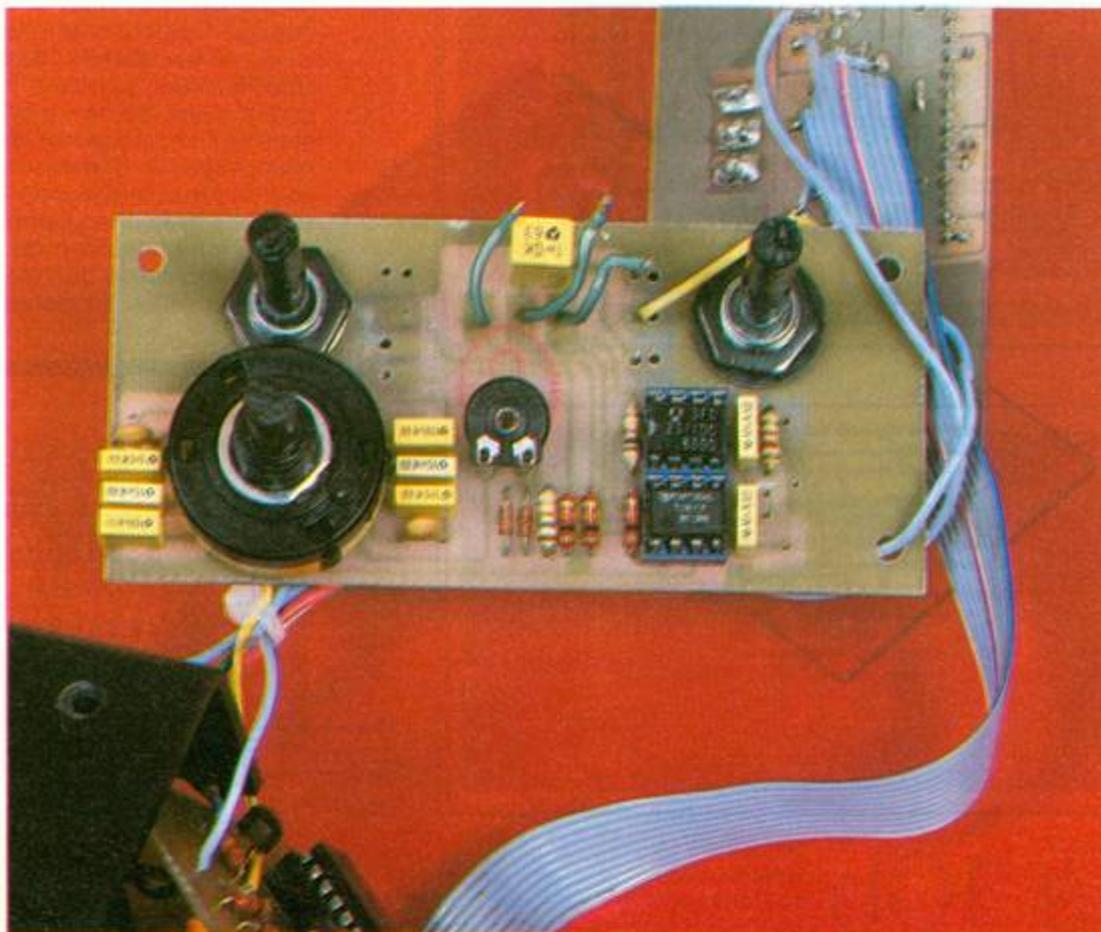




Photo 3. – La platine alimentation comporte deux régulateurs de tension montés sur radiateurs.

CABLAGE ET ASSEMBLAGE MECANIQUE

Deux cas de figure peuvent se présenter : la réalisation du générateur audio seul est envisagée, ou celle de l'ensemble complet, avec son extension. Dans la première éventualité, la platine d'alimentation pouvant se dispenser de la diode D_1 , celle-ci sera rem-

placée par un strap, et le circuit imprimé principal recevra directement l'inverseur unipolaire (sélection de la forme d'onde), et sera muni de la diode électroluminescente, témoin de mise sous tension, prévue à cet effet (dans l'alignement de Cl_4). Tous les circuits de commutation étant implantés sur le circuit de façade, quatre fils suffisent : trois le reliant à l'alimentation, un dernier

pour la jonction entre le curseur du potentiomètre de niveau et l'embase C-inch de sortie. Il est à remarquer que le potentiomètre double (P_2), du fait de sa profondeur non négligeable, est fixé côté soudures, avec une rondelle supplémentaire pour l'espacer du circuit imprimé, ce qui évite une éventuelle gêne vis-à-vis du commutateur SW_1 . Le potentiomètre de niveau (P_3) se monte indifféremment côté soudures du circuit imprimé (modèle normal), ou côté composants (modèle pour circuit imprimé, muni de deux picots à souder au dos), contribuant dans ce cas, en conjonction avec SW_1 , à la fixation de la platine à la façade. Le sélecteur de gammes est inséré côté composants. Figure imposée au câblage : le potentiomètre P_2 est fixé côté soudures (respecter la position de l'écrou : parallèle au bord inférieur de la platine) et soudé en premier, puis SW_2 côté composants. Ainsi, le problème mécanique posé par le diamètre conséquent du commutateur rotatif est résolu.

Pour l'ensemble au complet, il faudra ajouter trois autres fils en direction de l'alimentation : plus,

INCROYABLE!

UN OSCILLOSCOPE 2245 A

4 VOIES - 100 MHz

CURSEURS POUR

~~17.325^F_{HT}~~

16.325^{F*}_{HT}



**TEK
DIRECT**

JUSQU'À LA POINTE DU SERVICE

NOTRE OFFRE:

Un oscilloscope 100 MHz de bande passante, double base de temps, autoscopes, très lumineux, 4 voies, curseurs, livré complet avec 2 sondes.

GARANTIE 3 ANS.

* Offre valable jusqu'au 15.03.90 franco de port et d'emballage. Prix H.T. (TVA 18,6%). Catalogue complet TekDirect sur demande.

NUMERO VERT 05.00.22.00

masse et signal d'horloge ; deux autres vers le circuit principal : sortie du signal carré (FX sur SW₂) et la paillette A du commutateur rotatif SW₁ (commutation de gamme du fréquencemètre : SELFX). La liaison entre le décodeur 4543 et les trois afficheurs est confiée à un câble en nappe à 11 conducteurs (sept segments + trois commandes de chiffre DS₁ à DS₃, et point décimal DP). La platine frontale portant les afficheurs, et la résistance R₂₁ sera reliée côté soudures. Les pastilles alimentant les segments, les cathodes et le point décimal ne seront pas, en conséquence, percées. Le câble en nappe sera scindé entre le segment E et les autres fils séparés pour rejoindre les pastilles correspondant aux cathodes des trois afficheurs (DS₁-DS₂-DS₃) et point décimal (DP). La diode électroluminescente et sa résistance de limitation de courant seront omises. Trois fils ou queues de résistance seront enfilés dans les trous en regard de l'inverseur pour relier les deux circuits imprimés.

Les platines de circuit imprimé se fixent différemment suivant l'option retenue :

– générateur seul : alimentation sur le fond du boîtier, circuit principal en façade, solidarisé avec le panneau avant par les écrous du commutateur SW₁ et de l'inver-

seur de forme d'onde SW₂, et éventuellement par celui du potentiomètre de niveau P₃ ;

– l'ensemble : la platine fréquencemètre fixée par quatre entretoises à l'alimentation, circuit d'affichage vissé sur la platine principale.

L'interrupteur de mise sous tension est implanté sur le fond du boîtier.

MISE AU POINT

Avant la mise en place des circuits intégrés, le câblage étant vérifié, on contrôlera les tensions de l'alimentation.

Sur la platine principale, les circuits intégrés CI₃ (TL081) et CI₄ (LM311) étant mis en place – le générateur audio en sortie SINUS, en gamme 2 (100 Hz-1 kHz) –, le potentiomètre ajustable P₁ sera réglé à l'aide d'un oscilloscope, jusqu'à obtention de l'amplitude optimale de la sinusoïde non affectée de distorsion (de l'ordre de 6 V).

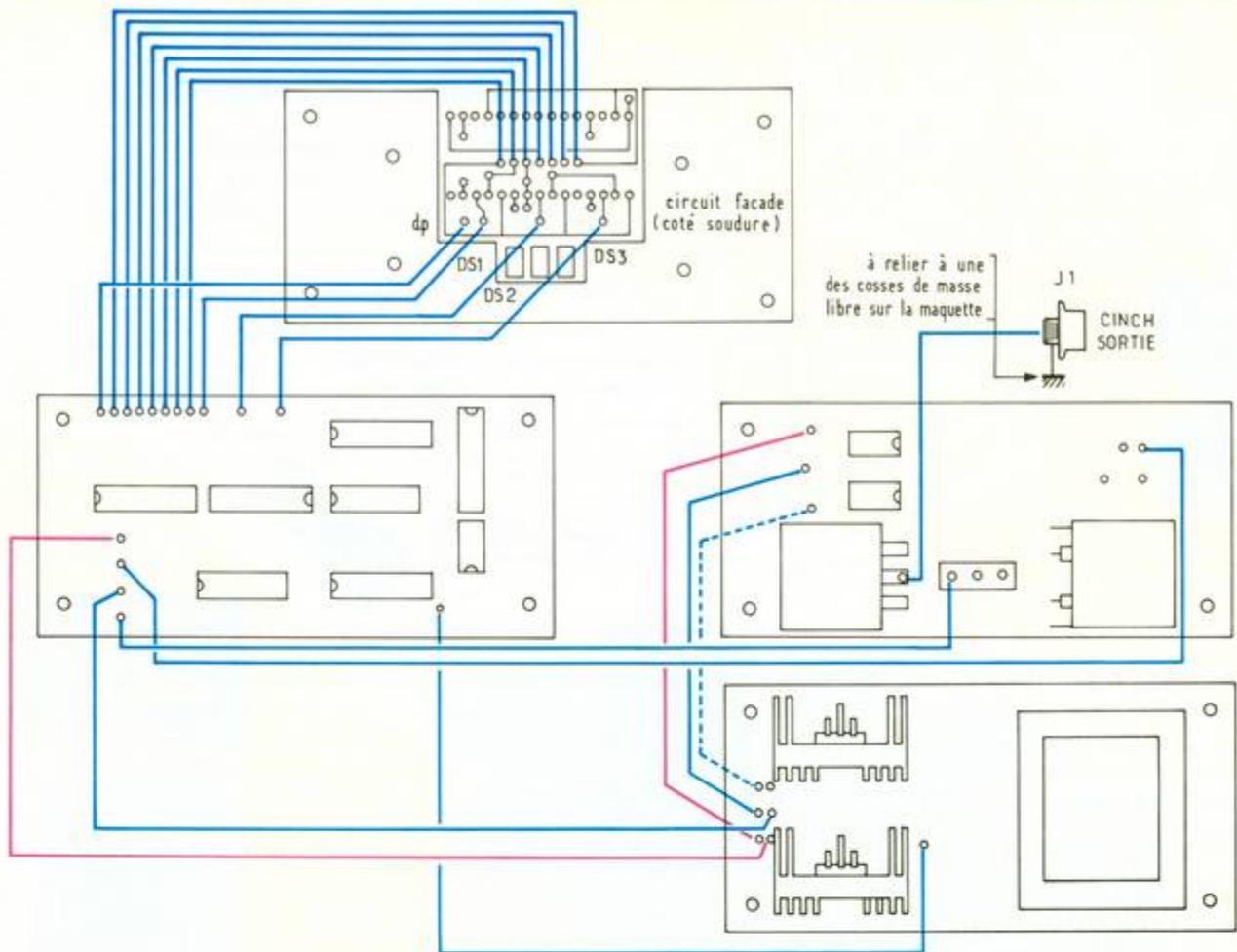
La gamme la plus haute étant sélectionnée, retoucher P₁ afin d'obtenir le meilleur compromis entre l'amplitude et la distorsion sur la gamme la plus basse. Le niveau de sortie s'atténuant lorsque la fréquence augmente (sur la gamme haute), il est possible d'y remédier en augmentant lé-

gèrement le gain (modification de la valeur de R₃) mais, en contrepartie, les fréquences les plus basses se voient affectées de distorsion. Ici aussi, un compromis est à trouver. En basculant l'inverseur de forme d'onde, un signal carré est observé. L'unique réglage du générateur est accompli. Les performances de ce générateur économique sauraient rivaliser avec celles de circuits plus sophistiqués et, par là, plus onéreux, tel le XR 2206. Il n'en demeure pas moins que, par sa simplicité et son coût modique, il est à même de rendre bien des services. L'extension fréquencemètre ne demande aucune mise au point. Le principal souci, lors de son câblage, consiste à s'assurer de la qualité des soudures, de la bonne mise en place des straps, de l'orientation des circuits intégrés, ainsi que du bon repérage des fils de liaison aux afficheurs. Donc, rappelons-le, cette réalisation exige un soin méticuleux et beaucoup d'attention. Le résultat en vaut la peine : un équipement bien fini, extrêmement compact, logeable dans un boîtier VD2 à façade opto (panneau avant rouge translucide), au prix particulièrement attrayant, ou un modèle équivalent, voire plus spacieux.

Bruno BENCIC

Photo 4. – Le circuit imprimé recevant les afficheurs 7 segments se positionne derrière la façade en plexi rouge transparent.





LISTE DES COMPOSANTS

Résistances (toutes 1/4 W)

R_1 : 15 k Ω (marron, vert, orange)
 $R_2, R_3, R_4, R_7, R_9, R_{10}, R_{11}, R_{12}$,
 R_{13} : 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R_8 : 100 k Ω (marron, noir, jaune)
 R_5, R_6, R_{14} à R_{21} : 1 k Ω (marron, noir, rouge)

Potentiomètres

P_1 : 22 k Ω ajustable horizontal
 P_2 : 2 \times 100 k Ω linéaire
 P_3 : 10 k Ω linéaire

Condensateurs

C_1, C_4 : 470 μ F/25 V sorties radiales
 C_2, C_3, C_5, C_6 : 1 μ F/35 V tantale goutte
 C_{7a}, C_{7b} : 150 nF
 C_{8a}, C_{8b} : 15 nF
 C_{9a}, C_{9b} : 1,5 nF
 C_{10a}, C_{10b} : 150 pF céramique

C_{11}, C_{12} : 47 nF
 C_{13} : 1 μ F
 C_{14}, C_{15} : 47 nF

Diodes

D_1 : 1N 4001, diode 1 A, 100 V
 D_2, D_3, D_5, D_6 : 1N 4148, diodes signal
 D_4 : diode électroluminescente (facultative, voir texte) rouge
 Pont redresseur moulé 100 V/1 A

Transistors

Q_1 à Q_4 : PNP à usages généraux : BC181, BC307, BC557, 2N2907 ou autres équivalents

Circuits intégrés

CI_1 : régulateur positif 7812
 CI_2 : régulateur négatif 7912
 CI_3 : ampli OP bifet LF355 ou TL081
 CI_4 : comparateur LM311
 CI_5 : ampli OP 741
 CI_6, CI_{11} : double compteur binaire 4518 CMOS
 CI_7 : compteur décimal 4017 C.MOS

CI_8, CI_{12} : quadruple porte non-ET à 2 entrées 4011 CMOS
 CI_9 : compteur multiplexé à trois décades 14553 CMOS
 CI_{10} : décodeur BCD, 7 segments 14543 CMOS

Transformateur

220 V, 2 \times 15 V/3,2 VA

Commutateurs

SW_1 : 3 circuits, 4 positions rotatif
 SW_2 : inverseur 1 circuit 2 positions

Divers

AFF_1 à AFF_3 : 3 afficheurs rouges à anode commune : HD1131 ou D350PAG
 J_1 : fiche coaxiale Cinch pour boîtier
 Boîtier : VD2 avec façade opto ou équivalent
 Visserie : entretoises ou tige filetée plus écrous de 3 mm
 3 boutons
 1 interrupteur de mise sous tension et câble secteur
 2 radiateurs pour boîtier TO220

UTILISATION D'UN GENERATEUR AUDIO



Associé à un oscilloscope, le générateur audio rend de multiples services. Ceux-ci concernent les mesures à effectuer sur des amplificateurs, des préamplis et la mise au point de circuits répondant à une fréquence bien définie, tels les décodeurs de tonalité, voire certains modulateurs de lumière. Il s'avère également d'un précieux secours pour le dépannage de dispositifs audiovisuels en mettant en évidence distorsion, déphasage et autres incidents.

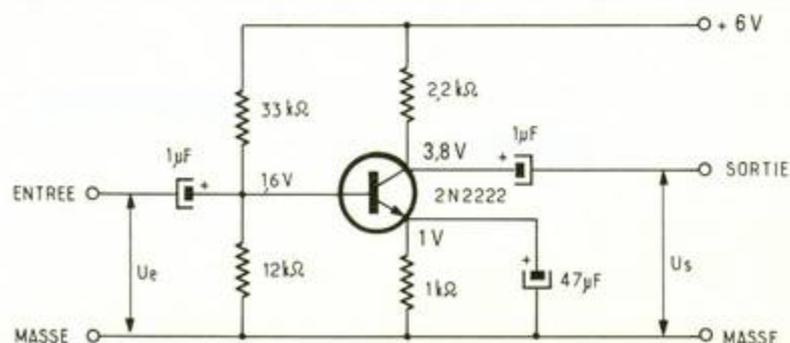
VISUALISATION DE LA DISTORSION

Pour mener à bien cette manipulation, un petit montage préamplificateur de tension à transistor (fig. 1) est confectionné avec quelques composants. Un transistor NPN de type courant (un 2N2222 ou autre équivalent) est monté en émetteur commun, une paire de résistances polarisant la base à 1,6 V avec un courant de $130 \mu\text{A}$. L'émetteur est chargé par une résistance de $1 \text{ k}\Omega$ en parallèle avec un condensateur de $47 \mu\text{F}$, tandis que le collecteur se retrouve chargé pour un courant de $1,6 \text{ mA}$ par une $2,2 \text{ k}\Omega$. Une paire de condensateurs de liaison de $1 \mu\text{F}$ complète le tout. Le circuit ainsi assemblé, aisément reproductible, donne un gain Ic/lb en valeurs chiffrées de $1,6 \text{ mA}/0,13 \text{ mA}$, soit 12,3. Ce qui signifie qu'une tension d'entrée U_e quelconque produit une tension de sortie U_s environ douze fois plus élevée. En théorie, cela se conçoit aisément. Il est intéressant de le vérifier par la pratique. Un oscilloscope à double trace est mis en batterie, l'entrée de la première voie (Y_1) est raccordée à l'entrée du préampli recevant le signal audio (U_e) de $1\,000 \text{ Hz}$ (fréquence de référence des mesures) délivré par le générateur, la seconde (Y_2), sur la sortie (U_s). A titre d'exemple, un niveau de 40 mV excitant le préampli donne pour U_s une valeur proche de 500 mV non affectée de distorsion (fig. 2). A remarquer le décalage des crêtes de la sinusoïde du bas par rap-



port à la supérieure, correspondant au déphasage provoqué par l'étage amplificateur. Le niveau de U_e est progressivement augmenté : 56 mV , la sortie U_s développant un peu moins de 700 mV , la distorsion n'apparaît pas encore nettement (fig. 3). Si l'amplitude du signal en U_e continue à croître, la crête supérieure de la sinusoïde en U_s tendra à

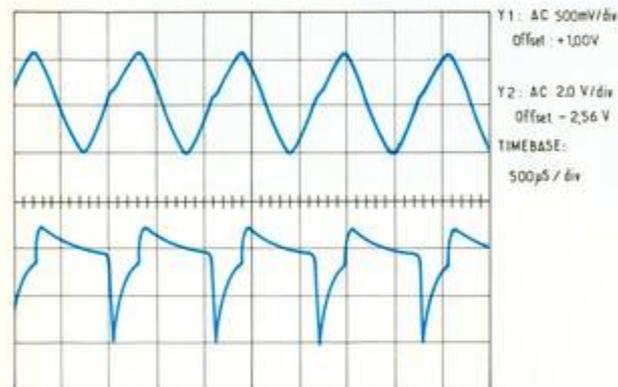
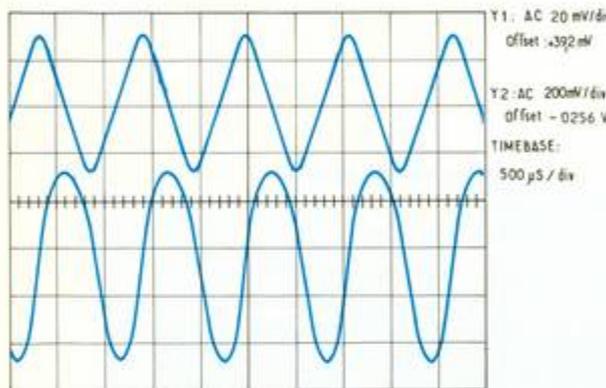
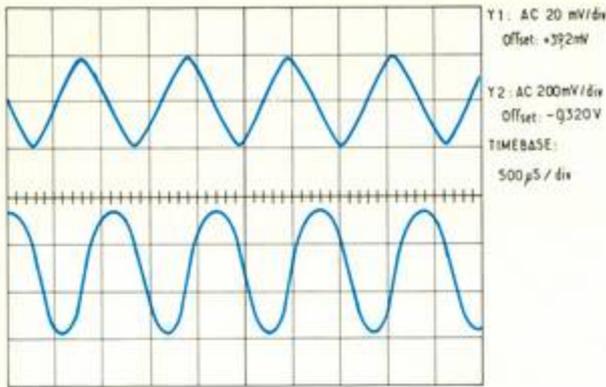
s'aplatir progressivement pour atteindre un maximum lorsque le préamplificateur sera saturé (la variation de tension au collecteur, limitée à la fois par le courant et la tension d'alimentation, devient insuffisante pour restituer correctement la sinusoïde). C'est le cas de la figure 4 : U_s voit son amplitude maximale de $5,4 \text{ V}$ affligée d'une distorsion impor-



1 Schéma d'un préamplificateur de tension à transistor, accompagné d'un relevé des tensions au repos.

2-3-4

Oscillogrammes des tensions d'entrée et de sortie : 2. aucune distorsion ; 3. une légère distorsion naissante ; 4. aplatissement des crêtes dû à un niveau d'entrée trop important.



tante : les signaux sinusoïdaux sont complètement écrêtés. Ce phénomène de distorsion peut se produire dans plusieurs cas : courant de polarisation ou tension de base trop faible, ou signal d'amplitude trop élevée. Le but d'un préamplificateur étant d'amplifier la tension d'un signal faible pour l'amener au niveau requis par un amplificateur de puissance avec une distorsion très faible, le générateur audio permet de chiffrer le niveau d'entrée maximal sans distorsion à la sortie, voire, à l'aide d'un voltmètre alternatif, de déterminer le gain du circuit par la classique formule :

$$\text{Gain (en dB)} = 20 \log U_s/U_e$$

MESURE DE LA PUISSANCE D'UN AMPLIFICATEUR

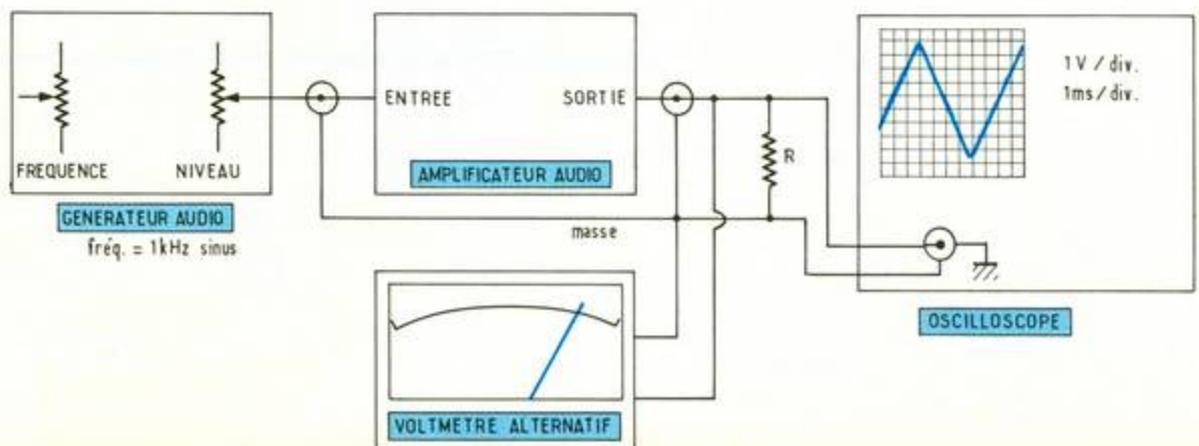
La manipulation précédente, en ajoutant un voltmètre alternatif, permet de connaître la puissance de sortie d'un amplificateur quelconque. Il suffit pour cela de charger l'amplificateur par une résistance bobinée de puissance, de valeur correspondant à son impédance de sortie, généralement de 8 Ω pour les équipements Hi-Fi et de 4 Ω pour les équipements mobiles comme l'autoradio ou son booster (fig. 5). Le générateur sera réglé pour une fréquence de 1 kHz (référence de toute mesure audio), et le niveau ajusté pour la tension optimale, sans distorsion, développée aux bornes de R (mesurée à l'aide d'un voltmètre). Le signal pourra être visualisé par une seule voie de l'oscilloscope.

Connaissant la valeur de R et la tension alternative développée par l'amplificateur, il ne reste plus qu'à appliquer une simple formule pour déterminer la puissance : P (en watts) = le carré de U_s divisé par R (U_s en volts et R en ohms). Ainsi, à une tension alternative de 8 V correspond une puissance de 8 W sur une charge de 8 Ω, ou 16 W pour 4 Ω.

MISE AU POINT DE CIRCUITS REPENDANT A UNE FREQUENCE

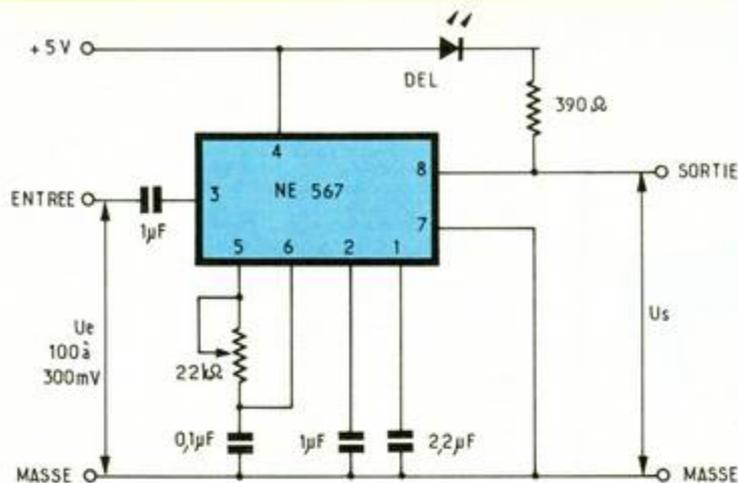
Certaines applications font appel à des circuits susceptibles de fonctionner à des plages de fréquences ou à des fréquences prédéterminées. L'exemple le plus courant est le modulateur de lumière usant de filtres passe-bas et passe-haut pour obtenir trois gammes d'éclairage, excités l'une par les sons graves, les deux autres par les médiums et les aigus. Rien de plus simple, en effet, que d'injecter le signal du générateur audio et de faire varier la fréquence pour visualiser la bande passante de chaque filtre, ainsi que le recouvrement entre les trois.

Un cas bien plus intéressant, est le décodeur de tonalité (fig. 6). Ce circuit ne répond que s'il est sollicité par une fréquence bien précise, sa bande passante étant particulièrement étroite. La manipulation ne faisant appel qu'à un nombre limité de composants (fig. 6) contribue à ouvrir à peu de frais des portes dans des do-



5 Manipulation déterminant la puissance d'un amplificateur à l'aide d'un voltmètre alternatif, d'un oscilloscope et du générateur audio précédemment décrit.

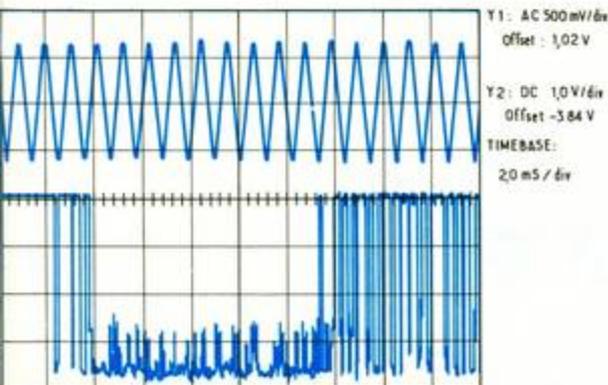
6 Schéma d'un décodeur de tonalité à base d'un NE 567 : la DEL indique l'accord.



maines intéressants : radiocommande par signal modulé, démodulation de signaux codés par une fréquence (morse et télex décodables par un micro-ordinateur), DTMF... Le principe de base le plus simple consiste à disposer d'un NE 567 dont la fréquence de fonctionnement est définie par un réseau RC constitué du potentiomètre de 22 k Ω et du condensateur de 0,1 μ F (valeurs données à titre indicatif pour l'exemple), la sortie par transistor de commutation à collecteur ouvert (broche 8) est susceptible de commander un relais, et à plus forte raison une diode DEL, permettant de voir le déclenchement du circuit pour la bonne fréquence. Le niveau de U_e peut varier entre quelques dizaines de millivolts et plusieurs centaines sans inconvénient. Le générateur audio réglé à 1 kHz, le signal injecté au NE 567, le potentiomètre

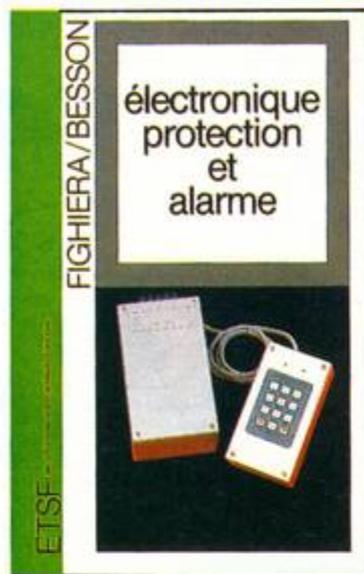
est ajusté doucement jusqu'à l'allumage de la diode DEL. Ce réglage est pointu, et il en faut peu pour le dépasser, provoquant l'extinction. La tension de sortie U_s étant prélevée entre l'émetteur et le collecteur du transistor de commutation intégré, la phase du signal visualisé est inversée par rapport à l'état de la DEL. Allumée : tension la plus basse (environ 0,6 V). Eteinte : tension d'alimentation (5 V). La figure 7 présente la coïncidence entre le signal d'entrée modulé étroitement entre 950 et 1 050 Hz et la réponse du NE 567 (créneau descendant), ainsi que quelques pics rapides encadrant la fréquence de capture. L'expérimentation se poursuit à l'envers : réglage quelconque du potentiomètre, puis recherche de la fréquence exacte du circuit en faisant varier celle du générateur de fonctions qui l'affichera à l'aide du fréquence-mètre intégré.

Les applications du générateur audio, évoquées ci-dessus, constituent quelques cas courants, et ne sont nullement limitatives. ■



7 Modulation étroite d'un signal entre 950 et 1 050 Hz : on observe sur la seconde voie, le déclenchement du décodeur de tonalité.

COLLECTION FIGHIERA/BESSION



A travers cette collection thématique, deux grands spécialistes de l'électronique, en présentant et commentant de multiples réalisations pratiques, utiles ou originales, vous permettent de comprendre, pratiquer et vous perfectionner en électronique. Cette collection est destinée à permettre à l'amateur éclairé de construire des montages intéressants, réalisés et testés dans les laboratoires d'Électronique Pratique, et ce, en toute confiance quant aux résultats à obtenir. Elle couvre les grands sujets suivants présentés en plusieurs volumes :

- Maison et Confort,
- Protection et Alarmes,
- Jeux et Gadgets,
- Labo et Mesures,
- Auto et Moto.

Ces montages ont été étudiés de façon à faciliter la tâche du lecteur. Ils utilisent des composants courants et d'un prix très raisonnable que l'on peut se procurer chez tous les revendeurs spécialisés. Un plan grandeur nature est donné pour chacun des circuits imprimés, avec l'implantation des composants. Leur mise au point ne nécessite pas d'appareils de mesure complexes ; un multimètre classique suffira.

Prix : 125 F.
Distribution : Editions Radio, 189, rue Saint-Jacques, 75005 Paris.

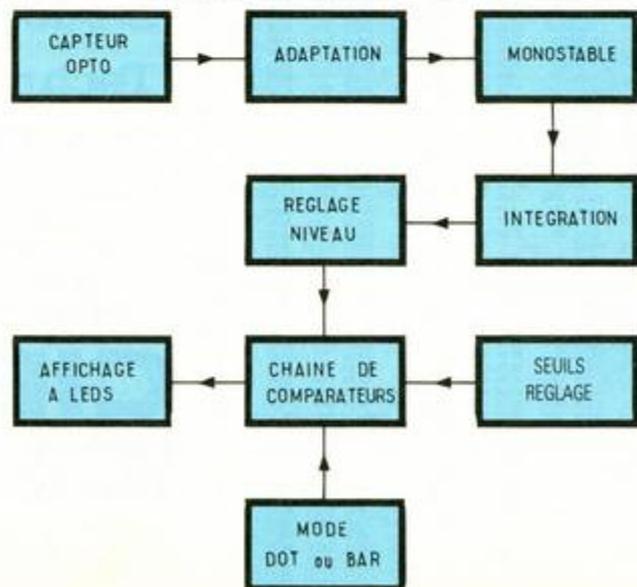
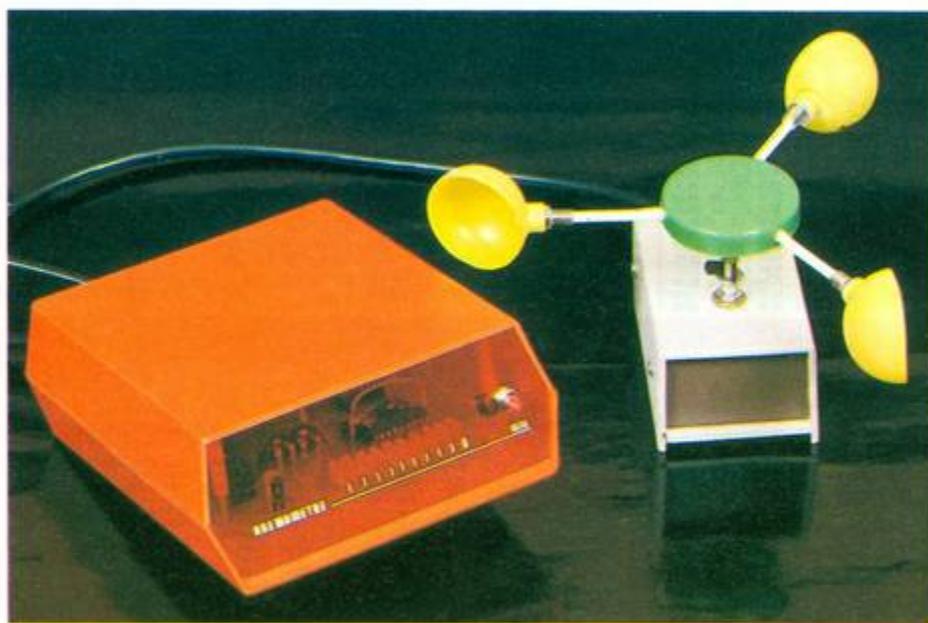
UN ANEMOMETRE TRES SIMPLE



La météo est sans doute le sujet de conversation le plus banal que l'on puisse aborder. Encore faut-il avoir quelques notions ou informations intéressantes. Cette réalisation vous permettra de prévoir quelque peu des conditions climatiques régionales, selon la provenance et la force du vent. Elle saura vous inciter à mettre à l'abri certains objets fragiles en cas de grand vent. Sa construction n'exige en outre que des composants très courants.

A) PRINCIPE DU MONTAGE

Cet appareil sert à mesurer la vitesse d'écoulement d'un fluide gazeux (*dixit* une encyclopédie) et plus particulièrement la vitesse du vent. L'anémomètre à rotation ou à moulinet, très utilisé dans les stations météorologiques, est constitué par des tiges portant trois coupelles tournant d'autant plus vite autour d'un axe vertical que la vitesse du vent est grande. Un dispositif électronique ou capteur transforme cette rotation en une tension mesurable. Un étalonnage en soufflerie permet d'effectuer l'affichage de la vitesse du vent. Certains appareils sophistiqués à hélice sont capables de mesurer à la fois la vitesse et la direction du vent. De nombreux autres modèles exis-

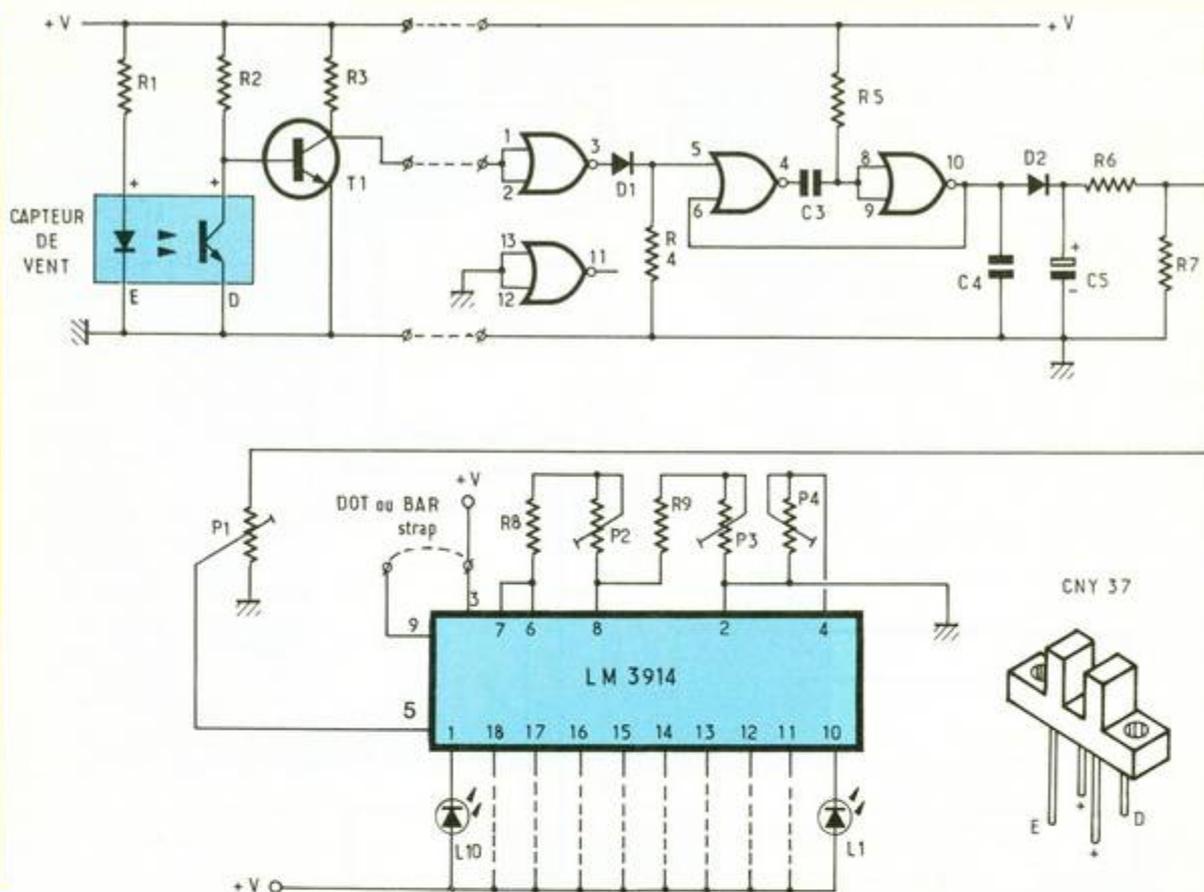


tent, plus compliqués et plus précis les uns que les autres ; citons simplement l'anémomètre ionique, le modèle à surpression ou dépression utilisé pour mesurer le vent relatif sur les avions, ou encore les anémomètres à fil chaud plus spécialement destinés à la mesure des variations rapides de la vitesse d'un fluide. Dans l'industrie, ces appareils sont exploités pour mesurer la vitesse de l'air dans divers conduits ou aux bouches de sortie. Plus modestement, notre appareil vous indiquera sur une échelle de LED s'il y a du vent, et quelle en est approximativement sa force, qui peut aller de la brise légère à la tempête. Pour capter la force du vent, nous allons actionner en rotation un équipage mobile obturant une

1 Synoptique du montage : les LED fournissant l'indication de la force du vent sont pilotées par une chaîne de comparateurs, intégrés dans un LM 3914.

2

Schéma électronique de l'ensemble : la succession de créniaux disponibles sur le collecteur de T₁ sera intégrée et donc transformée en une tension continue, mesurée par IC₂.



fourche opto, et cela d'autant plus vite que la vitesse de rotation sera plus grande. Il suffit ensuite d'opérer une conversion fréquence-tension et de procéder à l'affichage à l'aide d'une chaîne de comparateurs commandant une échelle de LED.

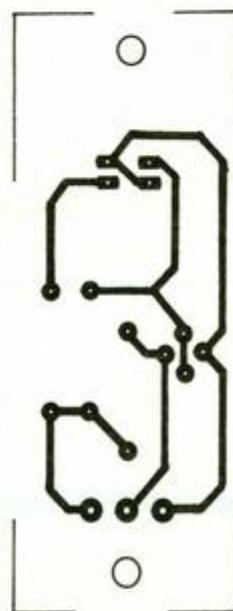
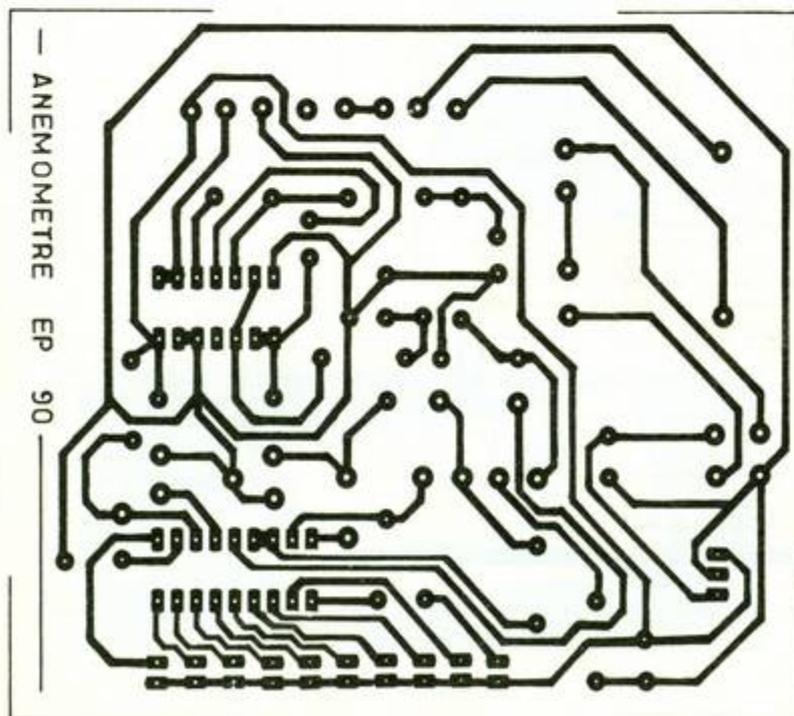
B) ANALYSE DU SCHEMA ELECTRONIQUE (fig. 2)

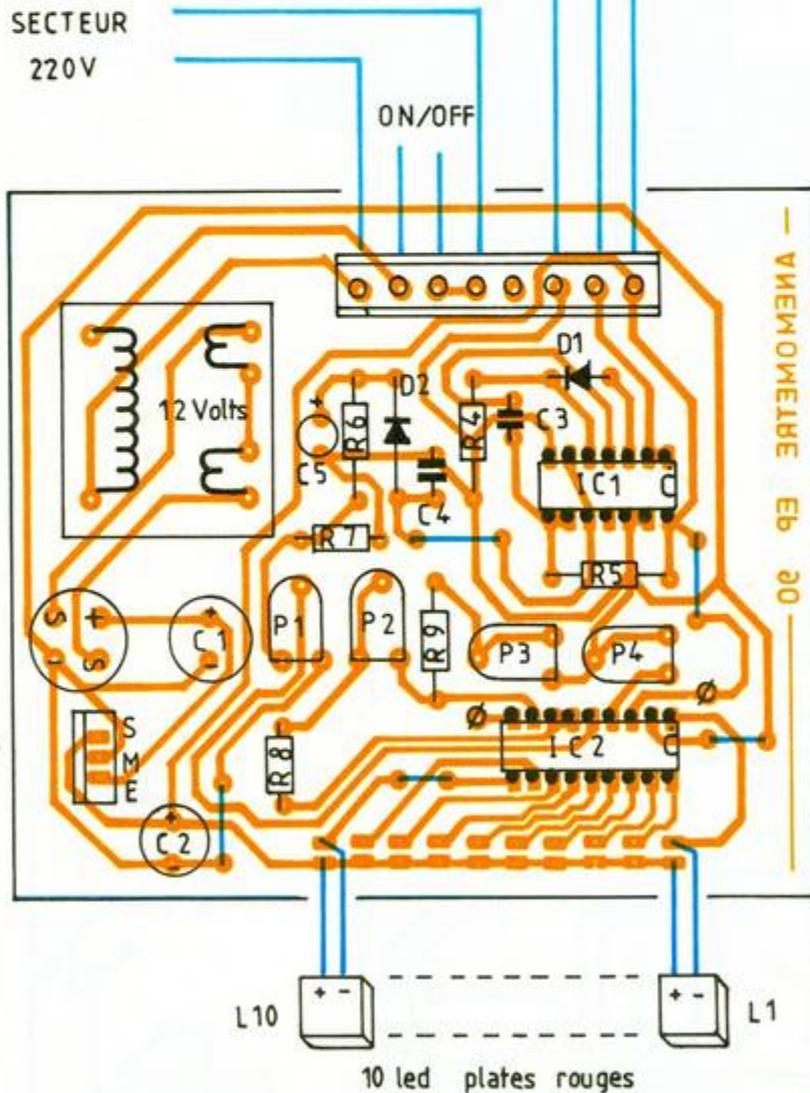
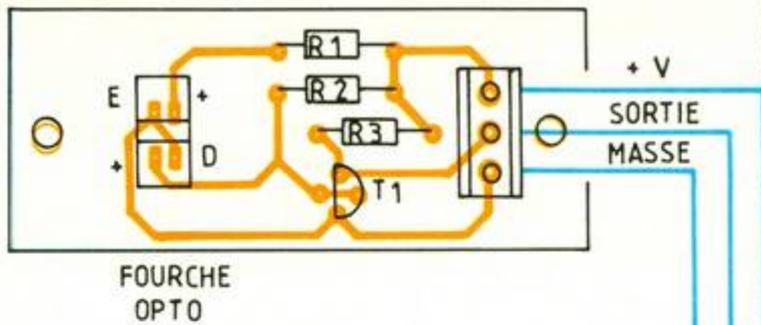
Le détecteur de vent à proprement parler sera dissocié du boîtier électronique comportant l'alimentation et l'affichage. On

trouve donc à l'extérieur la fourche opto, pièce essentielle regroupant en un faible volume une LED émettrice face à un phototransistor, le tout moulé dans un boîtier compact (voir photos). Une simple résistance R₁ en série avec la diode LED constitue la

3-4

Tracés des circuits imprimés des deux modules, à l'échelle 1.





monter ici en fonction NON. Le signal positif traverse la diode D₁ et actionne la bascule monostable construite autour des deux autres portes NOR B et C. Seul le front montant du signal sera pris en compte à l'entrée. Les composants C₃ et R₅ déterminent à eux seuls la durée du signal émis, de quelques millisecondes seulement ici. Cette succession de créneaux sera « intégrée », c'est-à-dire transformée en une tension continue d'autant plus grande que les impulsions seront plus rapprochées.

La diode antiretour D₂ permet la charge régulière du réservoir que constitue le condensateur C₅, vidé par les résistances R₆ et R₇. Le niveau continu moyen obtenu est dosé ensuite à l'aide de l'ajustable P₁. Il reste encore à procéder à l'affichage visuel du niveau de tension, qui correspond bien à la vitesse du vent mesurée sur le capteur. Pour disposer en face avant d'un barreau de 10 LED, on peut construire une chaîne de comparateurs à l'aide de quelques amplificateurs opérationnels ou mieux en utilisant les services d'un circuit spécialisé comme le circuit intégré LM 3914. Ce composant très connu de NS, facile d'approvisionnement, possède une échelle de variation linéaire, tandis que son homologue LM 3915 dispose lui d'une variation logarithmique. Ce circuit intégré à 18 broches possède son propre régulateur de tension et accepte donc une tension variant entre 7 et 18 volts. Nous n'avons d'ailleurs pas encore parlé de la section alimentation de cet anémomètre ; elle sera confiée à un classique schéma transformateur - redresseur - régulateur intégré - 12 volts, en plus de l'indispensable filtrage à l'aide de deux condensateurs chimiques.

Vous trouverez en annexe le brochage du circuit LM 3914 ainsi que son schéma interne. Nous utiliserons les 10 sorties du circuit IC₂ pour piloter nos LED qui ne comportent par ailleurs aucune résistance de limitation, car un réglage unique est prévu pour la luminosité des LED de sortie. Une chaîne de 10 comparateurs reçoit d'une part le seuil de mesure haut (broche 6) et bas (broche 4), et bien entendu le signal d'entrée qui lui est appliqué à la broche 5. Le point 9 possède la remarquable propriété de sélectionner le mode de fonctionne-

source de lumière ; le récepteur sera le phototransistor chargé par la résistance R₂ d'une valeur de 100 k Ω . On trouve encore le transistor T₁ chargé d'une pre-

mière adaptation et amplification du faible signal capté à chaque obturation de la fourche. Les créneaux descendants détectés sont inversés par la porte NOR, à

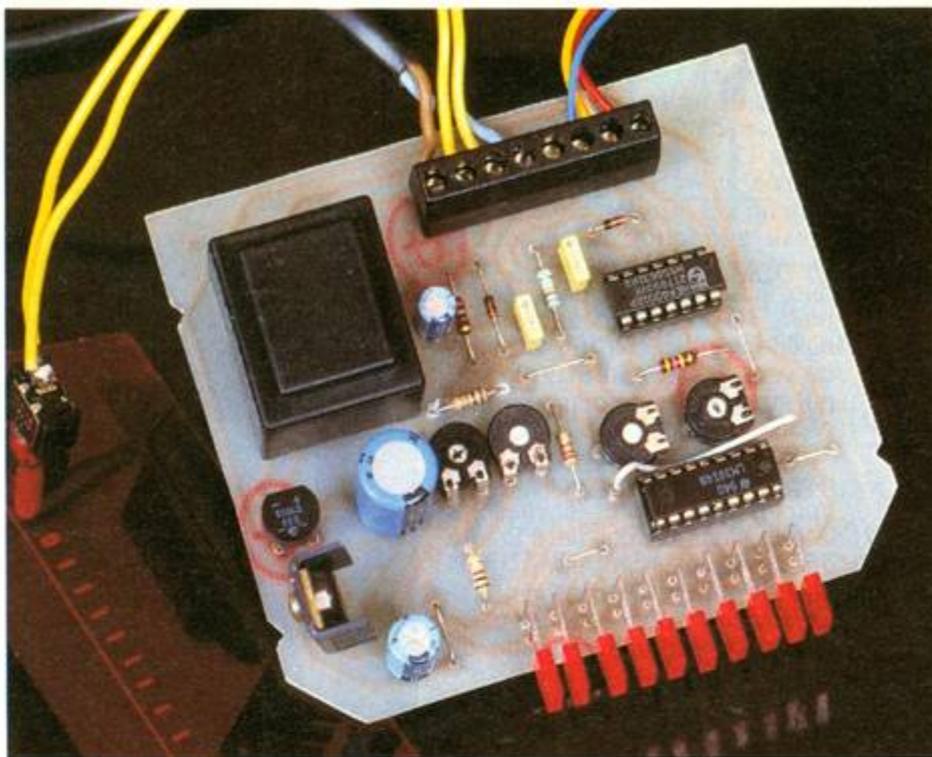


Photo 2. – Le circuit imprimé reçoit le BAR GRAPH composé de 10 LED plates rouges, indiquant la force du vent.

Photo 3. – Le capteur de vent se constitue d'une fourche opto et d'un équipage mobile obturant régulièrement la liaison optique.

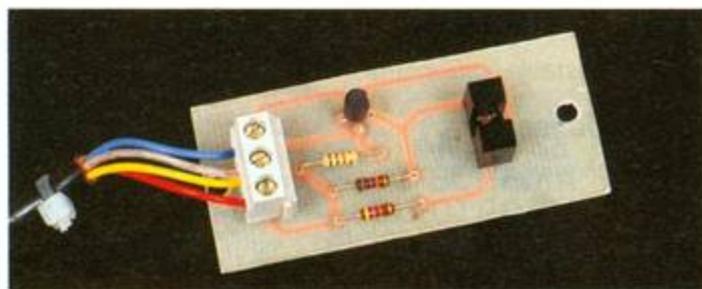
ment de l'affichage, permettant de choisir entre une rangée de LED allumées ou seulement un point mobile sur toute l'échelle.

Mode POINT = DOT BAR
Mode LIGNE = BAR GRAPH
(dans ce cas seulement relier 9 et 3).

L'alimentation s'effectuera sur les bornes 2 et 3. Signalons encore que le point commun des anodes peut être distinct du pôle positif de l'alimentation.



Photo 4. – Le détecteur de vent sera dissocié du boîtier principal. La liaison s'effectuera à l'aide de trois fils.

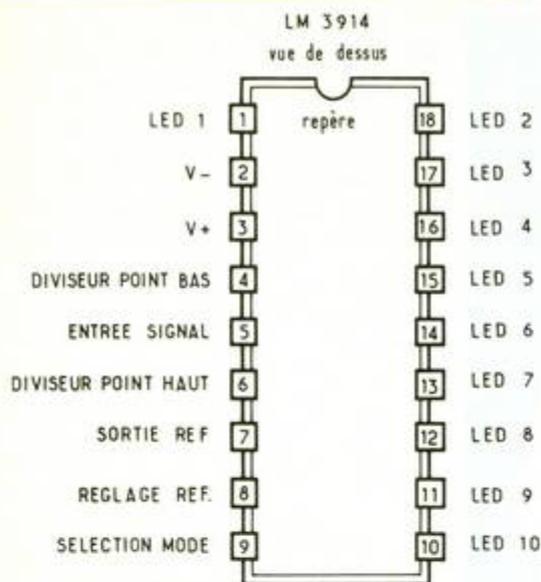


C) REALISATION PRATIQUE

Il faut séparer la construction de la partie capteur extérieur dont le petit circuit imprimé se trouve en figure 4 à l'échelle 1. Un minimum de mécanique est nécessaire pour réaliser l'équipage mobile ; nous signalons aux lecteurs intéressés que les coupelles d'entraînement sont en fait des demi-balles de ping-pong recyclées à cet effet. Pour le reste, veillez à obtenir une rotation aisée et un ensemble mobile le plus léger possible pour réagir au moindre souffle de vent. Un petit boîtier de La Tôlerie Plastique se prête bien à toutes ces opérations (voir photos). Un boîtier opto de Teko fera parfaitement l'affaire pour le reste du montage ; le circuit principal est donné à la figure 3 et se réalisera aisément.

Le seul point un peu délicat reste la mise en place et le parfait ali-

gnement des quelque 10 LED plates, face au plexiglas rouge du boîtier. Le réglage est aisé, en raison des nombreux ajustables prévus sur la plaquette. Une rotation très lente des godets doit allumer seulement la première LED. Selon les conditions climatiques rencontrées dans votre région, on pourra s'arranger pour n'allumer la dernière LED qu'en cas de vents plus vigoureux, à la limite du supportable pour le capteur qui pourra être amené à essuyer de véritables tourbillons. Un étalonnage plus précis sem-



ble très délicat et sans doute inutile ici. Sachez tout de même encore qu'une échelle de la force des vents fut proposée en 1806 par l'amiral Beaufort. Elle comporte 12 degrés et reste encore utilisée universellement. On mesure un « 0 beaufort » par une vitesse inférieure au kilomètre-heure ; on constate à ce degré que la fumée s'élève verticalement. A l'autre bout de l'échelle, aux degrés de 10 à 12, la vitesse du vent dépasse les 100 km/h ; on emploie les termes de tempête et ouragan, et les dégâts sont souvent considérables pour ne pas dire catastrophiques. Vous pourrez à présent mesurer la puissance du souffle d'Eole à défaut de sa direction ; mais peut-être dans un prochain article aurons nous l'occasion de vous proposer une girouette du même accabit.

Guy ISABEL

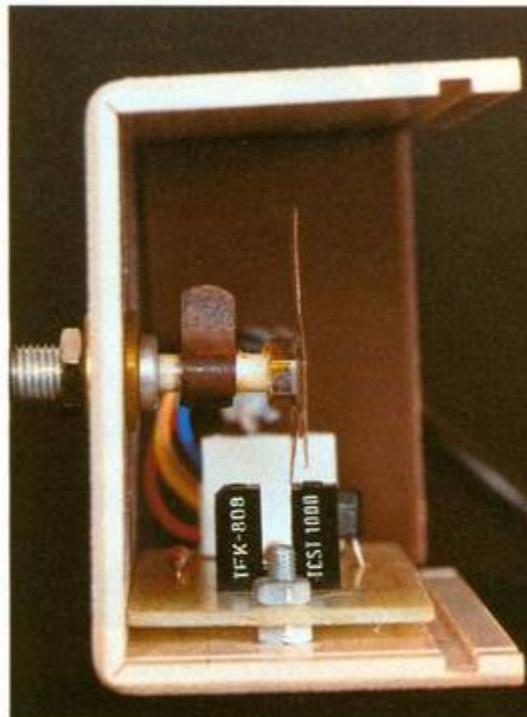
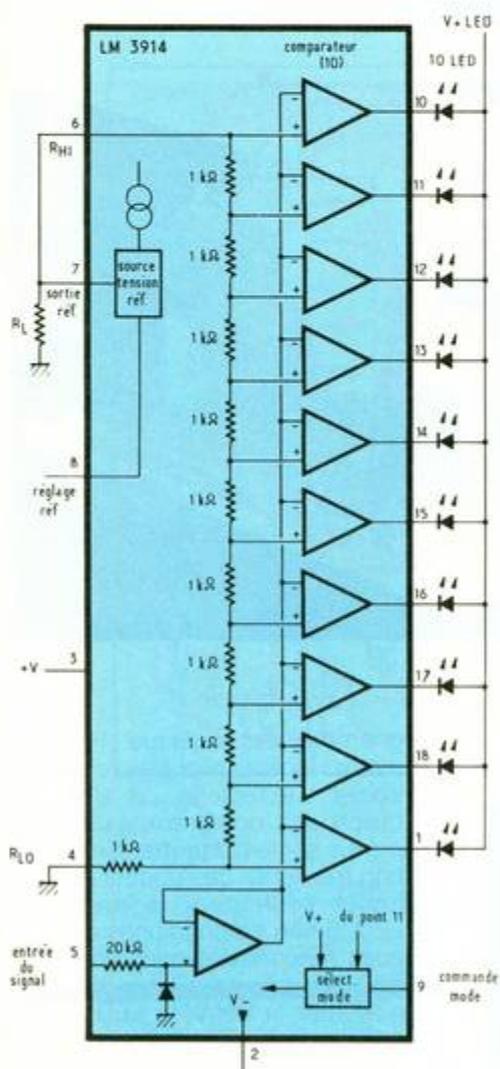


Photo 5. - Vue en coupe de la fourche opto composée d'une diode électroluminescente et d'un phototransistor.

LISTE DES COMPOSANTS

Résistances (toutes valeurs 1/4 W)

- R₁ : 470 Ω (jaune, violet, marron)
- R₂ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
- R₃ : 15 kΩ (marron, vert, orange)
- R₄ : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
- R₅ : 470 kΩ (jaune, violet, jaune)
- R₆ : 180 Ω (marron, gris, marron)
- R₇ : 10 kΩ (marron, noir, orange)
- R₈ : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
- R₉ : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)
- P₁ : ajustable horizontal 470 kΩ
- P₂, P₃ : ajustable horizontal 4,7 kΩ
- P₄ : ajustable horizontal 10 kΩ

Condensateurs

- C₁ : chimique vertical 470 μF, 25 V
- C₂ : chimique vertical 220 μF, 25 V
- C₃ : plastique 10 nF
- C₄ : plastique 1 nF
- C₅ : chimique vertical 10 μF, 25 V

Semi-conducteurs

- IC₁ : CMOS 4001 portes A, B, C, D quadruple NOR
- IC₂ : LM 3914
- Fourche opto CNY 37 ou équivalent
- D₁, D₂ : diodes commutation 1N 4148
- T₁ : transistor NPN BC 337
- L₁ à L₁₀ : diodes LED plates rouges
- Pont moulé cylindrique
- Régulateur intégré 12 V positif 7812

Divers

- Boîtier Teko New Model D₁₃ : 135 x 55 x 150 mm
- Boîtier La Tôlerie Plastique C₂ : 40 x 60 x 90 mm
- Transformateur à picots Monacor 220/12 V 1,5 VA
- 1 support CI 18 broches
- 1 support CI 14 broches
- Inter miniature
- Cordon secteur
- Picots à souder.

MINUTEL : MINUTERIE POUR MINITEL



Pour utiliser l'annuaire téléphonique à l'aide du minitel, il suffit de composer le code 11. Cette recherche reste gratuite pour l'abonné, mais seulement pendant les trois premières minutes.

Pour éviter tout dépassement et vous permettre de gérer au mieux votre terminal sans pour autant augmenter vos factures, voici une petite minuterie spécialement conçue pour vous rappeler à l'ordre et vous inciter à raccrocher en temps utile. Libre à vous de refaire une autre demande sans dépasser les 3 minutes fatidiques.

A) PRINCIPE DU MONTAGE

Il n'est plus besoin de présenter le minitel, petit terminal vidéo muni d'un clavier, qui se raccorde sur une simple prise téléphonique et permet de communiquer avec de nombreux services (informations diverses, renseignements, publicité, commandes, dialogues) et bien sûr l'annuaire électronique accessible tous les jours de la semaine, 24 heures sur 24, et remis à jour en permanence. Pour obtenir le numéro de téléphone et l'adresse de tous les abonnés de France, à partir du département, de la localité et du nom, il suffit de composer le 11 et de se laisser guider. Sur ce service donc, les trois premières minutes sont gratuites, et au-delà on appliquera le tarif habituel des télécommunications avec la modulation horaire et hebdomadaire. Dans la mesure où les possesseurs du minitel n'ont plus droit à l'annuaire papier annuel et gratuit, on peut admettre qu'un jour ou l'autre ils seront amenés à consulter son équivalent électronique.

Notre réalisation porte sur une minuterie spéciale qu'il faudra déclencher en même temps qu'apparaîtra sur l'écran du minitel le texte : « Début de communication ». Après un délai de 160 secondes, notre appareil émet un signal sonore pendant encore 20 secondes, rappelant à l'utilisateur que le délai de 3 minutes touche à sa fin. Il peut ainsi ache-

ver sa recherche, sachant que le temps supplémentaire lui sera facturé, ou bien encore il peut mettre un terme à la communication en cours en pressant la touche « Connexion fin ». Il lui suffira de recomposer le 11 pour poursuivre ses recherches. Croyez-nous, 3 minutes à chercher sur le minitel, c'est très court et il faut compter sur le temps de lecture ou de prise de note. A signaler que la fin de la communication laisse le dernier texte sur l'écran, vous permettant de le consulter tout à loisir.

B) ANALYSE DU SCHEMA ELECTRONIQUE

(voir fig. 2)

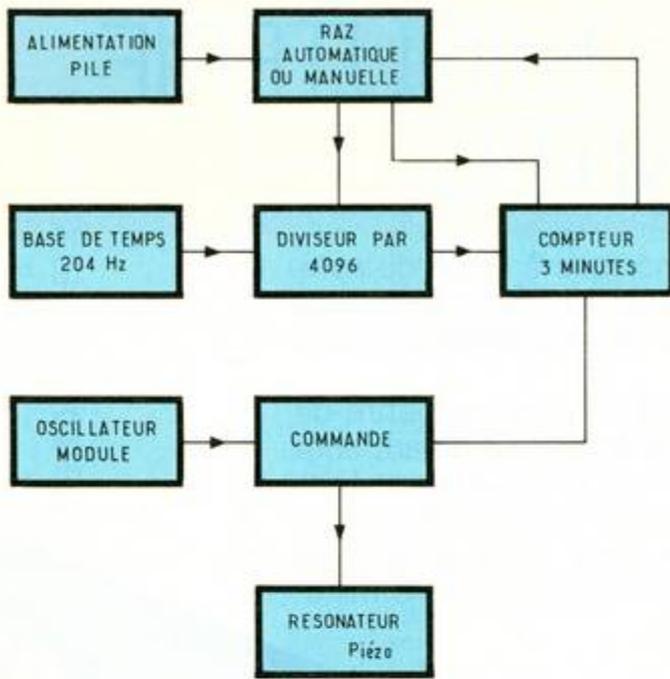
En raison de l'utilisation épisodique de notre minuteur et à cause de sa très faible consommation,

une alimentation sur pile s'avère bien suffisante. La mise sous tension du boîtier sera signalée par la LED L_1 visible au travers du boîtier fumé Heiland. Plutôt que de construire une temporisation de 3 minutes à l'aide d'une simple bascule monostable, nous nous sommes tournés vers un principe plus complexe et sans doute aussi plus fiable. Le circuit IC_1 , un vulgaire 555 bien connu de nos lecteurs, est chargé en tant qu'oscillateur astable de produire un signal périodique d'une fréquence de 204 hertz exactement. Le réglage exact de cette fréquence dépend seulement des composants RC, à savoir P_1 et R_2 et le condensateur C_1 . Les fronts positifs successifs sont récupérés sur la borne 3 à travers la résistance R_3 et attaquent l'entrée 10 du circuit IC_2 , un circuit intégré comportant une cascade d'étages diviseurs par 2. Le facteur de division total retenu sera de 4096 sur la borne 1 de ce circuit. On peut relever à l'oscillos-



1

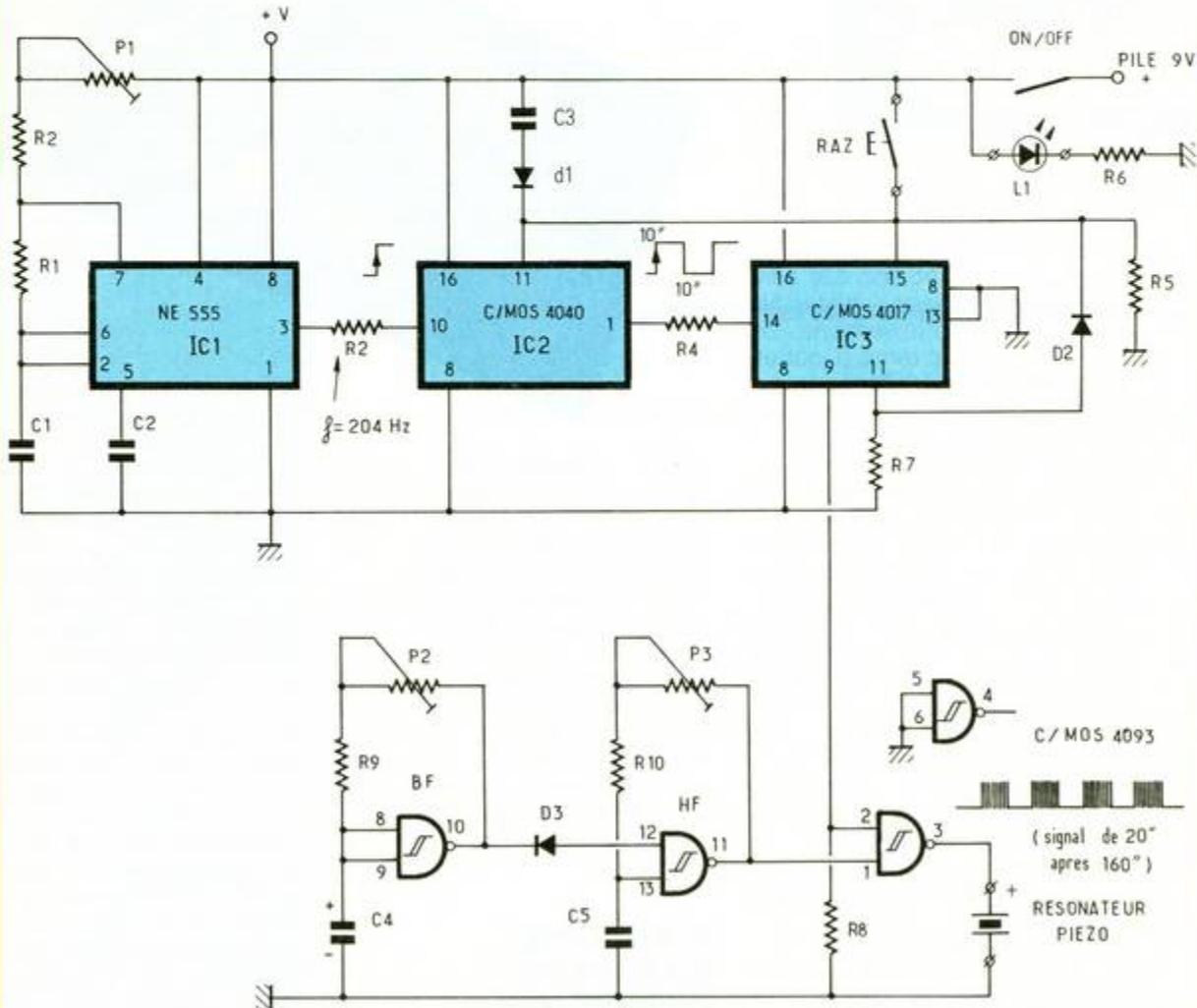
Le schéma synoptique indique une division de la base de temps de 204 Hz, par (4 096 x 180). On obtient ainsi une « temporisation de 3 mn ».



Les fronts positifs de ce signal très lent sont donc bien espacés de 20 secondes lorsque le réglage de P₁ est correct. Ils seront appliqués sur l'entrée horloge d'un classique compteur décimal CMOS 4017, qui possède, comme chacun sait, 10 sorties successivement validées. La suite se devine aisément : à la mise sous tension, grâce au condensateur C₃ et à la résistance R₅, on applique sur le compteur et le diviseur une brève impulsion de remise à zéro qui positionne à 1 la première sortie de IC₃. Après 8 impulsions successives, soit un délai de 20 x 8 = 160 secondes, la sortie 9 de IC₃ sera haute et le signal positif est utilisé pour valider le signal sonore. Nous le verrons plus loin. L'impulsion suivante porte à 1 la borne 11 du compteur et remet celui-ci au départ à travers la

2

Schéma électronique du montage : le 555 monté en oscillateur constitue la base de temps. P₁ permet le réglage adéquat des 204 Hz.



cope ou à l'aide d'une simple LED un état haut qui doit durer environ 10 secondes, suivi d'un état bas de la même période.

On vérifie : $204/4096 = 0,0498 = 0,05$ Hz
soit une période $T = 1/f = 1/0,05 = 20$ secondes

diode D₂ qui est reliée elle aussi à l'entrée 15 de RAZ. Un poussoir est prévu sur le boîtier pour interrompre le signal sonore et faire

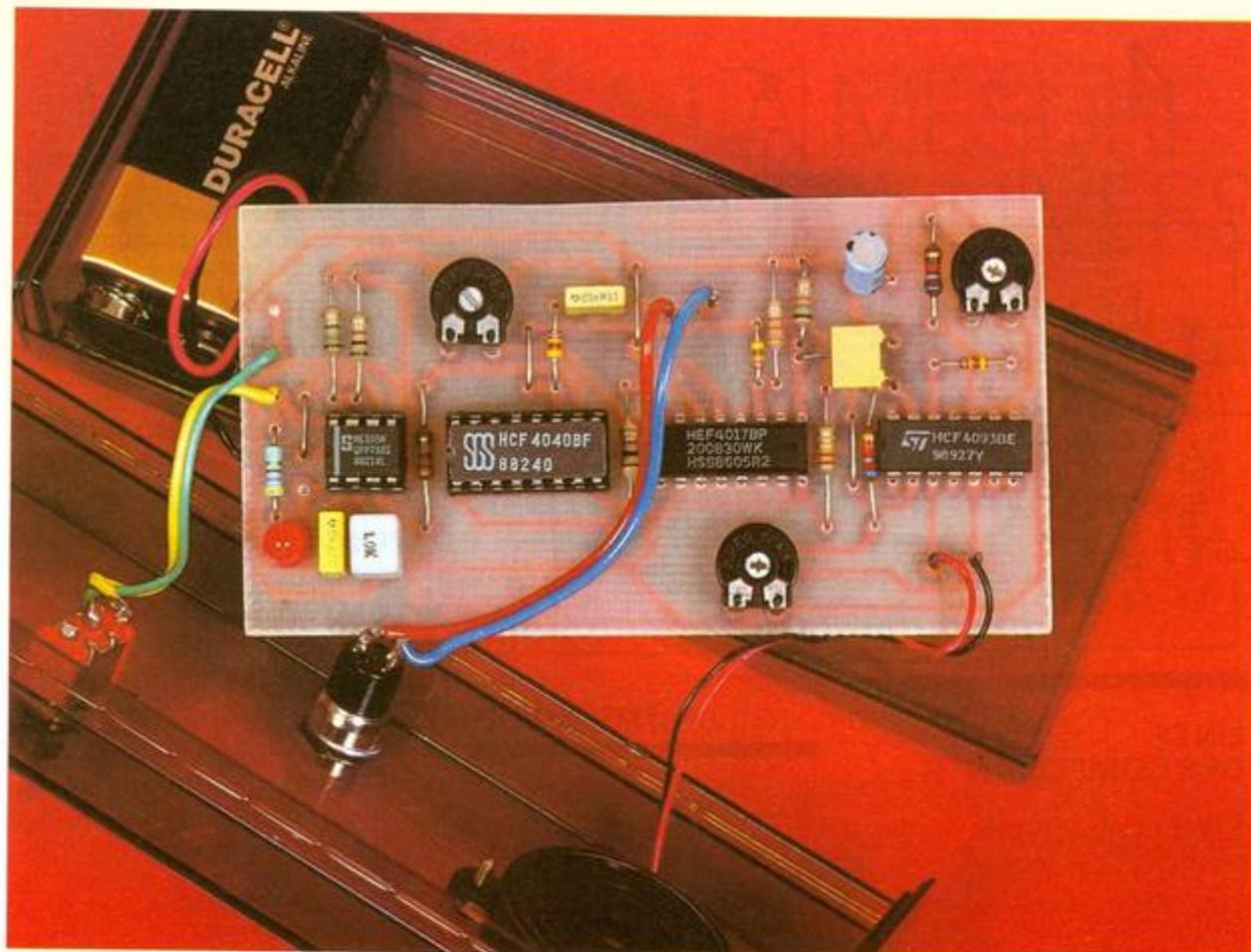


Photo 2. – Le montage s'insérera dans un boîtier Heiland fumé pour lequel il a été prévu.

repartir une autre période de 160 secondes. L'action sur l'inter de mise en route provoque d'ailleurs le même effet. Le signal sonore est construit aisément autour d'un circuit CMOS trigger qui porte la référence 4093. Cette porte particulière associée à un potentiomètre et à un condensateur suffit pour générer un signal carré fort satisfaisant. Nous trouvons les composants P₂ et C₄ pour créer un signal TBF chargé de moduler une seconde bascule construite selon le même principe. Le signal composite dis-

ponible sur la borne 11 est appliqué sur l'entrée 1 d'une autre porte faisant simplement office d'interrupteur. Son autre entrée 2 est forcée à la masse à travers R₈ et reçoit le signal émanant du compteur après un délai de 160 secondes. La sortie 3 est simplement raccordée sur un résonateur piézo, modèle sans oscillateur interne, mais protégé dans un petit boîtier faisant office de caisse de résonance. Les entrées de la dernière porte sont également reliées à la masse pour ne pas rester en l'air.

C) REALISATION PRATIQUE

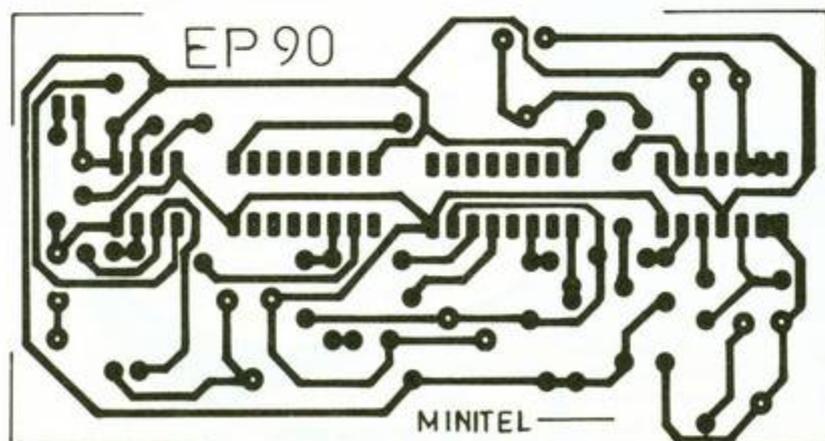
La mise au point est fort simple et les dimensions de la plaquette (voir figure 3) correspondent exactement à l'emplacement intérieur du coffret Heiland. Il ne sera peut-être pas possible de monter les circuits intégrés sur un support en raison du peu de place disponible et de l'épaisseur du résonateur piézo (voir photos).

L'interrupteur de mise en route et le poussoir de RAZ devraient être montés à un emplacement où ils ne sont pas gênés par les composants. Le réglage peut se faire simplement en mesurant la durée du signal sonore qui doit durer exactement 10 secondes. Dans ce cas, le reste du montage est correct.

Il ne vous reste plus qu'à chercher à l'aide de P₂ et P₃ une sonorité plaisante avant de mettre l'appareil en boîte.

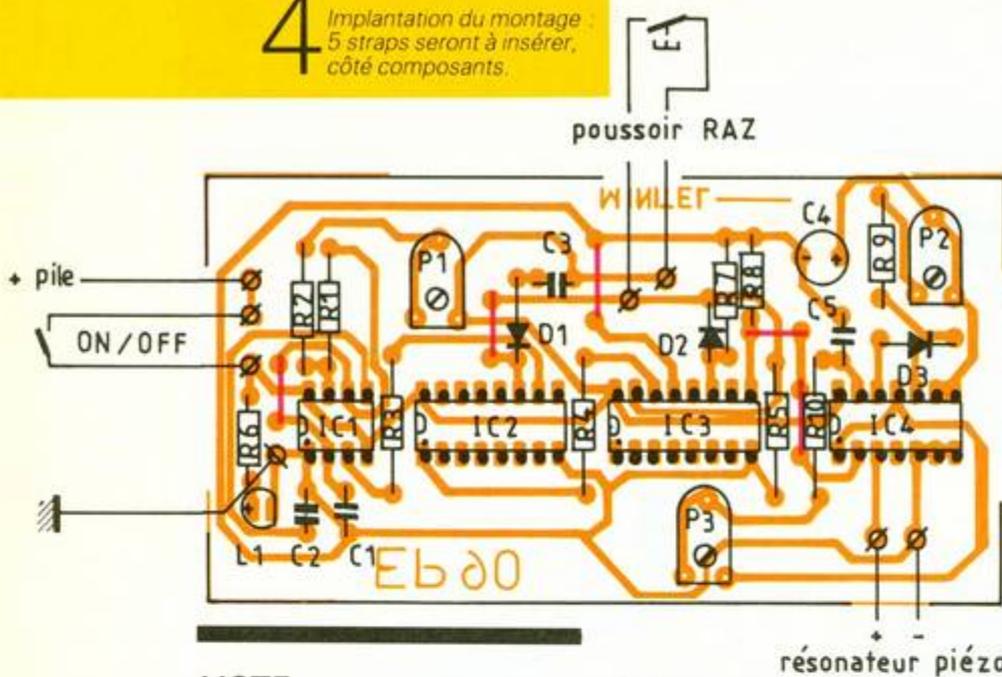
Cette minuterie peut servir à l'occasion à d'autres applications, moyennant un réglage correct de la base de temps. Elle peut par exemple remplacer le sablier traditionnellement utilisé pour la cuisson des œufs à la coque.

Guy ISABEL



3 Le circuit imprimé à l'échelle 1 reste relativement simple.

4 Implantation du montage :
5 straps seront à insérer,
côté composants.



LISTE DES COMPOSANTS

Semi-conducteurs

IC₁ : oscillateur NE 555
IC₂ : étages diviseurs par deux
CMOS 4040
IC₃ : compteur décimal CMOS
4017
IC₄ : quadruple NAND trigger
CMOS 4093

D₁, D₂, D₃ : diodes commutation
1N4148
L₁ : diode Led \varnothing 5 mm rouge

Résistances (toutes valeurs 1/4 W)

R₁ : 1 k Ω (marron, noir, rouge)
R₂ : 150 Ω (marron, vert, mar-
ron)

R₃ : 1,2 k Ω (marron, rouge,
rouge)
R₄ : 1,5 k Ω (marron, vert, rouge)
R₅ : 220 k Ω (rouge, rouge, jaune)
R₆ : 470 Ω (jaune, violet, marron)
R₇ : 33 k Ω (orange, orange,
orange)
R₈ : 15 k Ω (marron, vert, orange)
R₉, R₁₀ : 6,8 k Ω (bleu, gris,
rouge)
P₁ : ajustable horizontal 10 k Ω
P₂, P₃ : ajustable horizontal
100 k Ω

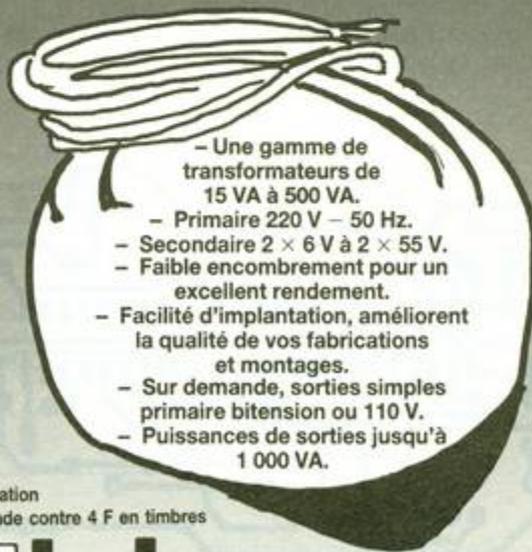
Condensateurs

C₁ : plastique 680 nF à 1 μ F
C₂ : plastique 10 nF
C₃ : plastique 100 nF
C₄ : chimique vertical 4,7 μ F/
25 V
C₅ : plastique 22 nF

Divers

Boîtier Heiland fumé ou transpa-
rent
Inter miniature
Poussoir à fermeture
Résonateur piézo
Coupleur pression pile 9 V
Fil souple
Supports pour CI (facultatif)
Picots à souder

TRANSFORMATEURS TORIQUES (type HTA)



- Une gamme de transformateurs de 15 VA à 500 VA.
- Primaire 220 V - 50 Hz.
- Secondaire 2 x 6 V à 2 x 55 V.
- Faible encombrement pour un excellent rendement.
- Facilité d'implantation, améliorent la qualité de vos fabrications et montages.
- Sur demande, sorties simples primaire bitension ou 110 V.
- Puissances de sorties jusqu'à 1 000 VA.

Documentation
sur demande contre 4 F en timbres



Iskra FRANCE

ZAC des Peupliers - 27 rue des Peupliers - BAT A
92000 NANTERRE

INITIATION A LA MESURE : LE CONTROLEUR UNIVERSEL MAN'X 102 DE CDA



Depuis sa création en 1966, la société CDA (Construction d'Appareillage) a développé plusieurs familles d'appareils de mesure électrique et électronique de grande diffusion à destination des professionnels de l'électricité, artisans installateurs, services entretien et enseignement. Aujourd'hui, CDA fabrique une large gamme d'appareils qui répondent aux besoins didactiques, qu'il s'agisse de l'enseignement de la physique, de la technologie ou de la formation professionnelle.

C'est le MAN'X 102, modèle à vocation pédagogique de la fameuse série MAN'X, qui sert de référence tout au long de ces articles destinés à rappeler les principes fondamentaux des mesures électriques et les multiples applications du Contrôleur Universel.

INTRODUCTION

L'évolution des multimètres est liée en grande partie à l'évolution de l'électronique. L'apparition sur le marché des circuits intégrés à large échelle d'intégration (LSI) et des microprocesseurs a permis aux constructeurs de réaliser des multimètres de plus en plus précis, intégrant un plus grand nombre de fonctions. Premier né des appareils de mesure destiné au marché de l'électronique, le « Contrôleur universel » fut créé par Chauvin-Arnoux en 1927. Chauvin-Arnoux déposa l'appellation « Contrôleur universel », qui entra vite dans la désignation courante des appareils à fonctions multiples de large diffusion. Par la suite, d'autres constructeurs ont employé le nom de « multimètre » pour désigner le même type d'appareil.

Dans cette évolution, le « Contrôleur universel », ou multimètre analogique, semblerait être un peu laissé pour compte, par rapport au multimètre numérique introduit plus récemment. Il n'en est rien.



Un multimètre est dit « analogique » quand la grandeur électrique mesurée est affichée par déplacement d'une aiguille devant une échelle. Il est dit « numérique » quand la grandeur mesurée est visualisée par un nombre. Le « Contrôleur universel » a été et reste encore dans de nombreux cas l'appareil de base des électriciens, des techniciens de maintenance, des amateurs d'électronique. C'est le seul appareil de sa catégorie qui permet une véritable appréciation d'une tendance de mesure et une mémorisation visuelle des mesures répétitives avec un excellent confort de lecture.

Le « Contrôleur universel » bénéficie de nombreux perfectionnements technologiques qui vont dans le sens de la sécurité et de la facilité d'utilisation :

- réalisation de boîtiers anti-chocs ;
- protections électriques plus efficaces ;
- amélioration du galvanomètre ;
- échelles plus larges et précises ;
- simplification des sélecteurs de gammes et fonctions ;
- et enfin diminution des dimensions et du poids.

Pour faciliter la lecture du texte, nous appellerons notre appareil Contrôleur universel. Ces arti-

TENSION EN CONTINU		TENSION EN ALTERNATIF		
8 calibres	Résistance interne Ω (1)	6 calibres	Résistance interne Ω (2)	Mesure de niveau en dB
100mV	2 k Ω			-10 à +12 dB sur le calibre 3 V \sim niveau 0 dB 1 mW, 600 Ω
1 V	20 k Ω			
3 V	63,2 k Ω	3 V	20 k Ω	
10 V	200 k Ω	10 V	63,2 k Ω	
30 V	632 k Ω	30 V	200 k Ω	
100 V	2 M Ω	100 V	632 k Ω	
300 V	6,32 M Ω	300 V	2 M Ω	
1000 V	6,32 M Ω	1000 V	6,32 M Ω	

(1) R spécifique = 20 k Ω /V sur tous les calibres sauf le calibre 1000 V R spécifique = 6,32 k Ω /V
(2) R spécifique = 6,32 k Ω /V

Réponse en fréquence			
● En ampèremètre, domaine de référence en fréquence : 40 à 500 Hz			
● En voltmètre :			
Calibre	Domaine de référence	Domaine d'utilisation	
3 V et 10 V	de 20 Hz à 1 kHz	jusqu'à 100 kHz	
30 V	de 20 Hz à 1 kHz	jusqu'à 15 kHz	
100 V	de 20 Hz à 1 kHz	jusqu'à 5 kHz	
300 V	de 20 Hz à 500 Hz	jusqu'à 2 kHz	
1000 V	de 20 Hz à 200 Hz	jusqu'à 1 kHz	

la précision est de $\pm 2,5\%$ dans le domaine de référence.
Dans le domaine d'utilisation, au-delà du domaine de référence, il faut ajouter $\pm 2,5\%$ à la précision de base.

INTENSITÉ EN CONTINU		INTENSITÉ EN ALTERNATIF	
5 calibres	Chute de tension aux bornes *	6 calibres	Chute de tension aux bornes *
50 μ A (1)	100 mV	150 μ A (2)	3 V
1 mA	270 mV	0,3 mA	700 V
10 mA	300 mV	3 mA	850 V
100 mA	500 mV	30 mA	900 mV
1 A	500 mV	300 mA	900 mV
(1) Position commune au calibre 100 mV		(2) Position commune au calibre 3 V	

* Résistance de la paire de cordons : 60 m Ω environ

RÉSISTANCES 3 calibres Ω	Résistance interne	Etendue de mesure	Courant fin d'échelle
X 1	10 Ω	0,5 Ω à 1 k Ω	150 mA
X 10	100 Ω	5 Ω à 10 k Ω	15 mA
X 1k	10 k Ω	500 Ω à 1 M Ω	150 μ A

conditions climatiques :	
domaine de référence en température : +20 à +25° C	
domaine d'utilisation en température : -10 à +50° C	
dérive en température dans le domaine d'utilisation :	
● $\leq 1\%$ / 10° C en \sim (sauf 100 mV \sim) en V \sim et sur 150 μ A \sim	
● 2% / 10° C sur 100mV \sim	
● 2% / 10° C en A \sim (sauf 150 mA \sim)	

cles, guides pratiques des mesures électriques effectuées à l'aide d'un Contrôleur universel, s'articulent en deux grandes parties :

- la présentation et la constitution générale du Contrôleur universel ;
- ses applications pratiques.

Le lecteur y trouvera l'essentiel des connaissances pour se familiariser avec l'appareil.

Des exemples illustrent les applications en laboratoire industriel, au lycée technique, à l'université ou à la maison.

Des « questions-réponses » permettent de vérifier l'acquisition des connaissances.

Des notions sur les méthodes et les qualités de la mesure complètent l'approche pratique de la mesure électrique.

Enfin, l'utilisateur qui aura suivi cet itinéraire éprouvera, nous l'espérons, le désir de compléter son information en consultant des ouvrages plus spécialisés.

PRESENTATION

Fonctions principales et caractéristiques d'un Contrôleur universel

Comme tout multimètre analogique traditionnel, il assure cinq fonctions principales : mesure des tensions continues ou alternatives, des intensités continues ou alternatives et des résistances. Occasionnellement, le Contrôleur universel peut s'utiliser en décibelmètre. Nous présentons, ci-dessus, l'essentiel des caractéristiques pour chacune de ces fonctions.

Fonctions complémentaires - Mesure avec accessoires

Différents accessoires de mesure élargissent le champ d'applications ou confèrent de nouvelles fonctions au Contrôleur universel.

Mesure d'intensités élevées

Il est possible par l'adjonction d'une résistance extérieure appelée couramment shunt extérieur d'obtenir des calibres complémentaires et de mesurer

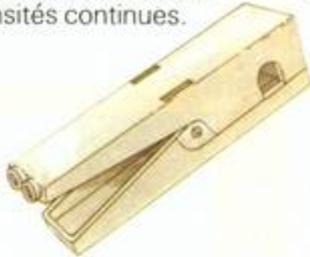


des intensités continues élevées (10 A et 100 A). Une large gamme de pinces et minipinces ampèremétriques de type « transformateur » permettent les mesures d'intensités alternatives élevées,



sans avoir à interrompre le circuit. La mesure se fait rapidement et en toute sécurité. Suivant la pince utilisée et les calibres concernés, on peut mesurer jusqu'à 100 A, 150 A, 500 A ou 1 000 A ~.

Les pinces de type « à effet Hall » permettent de mesurer les intensités continues.



Mesure de hautes tensions continues avec sondes

Les sondes H.T. permettent la mesure de hautes tensions continues jusqu'à 5 000 et 30 000 V =.



Mesure de températures avec sonde

La sonde de température transforme votre contrôleur en thermomètre. Avec votre contrôleur, il est possible de mesurer de -50 °C à +1 000 °C.



Mesure d'éclairage avec cellule

La cellule photoélectrique transforme votre contrôleur en luxmètre pour des mesures jusqu'à 10 000 lux (avec écran).



DESCRIPTION DU CONTRÔLEUR UNIVERSEL

Observons l'appareil

Présentation de la face avant

Le boîtier en caoutchouc élastomère est moulé sur les éléments rigides de la face avant : cadran et platine de commutation.

Termes caractéristiques

Echelle : Secteur gradué devant lequel se déplace l'aiguille.

Etendue de la qualité d'une mesure : Partie de la graduation où les mesures peuvent se faire avec la précision requise : dans le 1/3 supérieur (fig. 1).

Zéro mécanique : Avant toute mesure, lorsque les cordons ne sont pas raccordés, s'assurer que l'aiguille est au zéro. Dans le cas contraire, agir sur la vis de façon à faire coïncider l'aiguille avec le zéro de l'échelle noire supérieure 0-100 (fig. 1).

Calibre : Limite supérieure de l'étendue de mesure. Sélectionner tout d'abord le calibre de la grandeur mesurée avec le commutateur, puis, sur le cadran, repérer l'échelle correspondant à ce calibre.

Question : Mesure de 6 mA en continu. Quel calibre choisir ?

Réponse : 10 mA (échelle noire).

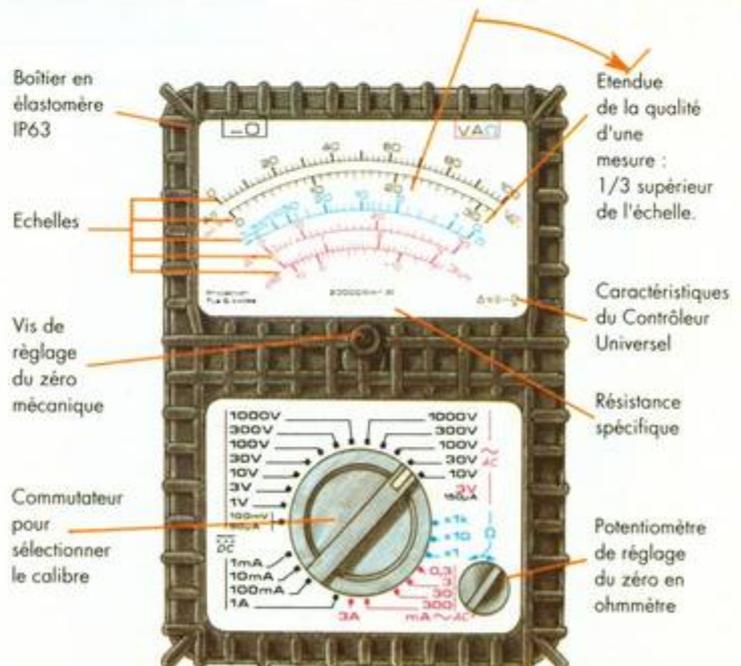
Remarque : Lorsque l'ordre de grandeur d'une mesure n'est pas connu, placer le commutateur sur le calibre le plus élevé puis baisser progressivement, si nécessaire, jusqu'au calibre approprié : la lecture doit s'effectuer, de préférence, dans le 1/3 supérieur de l'échelle.

Potentiomètre de réglage du zéro en ohmmètre (tarage) : Placer le commutateur sur le calibre Ω approprié. Court-circuiter les pointes de touche et amener, en utilisant le potentiomètre de tarage, l'aiguille à zéro sur l'échelle Ω (bleue).

Résistance spécifique (Ω/V) et résistance interne (Ω) : La résistance interne correspond à un calibre donné. Elle s'obtient en multipliant ce calibre par la résistance spécifique.

Dans le cas du Contrôleur universel, la résistance spécifique vaut 20 000 Ω/V = et 6 325 Ω/V ~. Par exemple, sur le calibre 100 V =, la résistance interne vaut :

$$20\,000\ \Omega/V \times 100\ V = 2\,000\,000\ \Omega$$



3 Caractéristiques portées sur les appareils / courbe de l'incertitude relative : la lecture devra s'effectuer de préférence dans le 1/3 supérieur de l'échelle (partie hachurée).

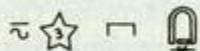
Question : Sur calibre 100 V~, quelle est la résistance interne ?

Réponse : 632 500 Ω

Remarque : Pour un calibre donné, on appelle coefficient multiplicateur « k » (ou coefficient de lecture) le rapport calibre sur échelle.

$$k = \frac{\text{calibre}}{\text{échelle}}$$

Question : Que signifie les indications portées sur le cadran du Contrôleur universel ?



Réponse : Cela signifie que l'appareil s'utilise en continu ou en alternatif, que son isolement est de 3 kV, qu'il doit être utilisé en position horizontale et qu'il est de type magnétoélectrique à redresseur.

CARACTÉRISTIQUES PORTÉES SUR LES APPAREILS	
Les principales indications portées sur les appareils sont les suivantes :	
Nature de la grandeur mesurée.	Tension d'épreuve diélectrique ou isolement.
Pour courant continu Pour courant alternatif Pour courant continu et alternatif	Pour tension d'épreuve 500 V Pour tension d'épreuve 2 kV Pour tension d'épreuve 3 kV
Position à utiliser	Nature de l'appareil
Pour cadran horizontal Pour cadran vertical Pour cadran incliné (ex : 45°)	Pour appareil magnétoélectrique Pour appareil magnétoélectrique à redresseur Pour appareil magnétoélectrique à thermocouple Pour appareil électrodynamique Pour appareil ferrodynamique Pour appareil ferromagnétique
Classe de précision	Indice de protection du boîtier (Le Contrôleur Universel est référencé IP 63)
0,1 et 0,2 Pour appareil étalon 0,5 et 1 Pour appareil de contrôle 1,5 et 2,5 Pour appareil à usage industriel	IP 6 Totalement protégé contre les poussières 3 Protection contre l'eau de pluie jusqu'à 60° de la verticale.
Indication de la norme	Observation
Pour référence à la norme C 42 100	Renvoi à la notice d'utilisation

Lecture et déviation : La lecture exprime le nombre de graduations indiqué par l'aiguille. La détermination du calibre étant faite initialement, pour avoir la valeur de la mesure : il suffit d'appliquer la relation suivante :

$$\frac{\text{calibre} \times \text{lecture}}{\text{échelle}} = \text{valeur de la mesure}$$

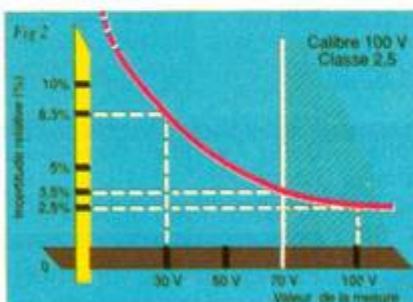
exemple : calibre 100 V, échelle 100, lecture 80.

$$\text{valeur de la mesure} = \frac{100 \times 80}{100} = 80 \text{ V}$$

Question : Calibre 100 mA, échelle 10, lecture 8, valeur de la mesure ?

$$\text{Réponse : } \frac{100 \text{ mA} \times 8}{10} = 80 \text{ mA}$$

Tension d'épreuve diélectrique ou isolement : La tension diélectrique est la tension maximale pouvant être appliquée au circuit électrique interne par rapport à l'extérieur du boîtier. Ce test normalisé garantit que le circuit interne est isolé (jusqu'à 3 kV dans le cas du Contrôleur universel) par rapport à l'extérieur du boîtier.



Classe de précision ou précision d'un appareil : La précision des appareils de mesure est caractérisée par la classe. Dans le cas du Contrôleur universel, sa classe de précision est de 2,5. Sans rentrer pour l'instant dans le détail de la qualité d'une mesure, nous dirons simplement que ce nombre indique la valeur de l'incertitude sur la mesure, exprimée en pourcentage (%) de la valeur maximale mesurable ou « calibre ».

Exemple appliqué au Contrôleur universel (classe : 2,5)

– si le calibre utilisé est 100 V~, l'incertitude absolue sur une mesure est :

$$\frac{2,5}{100} \times 100 \text{ V soit } 2,5 \text{ V}$$

L'incertitude absolue est constante sur tout le calibre. En revanche, l'incertitude relative, que nous définirons plus loin, varie en fonction de la valeur de la mesure ou plus simplement de la mesure.

En effet, une mesure de 30 V sur le calibre 100 V~ crée une incertitude relative :

$$\frac{2,5 \text{ V}}{30 \text{ V}} \times 100 \text{ soit } 8,3 \%$$

En revanche, une mesure de 70 V sur le même calibre 100 V~ crée une incertitude relative :

$$\frac{2,5 \text{ V}}{70 \text{ V}} \times 100 \text{ soit } 3,5 \%$$

En conséquence, il est important d'utiliser la partie droite de l'échelle plutôt que la partie gauche. Ceci est obtenu par un choix convenable du calibre.

La première partie de notre série se termine à présent.

Nous aborderons dans un prochain volet la constitution du contrôleur universel, fonction par fonction. ■

Copyright CDA « extrait de la brochure CDA : le contrôleur universel ».

UN COMPTE-TOURS DIGITAL PORTATIF



D'un usage simple et aisé, le compte-tours décrit dans cet article permet la mesure d'une vitesse de rotation de façon quasi instantanée avec toute la précision requise.

Grâce au recours à l'affichage à cristaux liquides, le montage se caractérise par une faible consommation, ce qui lui donne une autonomie tout à fait satisfaisante.

I - LE PRINCIPE

a) Les paramètres numériques

D'une manière générale, il existe plusieurs moyens de mesurer la vitesse de rotation d'un arbre.

● La mesure analogique

Le tachymètre en question, couplé mécaniquement au moteur, dispose d'une mini-génératrice à courant continu dont la tension est proportionnelle à la vitesse de son arbre (sous certaines conditions). Un galvanomètre lit alors cette valeur et indique sur une échelle graduée en tr/mn la vitesse de rotation.

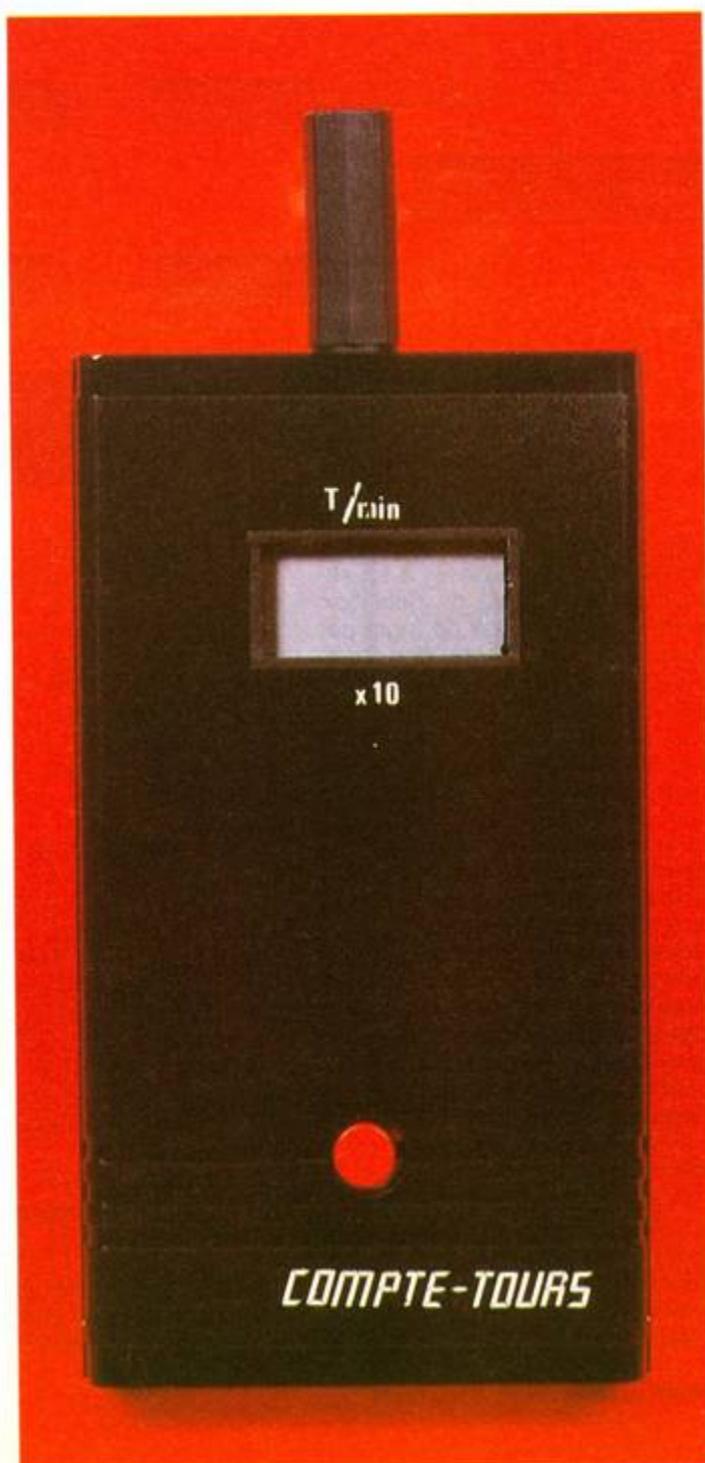
● La mesure électronique

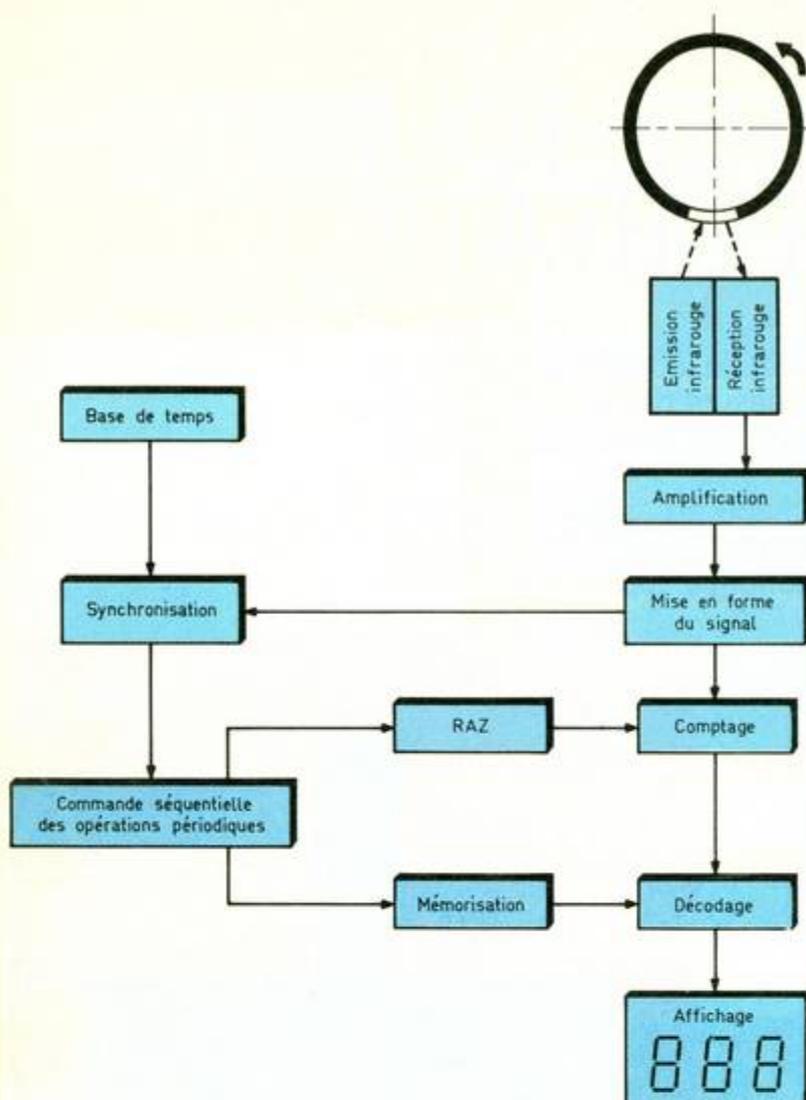
Un système de détection, généralement optique, fournit des impulsions de fréquence proportionnelle à la vitesse de l'arbre du moteur.

Un affichage analogique peut être utilisé, requérant cependant une conversion fréquence-tension. On risque alors de perdre en précision avec cette technique. Mieux vaut aussi réaliser un comptage numérique, objet de notre article.

Malheureusement, cette méthode comporte également ses limites.

En effet, si on part de l'hypothèse que le degré de précision à obtenir est de l'ordre du tour par minute et que l'on ne dispose que d'un unique point de repère sur l'arbre du moteur, cela voudrait dire que le temps de la mesure, donc le délai d'attente avant le premier affichage, serait égal à





une minute, ce qui est tout à fait irréaliste. Ce délai passe à six secondes si le degré de définition retenu est la dizaine de tours par minute ; c'est encore trop long. Aussi a-t-il fallu trouver un compromis : à savoir un affichage par pas de 50 tours par minute, ce qui ramène la « fenêtre » de mesure à une durée de 1,2 s, ce qui est davantage raisonnable. La précision reste relativement bonne puisqu'elle est de 2,5 % à 2 000 tours/minute et de 0,5 % à 10 000 tours/minute.

Tout se passe comme si on effectuait une multiplication des impulsions élémentaires par la valeur 50. Par exemple, pour une vitesse de rotation de 7 550 tours/minute, le dispositif enregistrera, pendant 1,2 s :

$$n = \frac{1,2}{60} \times 7\,550$$

$$= \frac{7\,550}{50} = 151 \text{ impulsions}$$

Le comptage et l'affichage sont réalisés par un premier compteur effectuant une division par 2 et

dont le résultat binaire, 0 ou 1, correspond à un affichage respectivement égal à 0 ou 5. Un second compteur réalise une division par 10 : ses sorties BCD aboutissent à un décodeur BCD, → 7 segments affichant une valeur décimale de 0 à 9. Il en est de même en ce qui concerne un troisième étage de comptage-affichage.

En définitive, la valeur affichée est à multiplier par 10. Ainsi pour une vitesse de rotation de 7 550 tours/minute, l'affichage sera égal à 755. Bien entendu, ce nombre est à multiplier par 5, si la partie tournante comporte deux repères, par 10/3 dans le cas de trois repères et d'une manière plus générale par 10/n : n étant le nombre de repères.

b) Le principe de fonctionnement (fig. 1)

La détection de la rotation est basée sur la prise en compte d'une différence de réflexion d'un rayon

infrarouge dirigé sur la surface de révolution d'un arbre ou d'une poulie en rotation. Cette différence a pour cause un repère de couleur claire sur un fond sombre ou inversement. Le signal qui en résulte se trouve amplifié, puis mis en forme avant d'aboutir à trois étages consécutifs de comptage-décodage, dont nous avons déjà fait mention au paragraphe précédent.

Une base de temps réglable et démultipliée génère un signal périodique taré à 1,2 s qui assure successivement :

- la mémorisation de la valeur enregistrée par les compteurs ;
- la remise à zéro de ces compteurs.

Un dispositif de synchronisation fait coïncider le redémarrage de la base de temps avec une impulsion en provenance du système de détection de la rotation. En cas d'arrêt de la rotation ou de mauvaise visée optique, ce dispositif de synchronisation est neutralisé, ce qui permet à la base de temps de poursuivre sa course et de générer les opérations séquentielles et périodiques, de manière à afficher la valeur « 000 ».

Enfin, notons que le montage est seulement opérationnel lorsque l'on appuie sur le bouton-poussoir prévu à cet effet, ce qui évite tout oubli d'extinction et donc les consommations inutiles d'énergie.

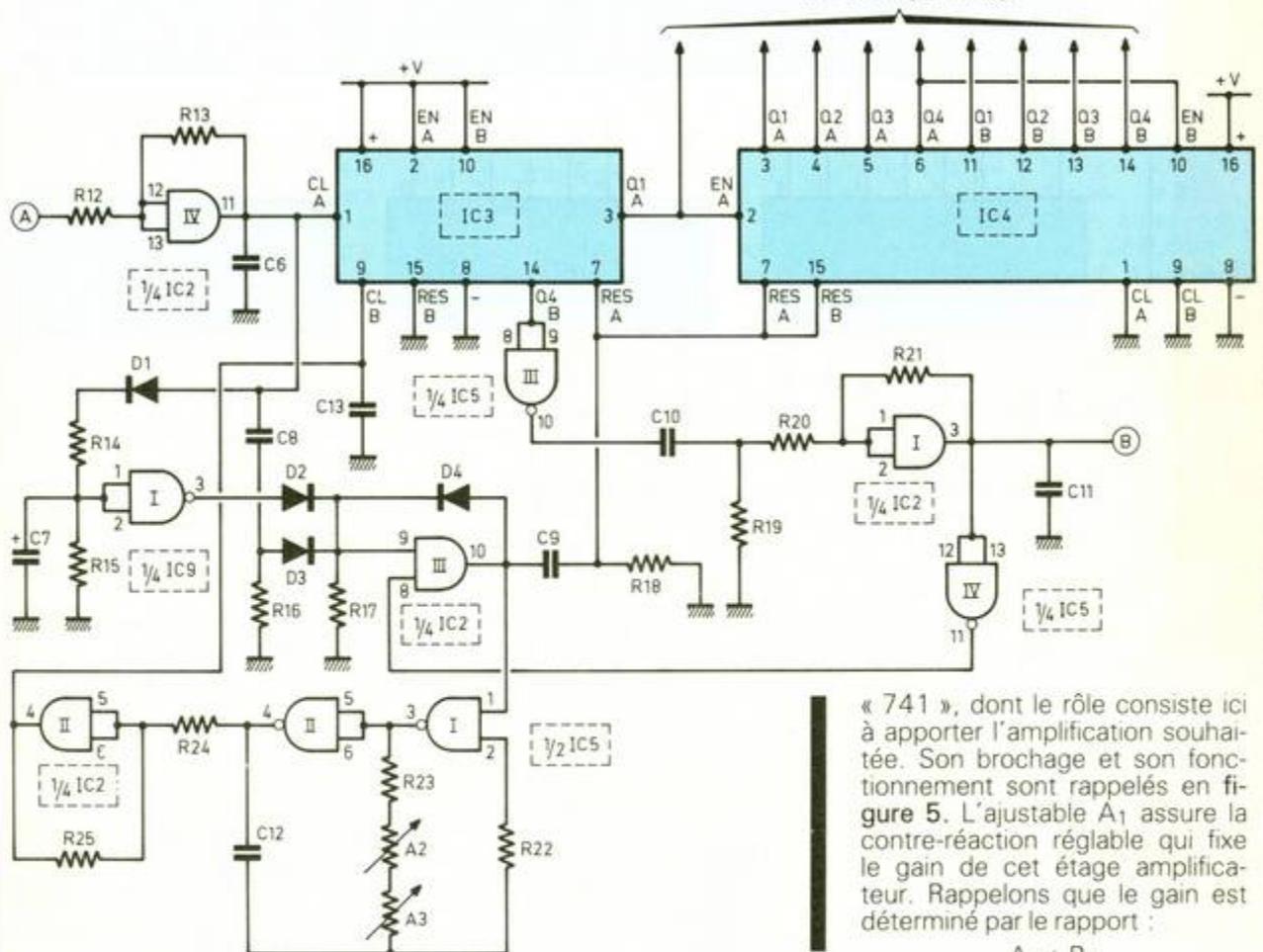
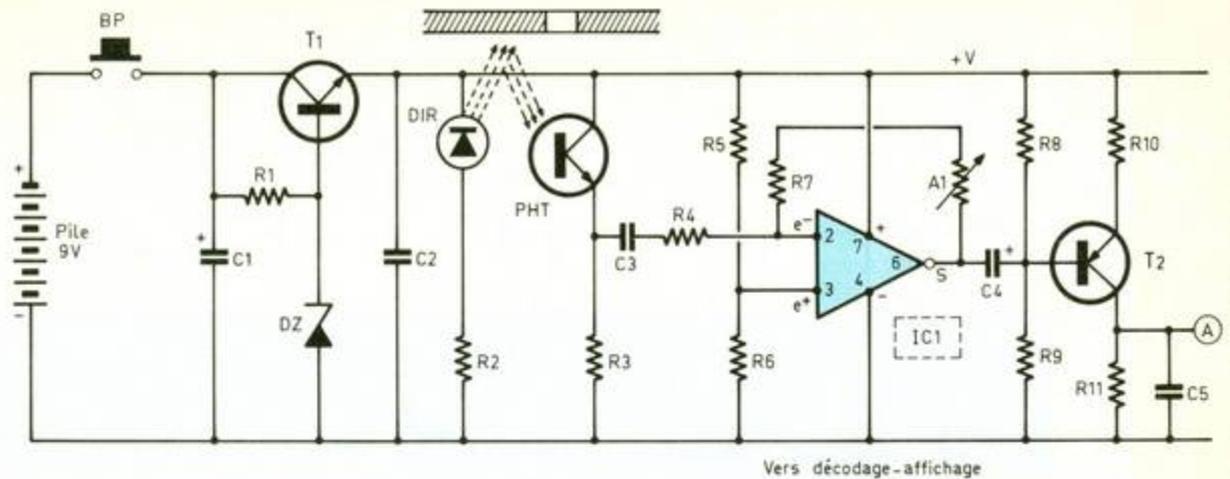
II - LE FONCTIONNEMENT ELECTRONIQUE

a) Alimentation (fig. 2)

Elle est assurée par une pile de 9 V ; avec une consommation moyenne de l'ordre de 20 à 25 mA, l'autonomie de l'appareil est tout à fait confortable. Afin de disposer d'une bonne stabilité de la base de temps quel que soit l'état d'usure de la pile, le potentiel de fonctionnement est réglé à une valeur d'environ 6 V. A cet effet, la diode Zener D₇ stabilise le potentiel de la base du transistor NPN T₁ à 6,8 V, si bien que l'on enregistre au niveau de son émetteur un potentiel réglé à 6,2 V. Une seconde motivation de ce dispositif réside dans le fait que la plupart des afficheurs à cristaux liquides sont conçus pour fonctionner sous une tension nettement inférieure à 9 V.

2

Le schéma électronique : alimentation, traitement du signal et comptage.



« 741 », dont le rôle consiste ici à apporter l'amplification souhaitée. Son brochage et son fonctionnement sont rappelés en figure 5. L'ajustable A₁ assure la contre-réaction réglable qui fixe le gain de cet étage amplificateur. Rappelons que le gain est déterminé par le rapport :

$$\frac{A_1 + R_7}{R_4}$$

b) Détection de la vitesse de rotation (fig. 2)

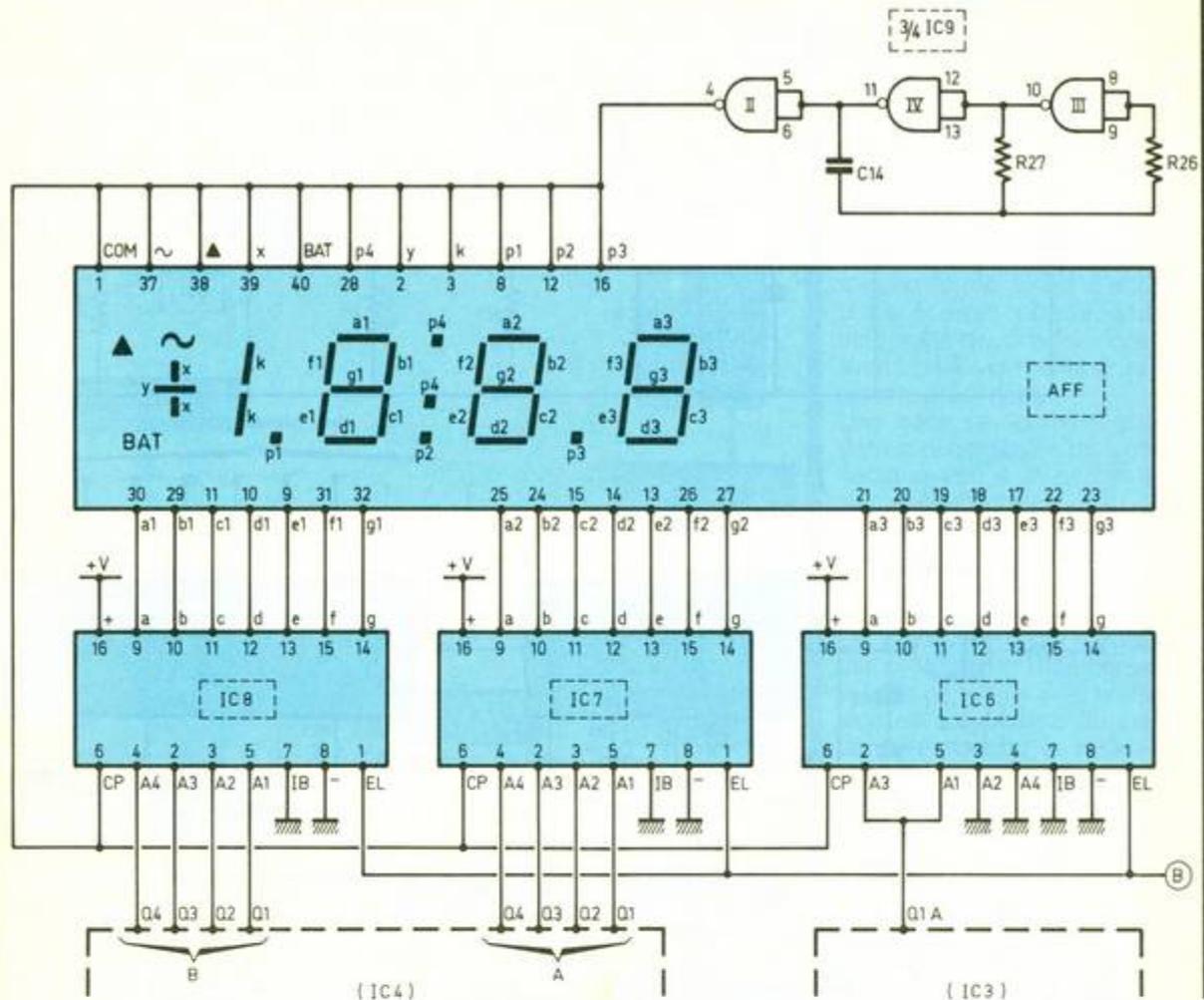
Une diode infrarouge émet un rayonnement constant. Sa consommation est limitée par la résistance R₂. Nous verrons au chapitre consacré à la réalisation pratique qu'elle est orientée parallèlement à un phototransistor. Ainsi ce dernier reçoit une partie du rayonnement réfléchi. La surface de réflexion est en fait la partie tournante dont on veut mesurer la vitesse de rotation. En y appliquant un repère de couleur blanche par exemple, alors que le fond est relativement sombre, l'intensité du rayonnement reçu

par le phototransistor varie sensiblement à chaque passage de ce repère devant le dispositif de détection optique. Or la conduction d'un phototransistor varie dans le même sens que la grandeur du rayonnement qui le frappe. Il en résulte une variation de potentiel sur la borne positive de R₃ ; c'est ce signal qui est exploité pour la détermination de la vitesse de rotation.

c) Amplification et mise en forme du signal (fig. 2)

Le boîtier IC₁ contient un circuit intégré célèbre auprès de nos lecteurs : il s'agit de l'universel

Le signal délivré par IC₁ est pris en compte par le transistor PNP T₂. Sa polarisation est telle qu'en l'absence de signaux sur sa base le potentiel relevé sur le collecteur est nul. Les signaux issus de la détection optique se matérialisent sous la forme d'impulsions positives que l'on enregistre sur le collecteur. Leur forme est relativement « arrondie » par la capacité C₅, dont la mission consiste à éliminer les faibles variations du rayonnement réfléchi par un fond réfléchissant de couleur non uniforme, en dehors du repère. Il est donc nécessaire de traiter ce signal afin de le rendre apte à attaquer le comptage situé en aval.



C'est le rôle de la porte AND IV de IC₂ qui est montée en trigger de Schmitt. Lors de son basculement, une telle porte voit cette opération fortement accélérée grâce à la réaction positive introduite par R₁₃. Il en résulte des signaux se caractérisant par des fronts bien verticaux.

d) Comptage (fig. 2)

Le boîtier référencé IC₃ contient en fait deux compteurs binaires à 4 bits, entièrement séparés. Un seul de ces deux compteurs sera utilisé pour la prise en compte de l'information « vitesse » évoquée au paragraphe précédent. De plus, il est seulement fait appel au premier des quatre étages binaires successifs qui composent le compteur A. En définitive, et ainsi que le montre le tableau de fonctionnement d'un tel compteur en figure 5, l'incréméntation se réalise au rythme des fronts positifs des signaux de comptage présentés sur l'entrée « Clock ». La sortie Q₁A délivre les états haut et bas relatifs au comptage effectué par ce premier compteur : il s'agit en l'occurrence d'une simple division par 2. Cette

sortie Q₁A est reliée à l'entrée Enable A d'un second compteur placé dans le boîtier IC₄, qui comprend également deux compteurs séparés mais, à la différence avec IC₃, ce sont des compteurs BCD (Binaire Codé Décimal). De ce fait, ils ne peuvent occuper que dix positions distinctes : ils effectuent une division par 10. La sortie Q₄A du premier compteur est reliée à l'entrée Enable B du second compteur BCD du boîtier. Ces deux derniers compteurs avancent au rythme des fronts négatifs présentés sur les entrées Enable.

La capacité globale de comptage de cet ensemble IC₃/IC₄ est donc de $2 \times 10 \times 10 = 200$. Comme nous l'avons déjà indiqué au chapitre consacré au principe, les informations issues des sorties de ces comptages successifs se réalisent de la manière suivante :

– **Sortie Q₁A de IC₃ :**
l'état bas correspond à la valeur affichée 0 ;
l'état haut sera affiché par la valeur 5.
Ce digit correspond aux dizaines de tours par minute.

– **Sorties Q₁A, Q₂A, Q₃A et Q₄A de IC₄ :**

Elles seront décodées ultérieurement par un décodeur BCD → 7 segments approprié. De ce fait l'affichage sera un chiffre de 0 à 9. Ce digit correspond aux centaines de tours par minute.

– **Sorties Q₁B, Q₂B, Q₃B et Q₄B de IC₄ :**

Même remarque que ci-dessus. Le digit concerné représente les milliers de tours par minute. Nous verrons ultérieurement comment ces compteurs sont régulièrement remis à zéro et également la façon retenue pour stocker les résultats de comptage avant cette remise à zéro.

c) Base de temps (fig. 2)

Les portes NAND I et II de IC₅ constituent un multivibrateur astable commandé par son entrée de contrôle 1 de la porte I. Si cette entrée est soumise à un état bas, la sortie de la porte I présente un état haut permanent et celle de la porte II, un état bas de blocage. Dans cette situation, le multivibrateur est en état de

neutralisation. En revanche, si on soumet l'entrée de contrôle à un état haut, le multivibrateur entre en oscillation. Cela se traduit par une succession de charges et de décharges de la capacité C_{12} à travers la résistance R_{23} et les ajustables A_2 et A_3 . Il en résulte, sur la sortie de la porte II, des créneaux dont la période dépend des valeurs numériques des composants périphériques évoqués ci-dessus. Cette période s'exprime par la relation :

$$T = 2,2 (R_{23} + A_2 + A_3) C_{12}$$

Nous verrons plus loin que la fréquence de cette base de temps sera divisée par 16. Etant donné que la périodicité des séquences successives de comptage est égale à 1,2 s, la période T devra être égale à $1,2 \text{ s}/16$, c'est-à-dire 75 ms. L'ajustable A_2 a une valeur dix fois supérieure à celle de A_3 . Ce premier ajustable permet ainsi, au niveau du réglage, d'effectuer une première approche, alors que A_3 est destiné à l'affinage. On peut noter que la résistance R_{22} n'entre pas, à proprement parler, dans la détermination de la fréquence d'oscillation du multivibrateur. Sa présence donne cependant à ce dernier une plus grande fiabilité de fonctionnement ainsi qu'une meilleure stabilité.

Les créneaux délivrés par le multivibrateur transitent par le trigger

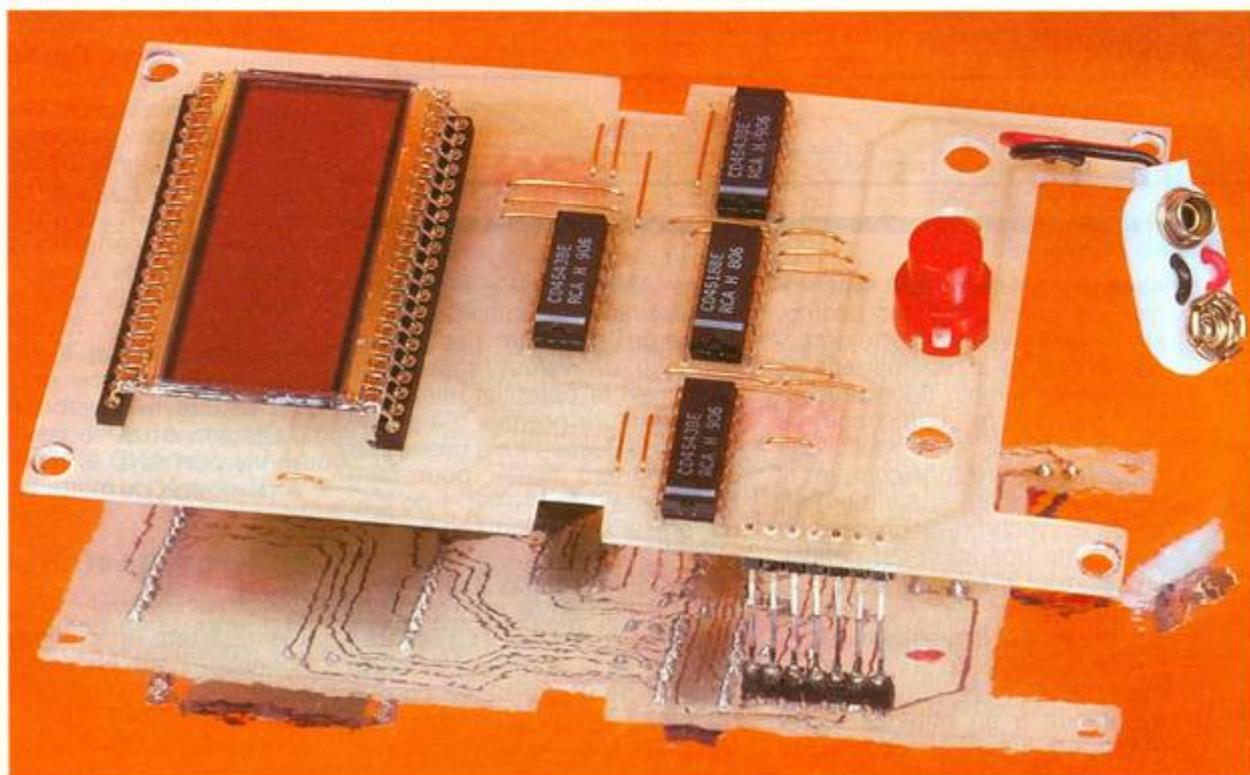
de Schmitt AND II de IC_2 , avant d'aboutir à l'entrée Clock du compteur binaire B de IC_3 . Ce dernier avance au rythme des impulsions positives. En particulier, sur la sortie Q_4B , on observe un front négatif au bout de seize impulsions élémentaires, c'est-à-dire : $16 \times 0,071 \text{ s} = 1,2 \text{ s}$ après la position zéro. On peut remarquer que ce compteur ne subit pas de remise à zéro provoquée. Celle-ci est simplement naturelle : le compteur passe par la valeur zéro (0 0 0 0) après avoir quitté la valeur binaire 1 1 1 1.

f) Commande synchronisée de la base de temps (fig. 2)

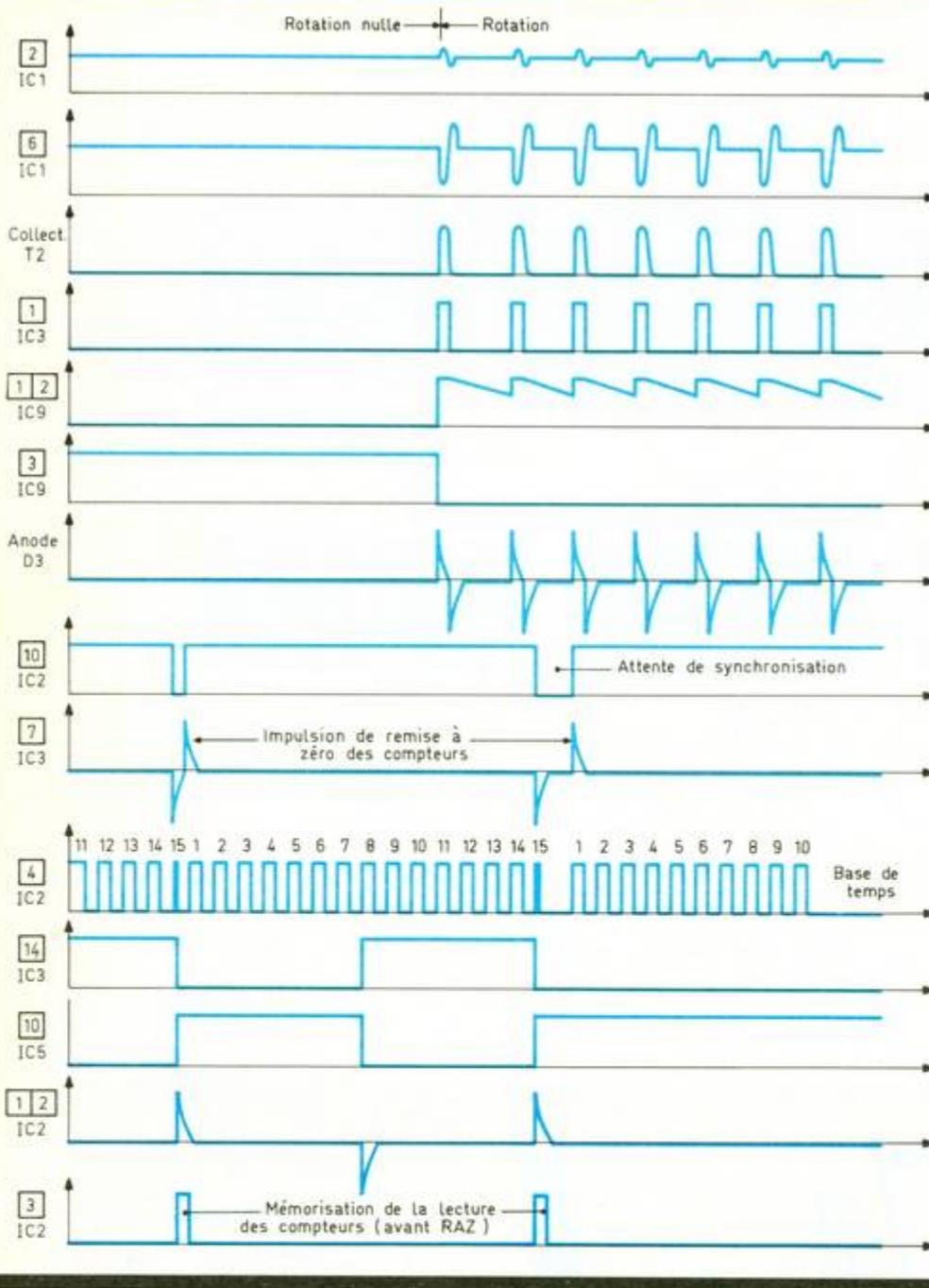
Pour obtenir une bonne stabilité de la valeur affichée pour une vitesse de rotation constante, il est nécessaire que le début de la « fenêtre » de chronométrage démarre en synchronisation avec les impulsions détectées par le dispositif optique de lecture. A cet effet, la porte AND III de IC_2 est montée en porte de mémorisation. Avant le début de l'opération de chronométrage, sa sortie est à l'état bas. Son entrée 8 est généralement à l'état haut. Elle sera soumise régulièrement et brièvement à un état bas lors de l'effacement : nous en reparle-

rons. Nous nous trouvons donc dans le cas où un chronométrage vient de s'achever ; le contrôle du multivibrateur étant à zéro, ce dernier cesse d'osciller. A la prochaine impulsion positive en provenance du trigger AND IV de IC_2 , le front montant correspondant est pris en compte par le dispositif dérivateur constitué par la capacité C_8 , les résistances R_{16}/R_{17} et la diode D_3 . Il en résulte l'apparition d'un très bref état haut sur l'entrée 9 de la porte AND III de IC_2 , dont la sortie passe immédiatement à l'état haut. De ce fait, et grâce au verrouillage effectué par la diode D_4 , cet état haut est maintenu, même lorsque la brève impulsion de commande a disparu. Le multivibrateur démarre alors sa course. Nous verrons ultérieurement comment il est de nouveau arrêté en attendant son prochain départ, toujours en synchronisation avec les impulsions de comptage optique. Ce dispositif, décrit tel quel, présente toutefois une faiblesse : en effet, nous verrons que c'est la fin de la phase chronométrage qui déclenche les opérations périodiques de mémorisation de la lecture des compteurs et de remise à zéro de ceux-ci. Or s'il n'y a pas de début de « fenêtre », il n'y a pas non plus de fin : si la rotation cesse, ou si le dispositif de détection op-

Photo 2. - La platine supérieure : l'afficheur à cristaux liquides se monte sur support.



4 Les chronogrammes de fonctionnement relevés en divers points stratégiques du montage.



tique est mal orienté, la synchronisation précédemment décrite, justement basée sur cette détection, empêche le redémarrage de la base de temps. Sans précaution particulière, l'affichage ne changerait plus et la valeur lue risquerait d'être quelconque. Il convient donc de supprimer l'effet de la synchronisation dans ce cas. Cette opération est confiée au dispositif intégrateur constitué par la capacité C_7 , les résistances R_{14}/R_{15} et la diode antiretour D_1 . Dans le cas de la rotation, la capacité C_7 est régulièrement maintenue à un potentiel élevé grâce aux impulsions issues du

trigger AND IV de IC_2 . Entre deux impulsions consécutives, C_7 se décharge lentement dans la résistance de valeur importante R_{15} , mais le potentiel relevé sur son armature positive n'a pas le temps de descendre à une valeur suffisamment basse pour faire basculer la porte NAND I de IC_9 , qui présente un état bas permanent.

En revanche, en cas d'arrêt de la rotation de l'arbre dont on veut mesurer la vitesse, C_7 se décharge, et la sortie de la porte NAND I de IC_9 présente un état haut qui, par l'intermédiaire de D_2 , place la porte de commande

du multivibrateur en position de sollicitation permanente. Le dispositif synchronisateur est bien neutralisé dans ce cas et le multivibrateur fonctionne de manière ininterrompue.

g) Remise à zéro des compteurs (fig. 2)

Au moment précis où l'entrée de commande du multivibrateur est soumise à son état haut actif, le front montant correspondant est pris en compte par le montage dérivateur formé par la capacité C_9 et la résistance R_{18} . Cela se traduit par une brève impulsion positive sur les entrées Reset A de IC_3 et Reset A et B de IC_4 . Il en résulte la remise à zéro immédiate de ces compteurs en début de « fenêtre » de chronométrage. Nous verrons au paragraphe suivant que cette remise à zéro intervient tout juste après la phase « mémorisation » du contenu des compteurs.

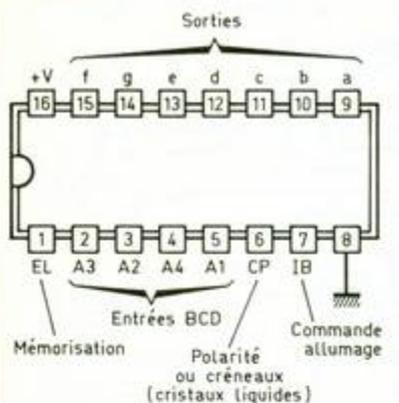
h) Lecture des compteurs (fig. 2)

Nous avons vu au paragraphe consacré à la base de temps que la fin de la phase « chronométrage » correspondait à l'instant où l'on relève un front négatif sur la sortie Q_{4B} de IC_3 . Ce front descendant est transformé en front ascendant par l'inversion apportée par la porte NAND III de IC_5 . Ce front positif est enregistré par le circuit dérivateur que forme la capacité C_{10} et la résistance R_{19} . Ce dernier délivre une impulsion positive, mise en forme par le trigger de Schmitt AND I de IC_2 . Le signal correspondant assure la commande de la mémorisation du contenu des compteurs ; cette opération est assurée par les circuits intégrés décodeurs BCD \rightarrow 7 segments des boîtiers IC_6 , IC_7 et IC_8 . La porte NAND IV de IC_5 inverse ce signal : l'impulsion négative qui en résulte a pour conséquence l'effacement de la porte de mémorisation AND III de IC_2 , c'est-à-dire l'arrêt du multivibrateur.

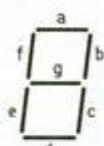
i) Décodage et affichage (fig. 3)

Les résultats du comptage sont acheminés en permanence sur les entrées BCD de trois décodeurs CD 4543. Ces derniers, comme le montre leur tableau de

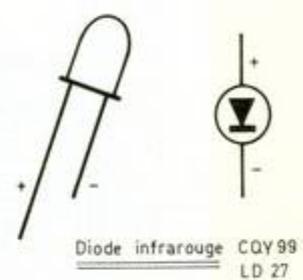
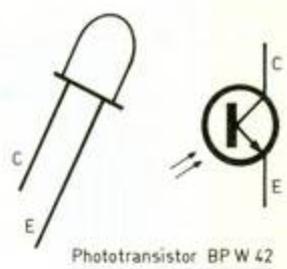
CD 4543 Décodeur BCD → 7 segments pour afficheurs à LED ou à cristaux liquides



(X) Etat indifférent
(*) Etat présent au moment de la transition 1 → 0 sur entrée EL

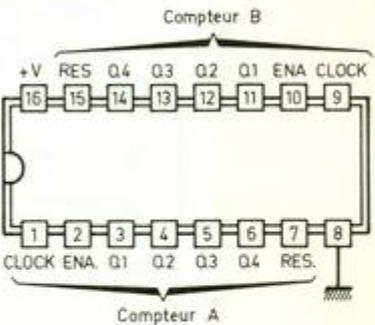
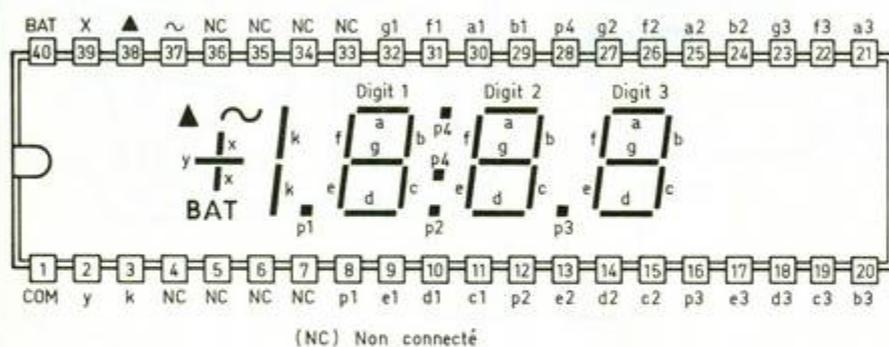


CP	EL	IB	A4	A3	A2	A1	a	b	c	d	e	f	g	Aff.
0	X	1	X	X	X	X	0	0	0	0	0	0	0	Eteint
0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1
0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1
0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1
0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	X	X	X	X	*	*	*	*	*	*	*	*
1			Mêmes règles				Logique négative							

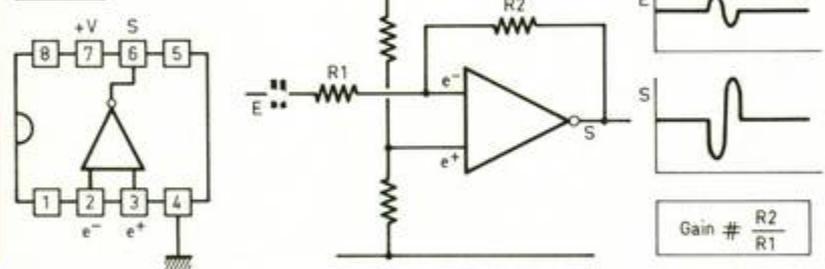


CD 4518	Double compteur BCD
CD 4520	Double compteur binaire

Afficheur LC 51 30 31 (3 digits 1/2 cristaux liquides)



µA 741 Ampli-op



CLOCK	ENABLE	RESET	ACTION
[Pulse]	1	0	Avance compteur
0	[Pulse]	0	Avance compteur
[Pulse]	X	0	Ne change pas
X	[Pulse]	0	Ne change pas
[Pulse]	0	0	Ne change pas
1	[Pulse]	0	Ne change pas
X	X	1	Q1=Q2=Q3=Q4=0

(X) Etat indifférent

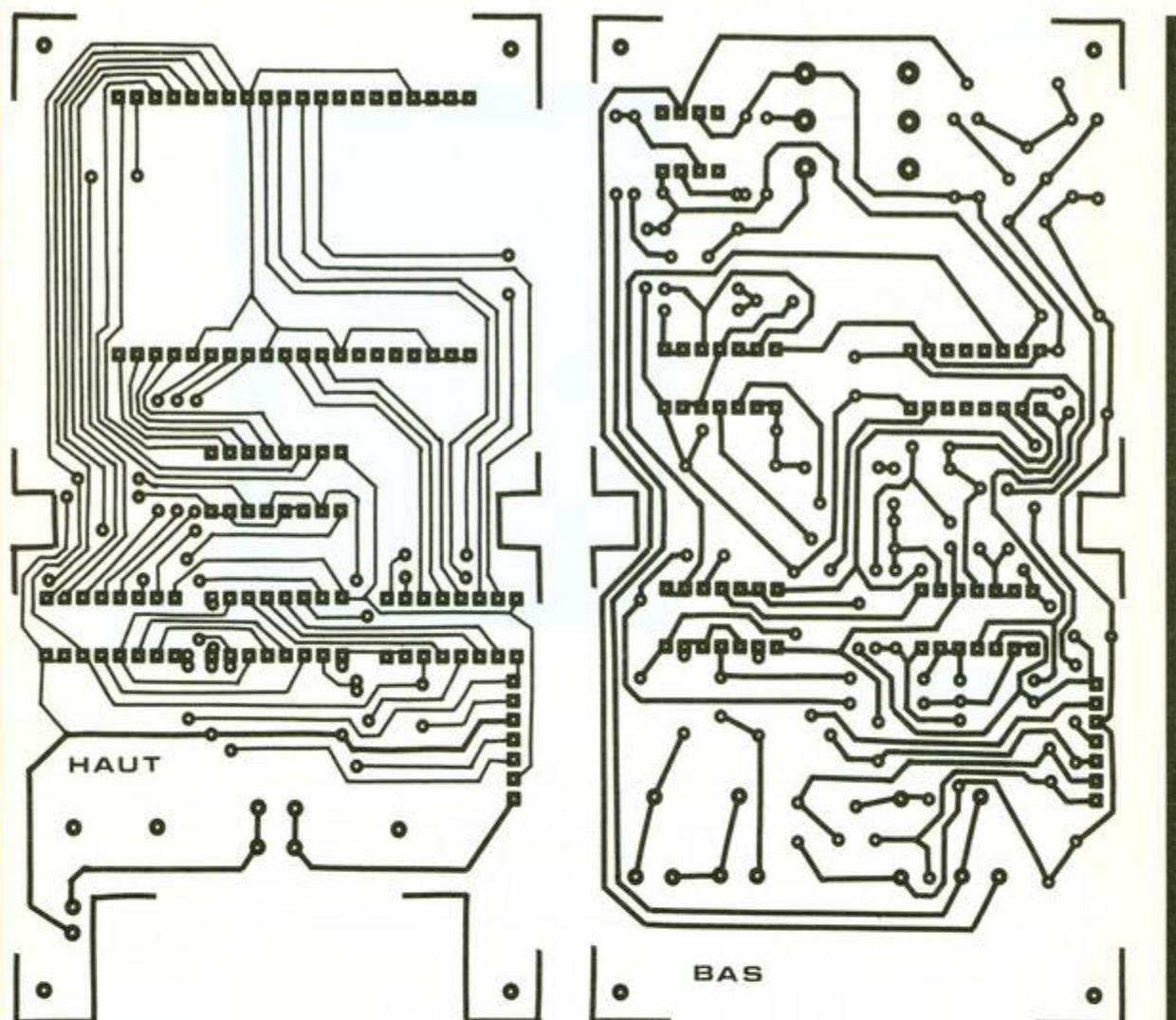
fonctionnement de la figure 5, peuvent indifféremment alimenter des afficheurs du type LED à cathode ou à anode commune. Dans le premier cas, il suffit de soumettre l'entrée « CP » à un état bas. Dans le second cas, cette entrée est simplement à relier à un état haut. Mais pour notre application présente, l'affichage retenu est la technique des cristaux liquides, et il est nécessaire de soumettre les segments concernés à un potentiel alternatif, sous la forme de crêneaux, se caractérisant par une

fréquence de l'ordre de 30 à 60 Hz. C'est au multivibrateur constitué par les portes NAND III et IV de IC₉ qu'incombe la mission de générer cette fréquence. La sortie de ce multivibrateur est à relier simultanément au « commun » de l'afficheur et aux entrées « CP » des décodeurs. Ainsi, si le multivibrateur délivre un état haut, le décodeur travaille en logique négative, et inversement, il fonctionne en logique positive pendant les instants où le multivibrateur présente un état bas. Le segment alimenté se

trouve donc bien sous l'influence d'une polarité alternative. L'entrée « IB » reliée à un état bas correspond à l'allumage continu des afficheurs. Si on reliait cette entrée à un état haut, l'affichage cesserait. En général, l'entrée « EL », qui commande la mémorisation, est soumise à un état bas. En conséquence l'affichage reste celui qui correspondait à la lecture des compteurs au moment précis où cette entrée quittait l'état haut. C'est la mémorisation. Dans cette situation, l'affichage reste fixe, quelles

6-7

Tracés des deux circuits imprimés, à l'échelle 1/
Implantations des deux platines :
34 straps au total seront à insérer.



que soient les positions binaires des compteurs.

Notons également que la sortie Q₁A de IC₃ est reliée aux entrées A₁ et A₃ de IC₆, les entrées A₂ et A₄ étant soumises à un état bas permanent. Cela correspond à la valeur 0 si Q₁A est à l'état bas, et à la valeur décimale 5 si Q₁A présente un état haut. Remarquons enfin que tous les segments inutilisés de l'afficheur à cristaux liquides, points et symboles divers, sont systématiquement reliés au « commun » de l'affichage.

III - LA REALISATION PRATIQUE

a) Circuits imprimés (fig. 6)

Ils sont au nombre de deux : un module inférieur réservé au traitement logique du signal et à l'amplification, et un module supérieur recevant les composants

relatifs au comptage, au décodage et à l'affichage. Leur réalisation fait appel à la mise en œuvre des différents produits de transferts Mecanorma. Ces derniers peuvent être appliqués directement sur la face cuivrée préalablement bien dégraissée de l'époxy, ou encore sur un « mylar » transparent. Dans cette seconde méthode, on se sert d'époxy présensibilisé que l'on place sous le « mylar » pendant l'exposition ou rayonnement ultraviolet. Après révélation, on peut passer à la gravure du circuit dans un bain de perchlore de fer. Si on prend la précaution d'utiliser du perchlore tiède, la durée de la gravure se trouve considérablement réduite.

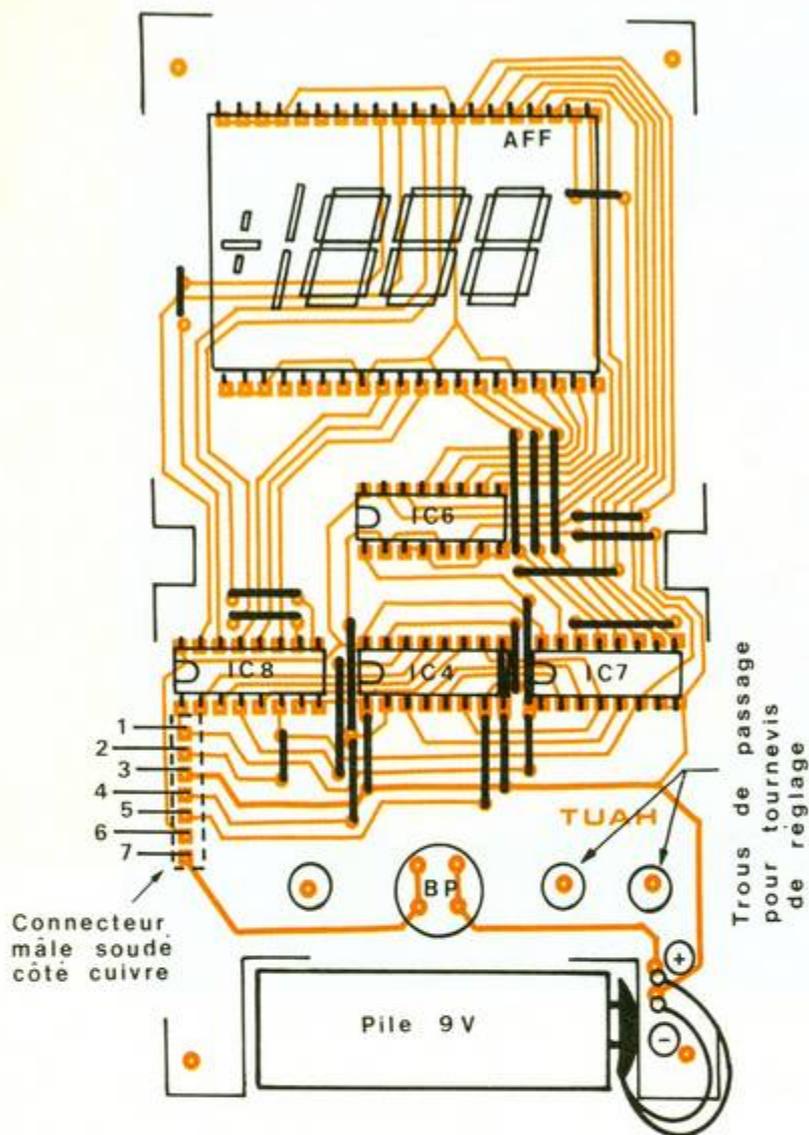
Après un abondant rinçage, le circuit peut être percé à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre. Certains trous seront à agrandir suivant le diamètre des connexions des composants auxquels ils sont destinés : capaci-

tés de plus grand encombrement, ajustable, embase stéréo. Enfin, pour achever ce premier travail, l'auteur vous conseille d'étamer les pistes de ces circuits imprimés à l'aide du fer à souder. Indépendamment de l'amélioration qu'une telle opération apporte, ce sera l'occasion de procéder à une vérification minutieuse des circuits sous le double aspect de la continuité électrique des pistes et de la parfaite isolation entre pistes voisines.

b) Implantation des composants (fig. 7)

On débutera cette opération par la mise en place des nombreux straps de liaison. Grâce à eux, il n'a pas été nécessaire d'avoir recours au circuit imprimé double face, toujours délicat à mettre en œuvre par l'amateur.

Par la suite, on passera à l'implantation des diodes, des résistances, des capacités et des

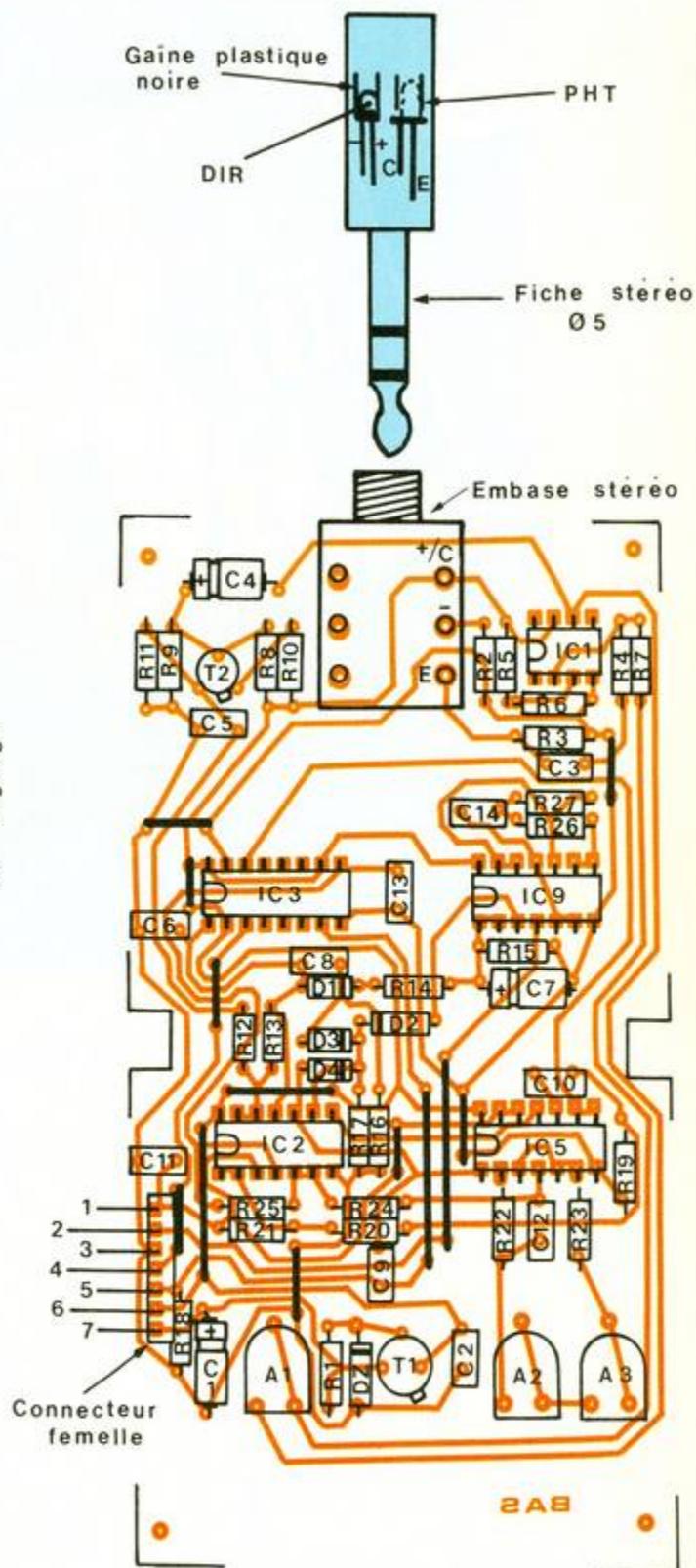


transistors. Il va sans dire que le respect absolu des orientations des composants polarisés est une nécessité qui ne tolère aucune erreur, sous peine de non-fonctionnement, voire de destruction de certains composants. Les circuits intégrés seront implantés en fin d'opération. Une autre précaution est à prendre lors de cette opération : il s'agit de ménager un temps de refroidissement suffisant entre deux soudures consécutives réalisées sur les broches d'un même boîtier.

Les deux modules sont prévus pour être reliés par un connecteur à 7 broches. Grâce à ce choix, on éloigne les fils volants disgracieux et souvent à la base de mauvais contacts risquant l'introduction de pannes diverses. Pour le module supérieur, le connecteur mâle est à souder côté cuivre.

On notera également que l'afficheur à cristaux liquides a été

monté sur support, étant donné sa relative fragilité vis-à-vis des échauffements thermiques. Enfin, signalons à l'intention des perfectionnistes que les inesthétiques traces de vernis laissées par le décapant du fil de soudure peuvent être éloignées à l'aide d'un pinceau imbibé d'un peu d'acétone.



c) Fabrication de la sonde de détection optique (fig. 7)

Le phototransistor et la diode infrarouge ont été montés côte à côte dans la partie isolée de la fiche mâle stéréo, par soudure. Il convient de bien respecter le brochage et l'orientation de ces

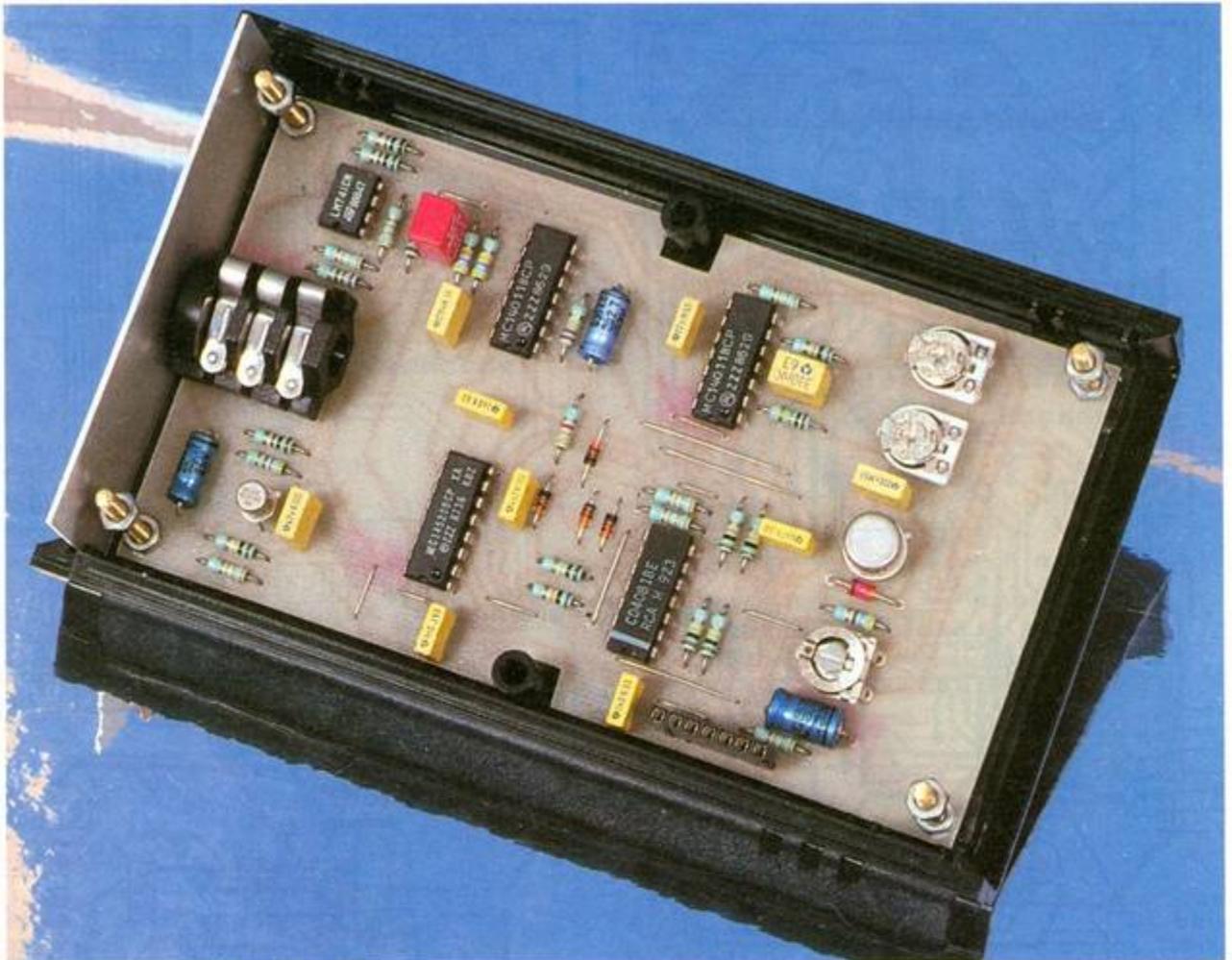


Photo 3. – La platine inférieure reçoit une embase stéréo, afin de réaliser les connexions avec la sonde optique.

deux composants (voir fig. 5). Parallèlement à cette précaution d'ordre électronique, il convient également de prendre une précaution optique. En effet, la diode infrarouge placée parallèlement à côté du phototransistor influence ce dernier par un rayonnement de « fuite » latéral ce qui le sature partiellement au point de le rendre tout à fait inefficace vis-à-vis du rayonnement réfléchi qu'il est censé détecter. Aussi est-il nécessaire d'éviter cet inconvénient. Une solution simple consiste à enrober l'un ou l'autre de ces deux composants (ou les deux) d'un morceau de gaine plastique noir.

Notons, pour achever ce paragraphe, que le recours au principe de la fiche jack stéréo enclenchée dans l'embase femelle correspondante offre, en plus de sa simplicité de branchement sans fils de liaison, un second avantage : celui de pouvoir monter un prolongateur dans le cas d'une utilisation du compte-tours à distance de l'arbre dont on veut connaître la vitesse de rotation.

d) Montage et réglage (fig. 8)

Les deux modules sont séparés l'un de l'autre par des vis et des écrous de 3 mm de diamètre, formant entretoises. Remarquons que l'accès aux trois ajustables de réglage implantés sur le module inférieur est possible grâce à des trous percés dans le module supérieur et autorisant le passage du tournevis.

Le couvercle du boîtier Teko reçoit une découpe rectangulaire destinée à la lecture de l'afficheur. Un trou permettant le passage du bouton-poussoir est également à pratiquer.

Le réglage est extrêmement simple. Les trois ajustables ont leur curseur placé en position médiane dans un premier temps. Pour l'ajustable A₁ dont le réglage fait varier le gain d'amplification, cette position est la bonne dans pratiquement tous les cas. Cependant, en cas de fond de la poulie et le repère, le degré d'amplification peut être

augmenté en tournant le curseur dans le sens des aiguilles d'une montre.

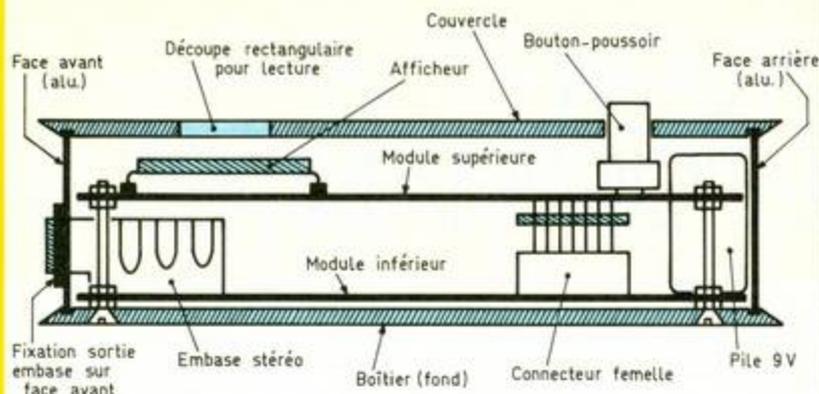
Il reste à régler la base de temps grâce aux ajustables A₂ et A₃. Il suffit pour cela de diriger le capteur vers un tube fluorescent tout en y restant éloigné de plusieurs mètres. Le montage détecte alors des pulsations de 100 Hz, ce qui correspond à une vitesse théorique de rotation de 6 000 tours/minute. On tourne alors le curseur de A₂ dans un sens ou dans l'autre pour obtenir un affichage de 600 (c'est-à-dire 595, 600 ou 605 dans la pratique). À l'aide du curseur de A₃, cet affichage peut alors être affiné de manière à aboutir à la valeur 600.

Une seconde possibilité pour le tarage consiste à diriger le capteur vers l'écran de votre téléviseur, éloigné de quelques centimètres. Dans ce cas, il est soumis à des pulsations de 50 Hz. En conséquence, la valeur d'affichage à obtenir est 300 dans ce cas.

Signalons, avant de clore cet arti-

8

Schéma de montage de la maquette dans un boîtier Teko, série Designer.



Plan de découpe du couvercle

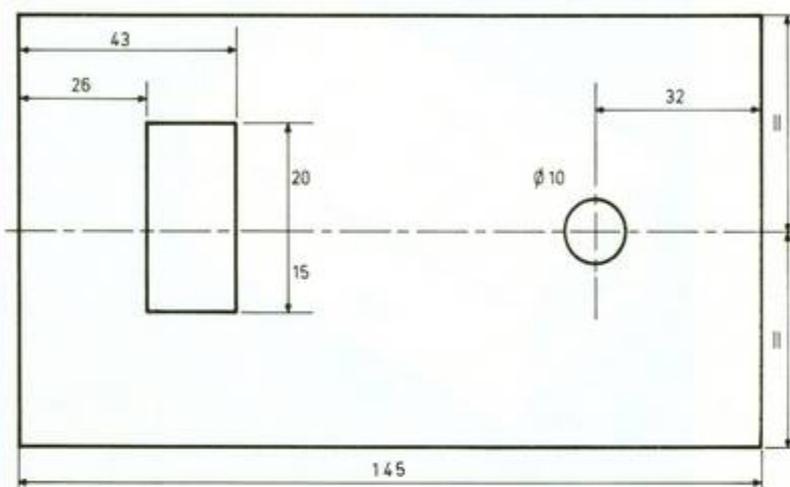


Photo 4. – Gros plan de la sonde : le phototransistor sera « encapsulé » à l'aide d'un ruban adhésif noir.

cle, que ce compte-tours peut parfaitement être installé à demeure dans une voiture pour afficher en permanence la vitesse de rotation du moteur. Il suffit de l'alimenter sous la tension de 12 V du véhicule et de prévoir un prolongateur entre la sonde optique et le boîtier. Il suffit de peindre un repère de couleur blanche sur le volant solidaire du vilebrequin.

Robert KNOERR

LISTE DES COMPOSANTS

a) Module inférieur

12 straps (2 horizontaux, 10 verticaux)

R₁ : 470 Ω (jaune, violet, marron)

R₂ : 220 Ω (rouge, rouge, marron)

R₃ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)

R₄ : 1 kΩ (marron, noir, rouge)

R₅, R₆ : 2 × 33 kΩ (orange, orange, orange)

R₇ : 1 kΩ (marron, noir, rouge)

R₈ : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)

R₉ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)

R₁₀ : 1 kΩ (marron, noir, rouge)

R₁₁ : 33 kΩ (orange, orange, orange)

R₁₂ : 10 kΩ (marron, noir, orange)

R₁₃ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)

R₁₄ : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)

R₁₅ : 220 kΩ (rouge, rouge, jaune)

R₁₆ à R₁₉ : 4 × 33 kΩ (orange, orange, orange)

R₂₀ : 10 kΩ (marron, noir, orange)

R₂₁ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)

R₂₂ : 1 MΩ (marron, noir, vert)

R₂₃, R₂₄ : 2 × 10 kΩ (marron, noir, orange)

R₂₅ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)

R₂₆ : 470 kΩ (jaune, violet, jaune)

R₂₇ : 47 kΩ (jaune, violet, orange)

A₁, A₂ : 2 ajustables 220 kΩ, (implantation horizontale, pas de 5,08)

A₃ : ajustable 22 kΩ (implantation horizontale, pas de 5,08)

D₁ à D₄ : 4 diodes signal 1N4148, 914

DZ : diode Zener 6,8 V/1,3 W

C₁ : 47 μF/10 V électrolytique

C₂ : 0,22 μF milfeuil

C₃ : 1 μF milfeuil

C₄ : 10 μF/10 V électrolytique

C₅ : 47 nF milfeuil

C₆ : 1 nF milfeuil

C₇ : 2,2 μF/10 V milfeuil

C₈, C₉ : 2 × 4,7 nF électrolytique

C₁₀ : 22 nF milfeuil

C₁₁ : 1 nF milfeuil

C₁₂ : 0,33 μF milfeuil

C₁₃ : 1 nF milfeuil

C₁₄ : 0,22 μF milfeuil

T₁ : transistor NPN 2N1711, 1613

T₂ : transistor PNP 2N2907

IC₁ : μA, 741 (amplificateur opérationnel)

IC₂ : CD 4081 (4 portes AND à 2 entrées)

IC₃ : CD 4520 (double compteur binaire)

IC₅ : CD 4011 (4 portes NAND à 2 entrées)

IC₉ : CD 4011 (4 portes NAND à 2 entrées)

Embase pour fiche stéréo ø 5, pour implantation sur circuit imprimé

Connecteur femelle 7 broches

b) Module supérieur

22 straps (7 horizontaux, 15 verticaux)

IC₄ : CD 4518 (double compteur décimal)

IC₆ à IC₈ : 3 × CD 4543 (décodeur BCD → 7 segments pour cristaux liquides)

AFF : afficheur à cristaux liquides 3 digits 1/2, LC 513031 ou équivalent

BP : bouton-poussoir à contact travail pour circuit imprimé

Connecteur mâle 7 broches

Support 40 broches (tulipe)

c) Divers

DIR : diode infrarouge ø 6,5 (LD 27, CQY 99, TSUS 5400)

PHT : phototransistor (BPW 42, TIL 78)

Fiche stéréo mâle ø 5

Coupleur pour pile

Pile 9 V

Boîtier Teko, série Designer, modèle 10001 (85 × 145 × 38)

UN TESTEUR DE TELECOMMANDES I.R.



Ce module effectue un diagnostic instantané d'une télécommande I.R. en indiquant si elle émet ou non des infrarouges.

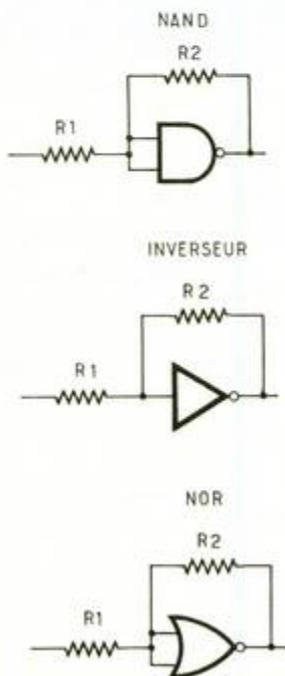
PRINCIPE

Le montage utilise un simple circuit logique de quelques francs composé de portes NAND ou NOR. Celles-ci en effet peuvent avoir une autre utilisation que celle qui leur est destinée à l'origine.

Ainsi, une contre-réaction sortie-entrées permet d'obtenir l'amplification d'un signal d'une source quelconque.

Le gain est donné par R_2/R_1 . La figure 1 indique des exemples de portes utilisables.

Néanmoins, les séries AE, UB, CN sont le plus adaptées à ce genre d'application, car les séries BE, BCN, etc. sont bufferisés. On obtiendrait des oscillations dites



1
Utilisation de portes logiques en « amplificateur » : le gain vaut R_2/R_1 .

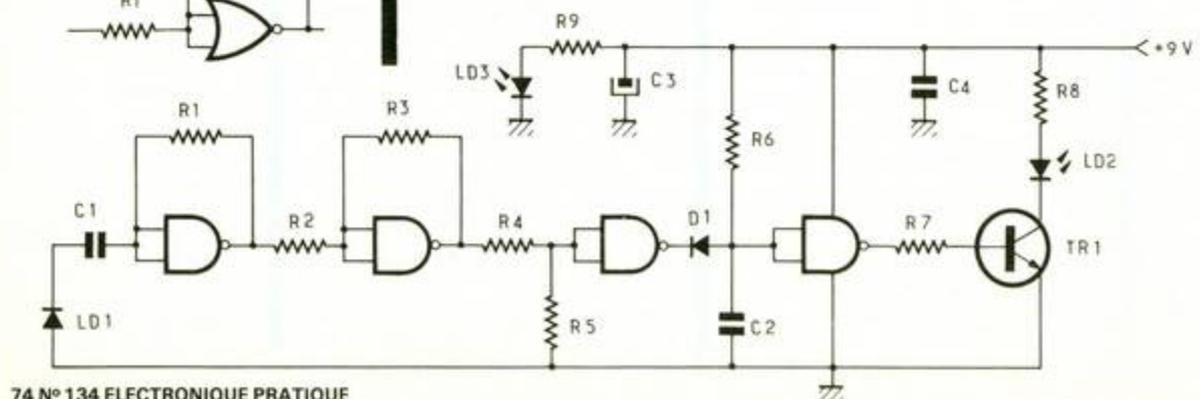
2
Le schéma de principe du testeur repose principalement sur l'utilisation d'un C-MOS 4011 comportant quatre portes NAND.

logiques, et le montage ne fonctionnerait pas ou très mal. Bien entendu, ce n'est pas la solution miracle pour concevoir des préamplificateurs Hi-Fi. Loin s'en faut. Toutefois cela permet de réaliser quelques montages qui ne sont pas dépourvus d'intérêt.

FUNCTIONNEMENT (fig. 2)

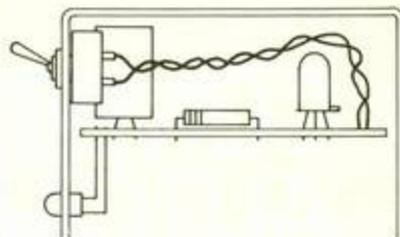
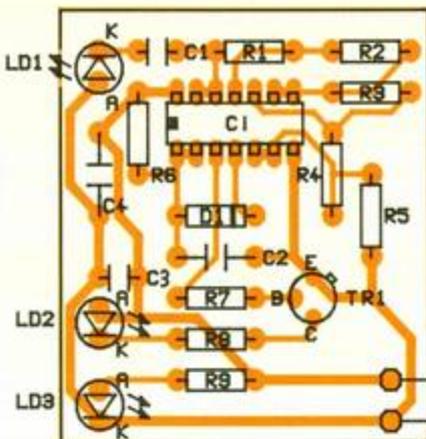
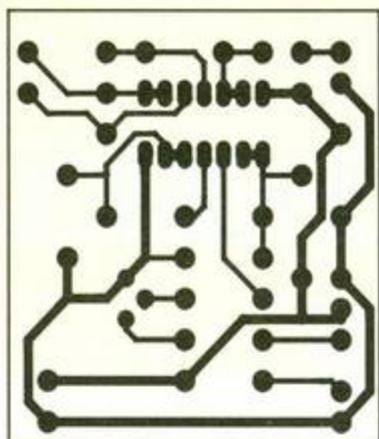
Une préamplification est donnée par deux étages. Sur le premier étage, un condensateur de 10 NF bloque l'éventuelle composante continue sur la diode IR et réduit sensiblement

les 50 Hz des lampes à incandescence. (La diode IR est une diode d'émission.) Le second étage commande, via un diviseur de tension (R_4, R_5), un monostable constitué par les deux autres portes du CI. En effet le signal recueilli sur sa sortie est constitué par des pics ayant une cadence assez faible. Une LED branchée directement sur cette sortie resterait éteinte. Ce monostable donne donc des créneaux d'environ 10 ns, ce qui est suffisant pour la visualisation. Sa sortie commande une LED via un transistor NPN genre BC107, 2N2222.



3-4

Le circuit imprimé et l'implantation à l'échelle 1 - on montera de préférence C1 sur support afin de faciliter le dépannage.



Le courant est de 15 mA environ au repos et de 30 mA lors de la réception d'un signal.

Cette consommation peut être abaissée en supprimant la LED M/A. A vos risques d'oublier d'éteindre l'appareil.

Une pile 9 V du type 6F22 fera parfaitement l'affaire pour alimenter l'ensemble.

REALISATION PRATIQUE

a) Le circuit imprimé (fig. 3)

Réalisé en verre époxy, on reproduira dessus le tracé du circuit imprimé à l'aide de bandes et de pastilles-transfert, type Mécanorma. Après gravure au perchlore de fer tiède, on rincera abondamment à l'eau claire. Les perçages s'effectueront à l'aide de forets de diamètres allant de 0,8 mm à 1,3 mm.

b) L'implantation (fig. 4)

Elle est donnée à l'échelle 1. La réalisation du montage ne devrait poser aucun problème. Une fois

tous les composants soudés, on nettoiera les pistes à l'aide d'acétone afin d'éliminer toute trace de flux des soudures.

c) Mise en coffret (fig. 5)

Nous avons utilisé un boîtier C₂ de la tolerie plastique. Le montage de la platine dans le coffret reste simple.

Ce sont les trois LED qui fixent le circuit imprimé. Ce qui n'est pas gênant pour la légèreté de celui-ci.

Un perçage légèrement inférieur au diamètre de l'axe de l'interrupteur permet de visser ce dernier directement sur le plastique. Ce qui élimine l'écrou que l'on voit très souvent en façade des montages.

d) Essais

Il n'y a aucun réglage à faire.

A la mise sous tension le voyant rouge doit s'éclairer et le jaune doit rester éteint.

En approchant une télécommande à une dizaine de centimètres et en appuyant sur une touche quelconque le voyant jaune doit clignoter rapidement. Ce qui indique une émission IR codée

(ce qui ne veut pas dire que le code est le bon).

(Nota : la réception reste correcte jusqu'à une trentaine de centimètres.)

CONCLUSION

Ce petit montage est à la portée de tout amateur par sa simplicité et son prix de revient assez faible. Il peut rendre de grands services à tous ceux qui de près ou de loin touchent à la télévision.

Il trouvera donc sa place dans le labo ou le placard de l'amateur.

M. R.

LISTE DES COMPOSANTS

- R₁ : 2,7 MΩ (rouge, violet, vert)
- R₂ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
- R₃ : 470 kΩ (jaune, violet, jaune)
- R₄ : 27 kΩ (rouge, violet, orange)
- R₅ : 68 kΩ (bleu, gris, orange)
- R₆ : 1,5 MΩ (marron, vert, vert)
- R₇ : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)
- R₈ : 470 Ω (jaune, violet, marron)
- R₉ : 680 Ω (bleu, gris, marron)

- C₁ : 10 nF
- C₂ : 10 nF
- C₃ : 10 μF/16 V/tantale
- C₄ : 0,1 μF

D₁ : 1N4148, 1N914

- LD₁ : diode IR, LD271
- LD₂ : LED ø 5 orange
- LD₃ : LED ø 5 verte ou rouge

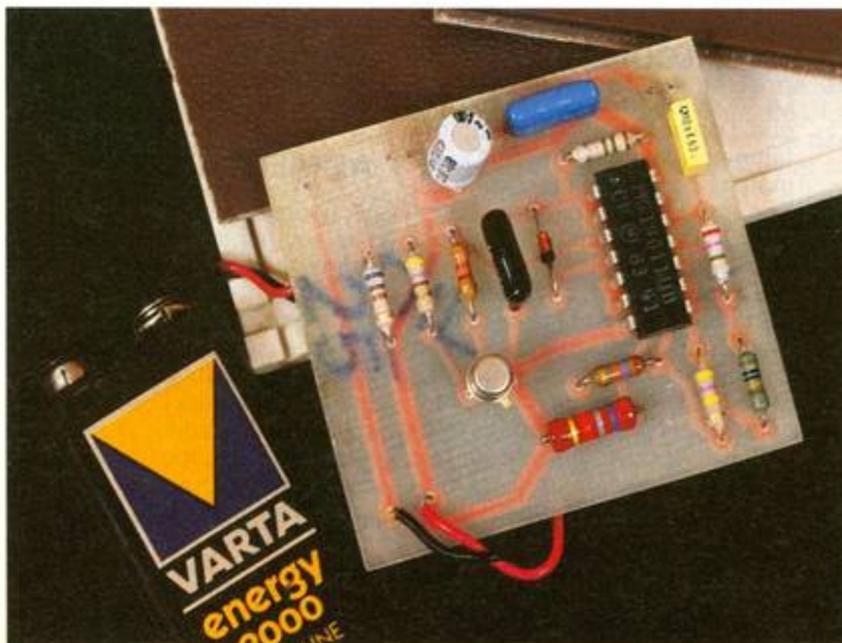
TR₁ : BC107, 108, 109, 2N2222

C₁ : 4001, 4011 AE VB CN (voir texte)

Divers :

- 1 pile 9 V
- 1 boîtier C₂ de la tolerie plastique
- 1 clip chanfreiné pour LED ø 5
- 2 clips ø 5
- 1 coupleur pile 9 V à pression
- 1 interrupteur à levier

Photo 2. - L'ensemble des composants s'intègre sur la platine, excepté l'interrupteur qui s'insérera en série avec la pile.



COMPTEUR TELEPHONIQUE AUTOMATIQUE



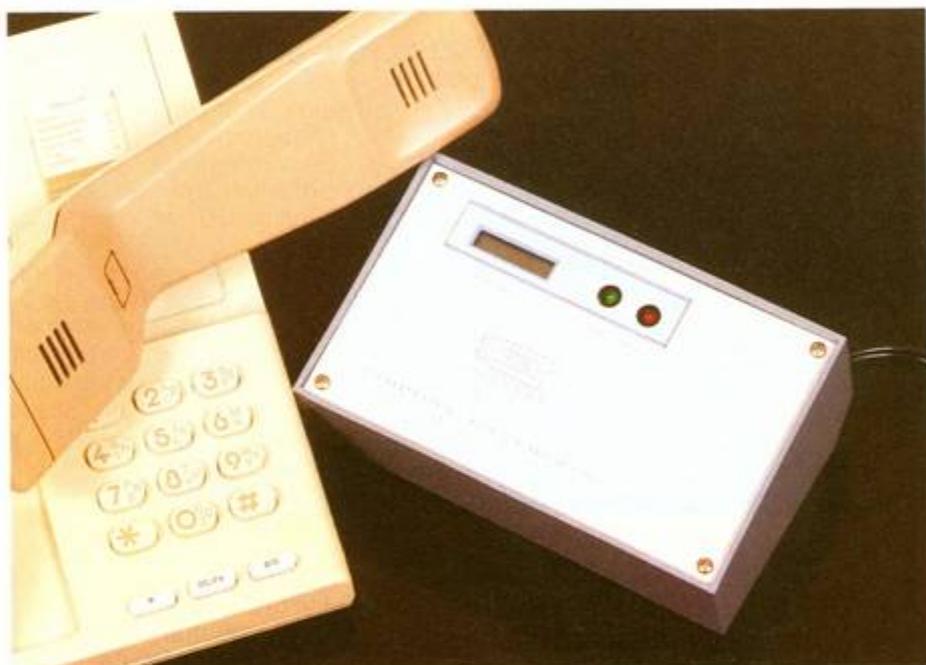
Il vous sera désormais possible de connaître instantanément le prix de votre communication en cours ainsi que le total de votre facture PTT, sans aucune manipulation sur ce nouveau compteur téléphonique n'utilisant que des circuits connus, et cela, sans aucune intervention sur le réseau.

PREAMBULE

Pouvoir contrôler le prix d'une communication sans appareil spécialisé est devenu aujourd'hui extrêmement délicat, puisque l'utilisateur doit d'abord connaître le jour de la semaine, si celui-ci est férié ou pas, l'heure et la durée exactes de l'appel, mais aussi rattacher précisément la commune demandée à sa circonscription tarifaire. Ne parlons pas d'une communication à cheval sur un changement horaire ni d'un appel à l'étranger. Pourtant, ce système automatique existe bel et bien. Il suffit de regarder simplement notre facture pour nous en convaincre, tous nos appels ont été chiffrés ! Regardez ensuite dans les premières pages d'un annuaire pour constater que notre chère administration met à notre portée un dispositif spécial connecté au central et permettant la retransmission des impulsions de taxation de tous nos appels, moyennant, il est vrai, un versement mensuel supplémentaire de 10 F. Il est d'ailleurs conseillé de vérifier cette possibilité auprès du centre Télécom de votre région avant d'entreprendre cette réalisation.

SYNOPTIQUE

Après ce léger préambule, la figure 1 vous apparaîtra plus claire. Il s'agit donc de capter ces impulsions présentes sur la ligne, puis de les décoder correctement. Un système de détection décrochage/raccrochage permettra à une logique de commande d'actionner les touches d'une calculatrice bon marché qui affichera directement en francs le tarif consommé. Là aussi, utiliser une calculette per-



met d'économiser tout le système d'affichage qui se traduit donc par une simplification du circuit avec, en prime, une consommation très réduite, une mémoire indépendante et une résolution de quelque huit chiffres !

LA CALCULATRICE

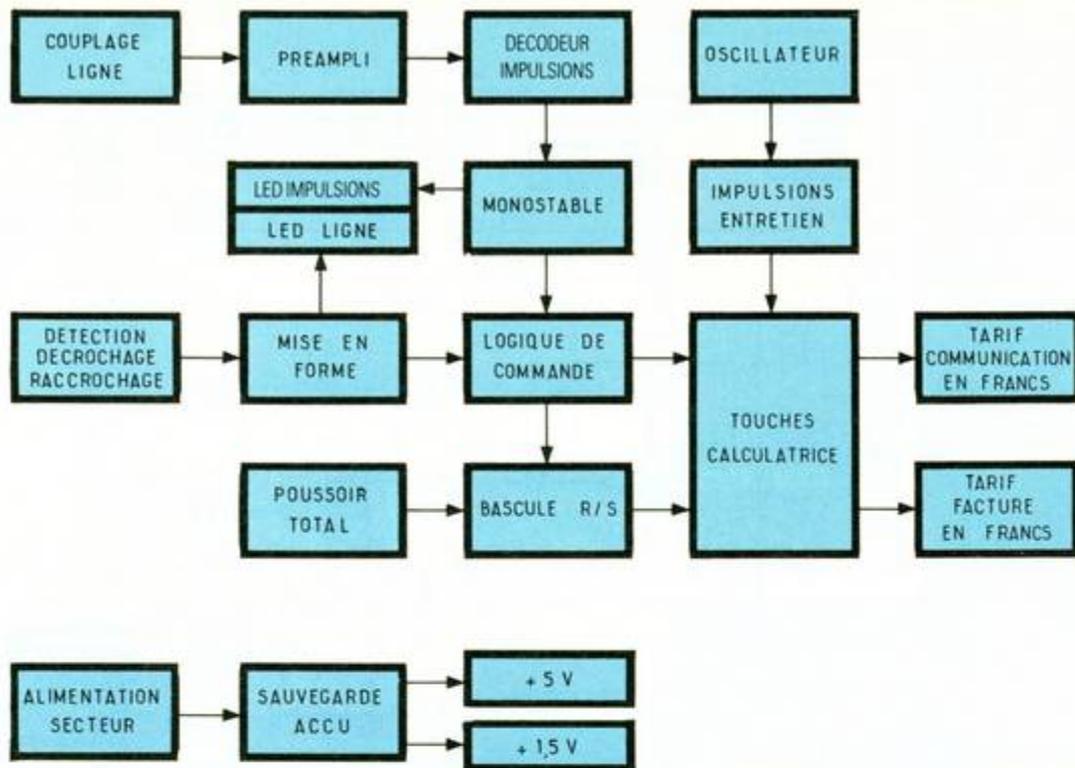
Le modèle choisi est un modèle que l'on rencontre partout, notamment dans les magasins bon marché ou les grandes surfaces. Son prix se situe entre 10 et 20 F ! Les deux impératifs à respecter sont simples, à savoir : une constante et une mémoire. Cette dernière est facile à vérifier d'un coup d'œil, puisqu'il s'agit de touches appelées MR, MC, M+. Pour vérifier la constante, appuyez sur un chiffre, par exemple : (5). Appuyez ensuite sur (+), puis plusieurs fois sur (=). L'affichage doit augmenter de 5 en 5.

Regardez les photographies de l'article ainsi que le clavier d'origine pour vous procurer la même calculette, ses dimensions externes étant : 90 x 56 x 5. Vous serez sûr dans ce cas de l'implanter correctement sur le circuit d'affichage, bien que cela soit facultatif puisque la connexion pourra se faire le cas échéant avec du fil de câblage ordinaire.

ALIMENTATION

La figure 2 dévoile une alimentation secteur avec transformateur, redresseur et filtrage classique. Un régulateur positif régulera cette tension à 5 V pour le circuit principal, tandis que la calculatrice sera alimentée en 1,5 V grâce aux diodes D₂/D₃ à travers R₂. On s'aperçoit que la tension secteur est secourue par un accumulateur qui permettra au compteur téléphonique de fonc-

1 Schéma synoptique : aucune connexion sur le réseau PTT n'est à effectuer. Seul un capteur téléphonique à ventouse et un microswitch détectant les décrochage et raccrochage du combiné restent à fixer sur le poste.



tionner normalement en ignorant tout des faiblesses du réseau EDF.

Une pile ordinaire pourra éventuellement remplacer l'accu. Dans ce cas, la résistance R_1 sera supprimée. Celle-ci règle le courant de charge qui se calcule d'après la tension U aux bornes de C_1 par la relation : $I = U/R$. En retenant une intensité d'entretien du vingtième de la capacité de l'accu, on a : $100 \text{ mA}/20 = 5 \text{ mA}$ donc $R = U/0,005$.

SCHEMA DE PRINCIPE

Il est à noter que le fait de demander le retour des impulsions de taxation vous engage envers les PTT d'un droit de regard sur votre installation ! C'est pourquoi la figure 3 nous montre comment sont détectées les deux informations nécessaires au montage : les impulsions de taxation par un capteur téléphonique ordinaire et le décrochage/raccrochage par un microswitch miniature, installés tous deux sur le combiné. Cette solution évite un quelconque branchement sur la ligne, formellement interdit.

La préamplification des impulsions, et d'ailleurs de toute la conversation, se fera par l'intermédiaire de deux étapes identi-

ques bâtis autour de deux 741 dont le gain de l'ensemble variera de 10 à 100 grâce à P_1 . La sortie de cet étage attaque IC_4 qui est un décodeur de fréquence. Il suffira pour nous de régler la fréquence de référence à l'aide de P_2 sur celle des impulsions pour que la sortie 8 passe à zéro dès que le verrouillage s'opère. C_{10} et C_{11} permettent de régler respectivement le temps de réponse et la largeur de bande.

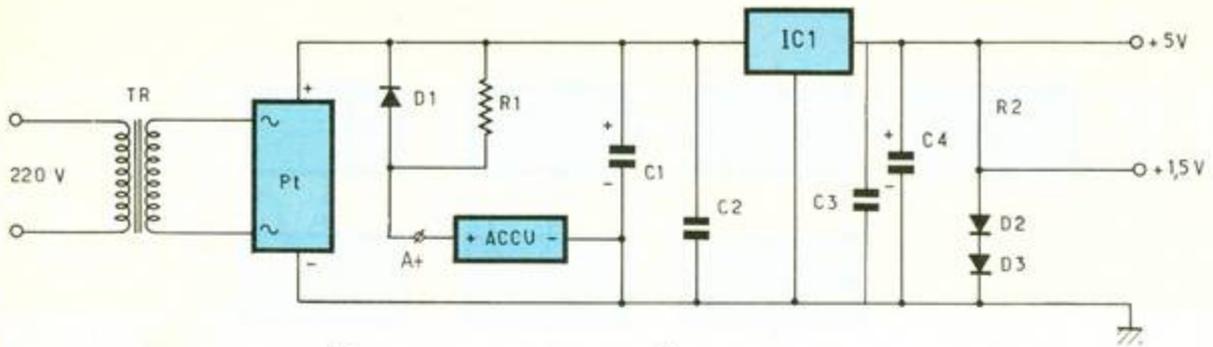
Dès la mise sous tension, le circuit se positionne au repos. Toutes les entrées des interrupteurs analogiques ES_1 à ES_4 contenues dans le 4066 sont à zéro, T_1 est bloqué, les deux LED éteintes et la consommation de l'ensemble tourne autour de 15 mA. La prise de ligne est détectée par S_1 qui se ferme au moment de prendre l'appareil. Le trigger de Schmitt constitué des portes A et B bascule alors et sa sortie passe à 1. La cellule R_{11}/C_8 intégrera les microcoupures de S_1 . R_{12} permettra à C_8 de se décharger rapidement au raccrochage. Ce niveau positif en sortie du trigger positionne l'ensemble du circuit en attente : T_1 devenu passant permet l'allumage de la LED L_1 , indiquant donc la prise de ligne, la porte C se débloque mais la sortie ne bouge pas, conformément à la table de vérité d'une porte NOR.

Il en est de même pour la porte H dont la sortie reste à zéro. L'application de ce niveau positif sur la porte L bloque la bascule K/L, un appui sur le poussoir (total facture) sera donc sans effet pendant une conversation.

Le trigger applique aussi ce niveau sur C_{15} qui va permettre à ES_4 de recevoir une impulsion positive. La touche (0) de la calculatrice sera donc actionnée et l'affichage reviendra à zéro. Si l'on raccrochait à cet instant, il ne se passerait rien et le circuit reprendrait sa position de repos. En fait, seule une impulsion de taxation permet à la porte C d'appliquer un 1 logique sur l'entrée 12 du monostable des portes D/E. Ce monostable permet d'allonger la durée de cette impulsion qui peut donc être très brève suivant le réglage du 567. Cette durée est fixée par la cellule R_{20}/R_{12} qui a l'objet de polariser T_2 et d'allumer L_2 , signalant ainsi à l'utilisateur l'enregistrement d'une taxe de base. En même temps se produit un appui sur la touche (=) à travers ES_1 , l'affichage s'incrémente donc d'une unité. La porte F recevant le signal du monostable a permis à la bascule F/G de changer d'état. La porte H se trouve donc débloquée mais sa sortie ne change pas encore de niveau puisque l'entrée 6 se trouve toujours au

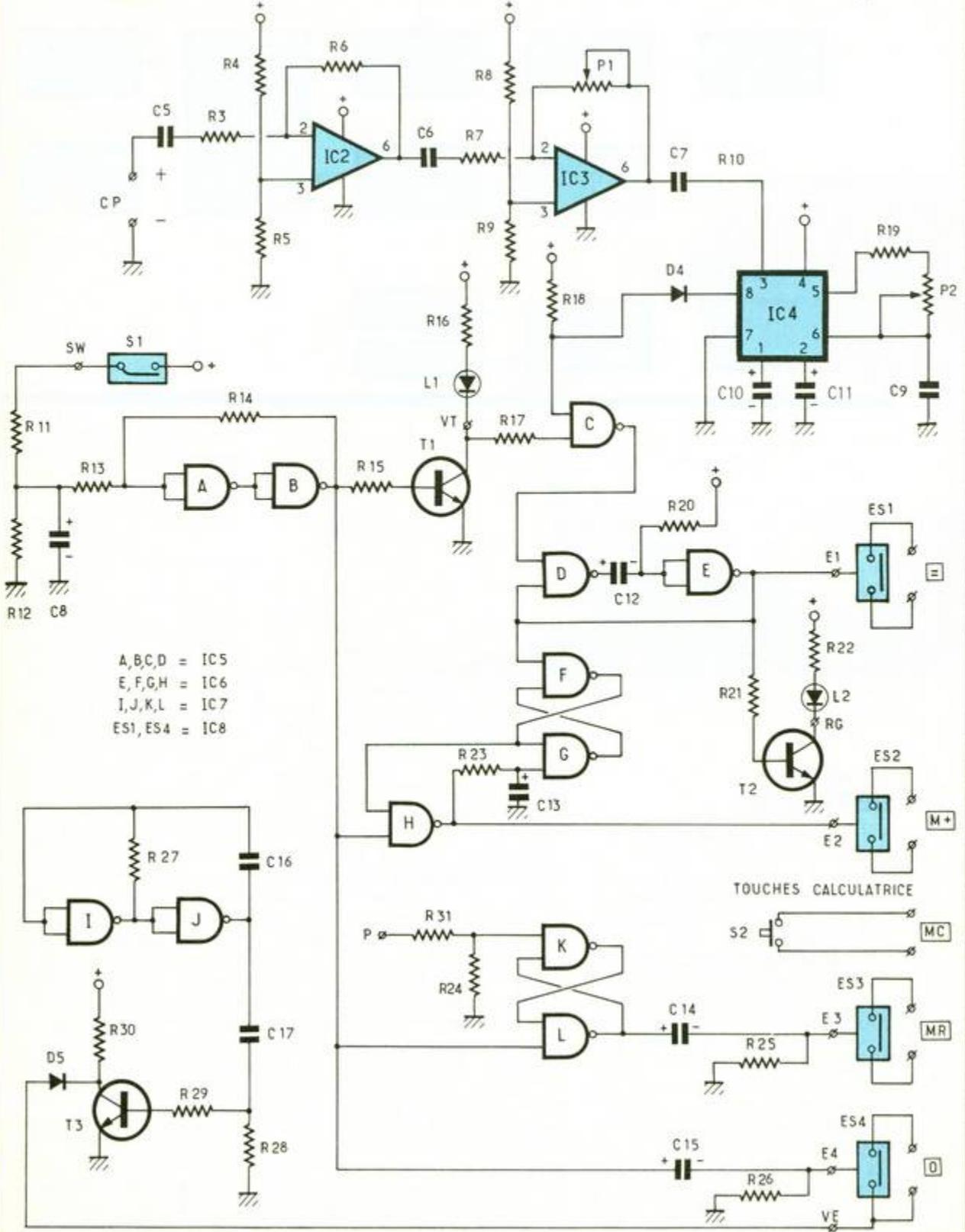
2

L'alimentation : le régulateur IC1 stabilise la tension à +5 V. Un accumulateur 9 V prend le relais du réseau EDF en cas de coupure. D2 et D3 offrent une référence de tension de 1,2 V pour remplacer la pile de la calculatrice.



3

Schéma de principe du compteur automatique : l'utilisation d'interrupteurs analogiques C.MOS 4066 permet de remplacer les poussoirs du clavier de la calculatrice.



A, B, C, D = IC5
 E, F, G, H = IC6
 I, J, K, L = IC7
 ES1, ES4 = IC8

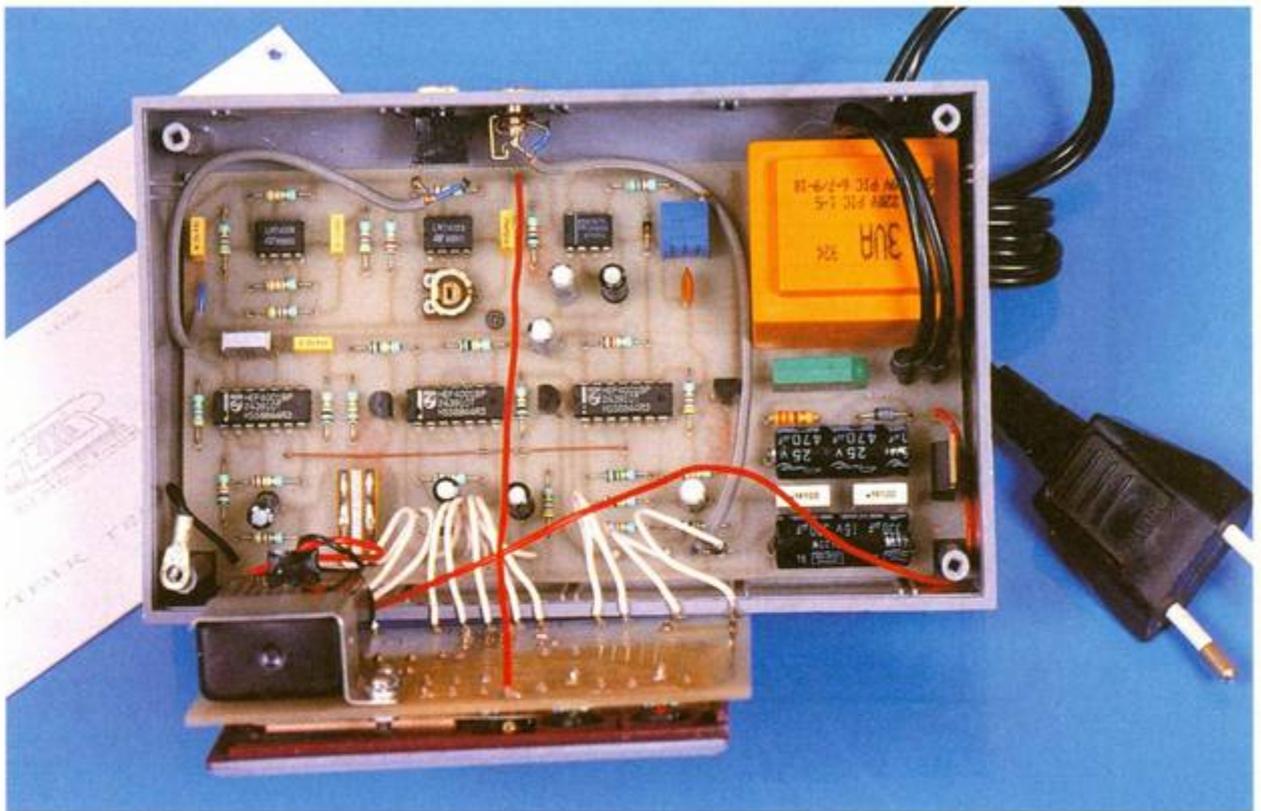


Photo 2. – Vue supérieure de la maquette : à gauche se situe l'accumulateur de sauvegarde d'alimentation.

niveau 1 grâce à S_1 . Le circuit enregistre alors toutes les impulsions de taxation présentes en ligne et le compteur indique clairement en francs le tarif de la communication en cours.

C'est à partir du raccrochage du combiné que ce tarif sera enregistré dans la mémoire indépendante. En effet, S_1 va de nouveau s'ouvrir et la sortie du trigger repassera à 0. T_1 se bloque ainsi que la porte C. L_1 s'éteint et indique donc que la ligne est libre. Ce témoin permettra en outre de vérifier que le combiné est bien raccroché. Ce niveau négatif est pris en compte par la porte H puisque la bascule F/G est toujours dans son état « travail ». La sortie 4 permet alors à ES_2 d'appuyer sur la touche (M+) qui place le tarif de la communication en mémoire. Au même instant, la cellule R_{23}/C_{13} introduit un petit délai avant de communiquer ce 1 logique à la bascule, qui pourra se repositionner au repos et bloquer de nouveau la porte H. Ce délai est obligatoire pour permettre à l'interrupteur ES_2 d'appuyer correctement sur la touche (M+). Le circuit a repris sa position initiale. Seul un autre appel ou un appui sur le poussoir « total » permet une modification de l'affichage. Ce poussoir via C_{14} et

ES_3 manœuvre la touche (MR) qui vous indique l'ensemble de toutes vos communications passées, donc le total de votre facture. C'est seulement lors d'un prochain décrochage que l'affichage passera à zéro, et le déroulement sera identique. S_2 est directement en liaison avec la touche MC qui efface totalement la mémoire et vous permet donc de mettre le compteur à zéro lorsque vous le désirez (pour suivre votre facture bimensuelle par exemple). Mais la résolution de quelque huit chiffres vous permet bien des fantaisies !

Au fait, si vous regardez de plus près le schéma de principe, vous vous apercevrez qu'il n'y a pas vraiment de poussoir, mais un point P, tout simplement relié avec une vis à la face avant du coffret. Le total de votre facture apparaîtra instantanément dès que vous poserez votre doigt dessus ! La résistance R_{24} peut être augmentée si la commande n'est pas assez sensible, celle-ci dépendant de l'environnement et de votre conductibilité. Outre l'aspect pratique que procure cette solution, cette touche sera aussi une touche secrète pour vous si vous ne désirez pas dévoiler le montant de votre facture. Un vrai poussoir peut néanmoins

être installé, l'autre borne ira au +5 V.

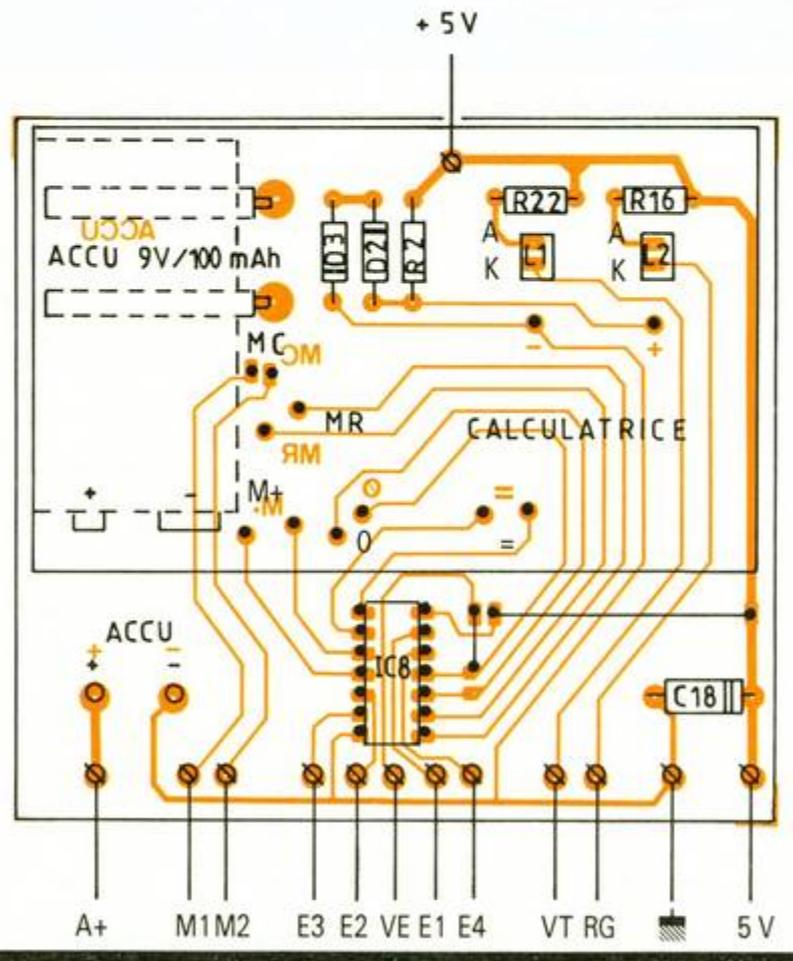
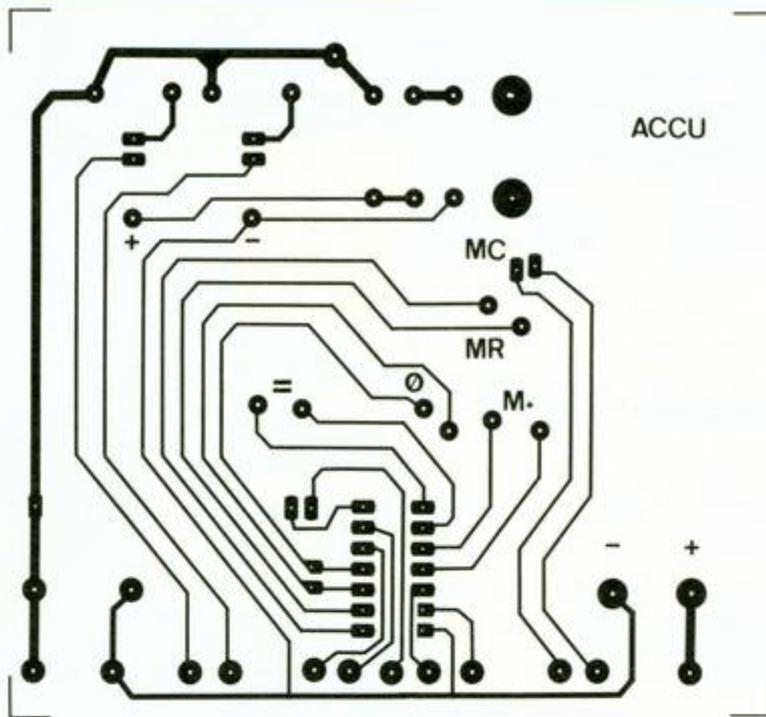
Les portes I/J qui forment un oscillateur commandent T_3 qui se polarise donc à son rythme, puis à travers D_5 envoie des impulsions de faible amplitude sur une des touches de la calculette. Cet ensemble va permettre à celle-ci de rester « éveillée ». En effet, les calculatrices, de nos jours, ont l'habitude de s'éteindre d'elles-mêmes (autopower off) si elles ne sont plus sollicitées. La mémoire serait alors inutilisable. D'ailleurs, l'intervalle maximal entre deux taxations peut aller pour une zone de tarification orange et un tarif bleu/nuit jusqu'à 18 mn. Ce temps est aussi largement suffisant pour la calculette de s'éteindre. La connexion de ce système particulier sera commenté plus loin. Néanmoins, si vous utilisez un modèle sans cet inconvénient, toute cette partie peut être supprimée.

REALISATION PRATIQUE

Deux circuits imprimés représentés (fig. 4) sont prévus pour loger la totalité des composants, y compris l'alimentation et la calculette. Les connexions de ces deux cartes placées en vis-à-vis

4-5

Circuit imprimé et implantation de la platine supportant la calculatrice et l'accumulateur 9 V.



seront largement facilitées. Ce choix a été dicté par un souci d'encombrement, et l'ensemble s'installera dans un coffret-pupitre de petite taille pour le bureau. La méthode photographique

vous évitera les erreurs de tracé et vous apportera un modèle conforme, mais la méthode traditionnelle avec transferts se laisse réaliser sans problème. Le transformateur du type moulé est

d'encombrement répandu, vérifiez tout de même son implantation.

Il ne serait pas trop difficile de modifier le tracé de la carte d'affichage pour implanter une autre calculatrice. Vérifier avec la figure 4 avant reproduction. En principe, la connexion avec celle-ci se fait par l'intermédiaire de queues de résistances mais, dans le pire des cas, la calculatrice peut être fixée à l'aide d'entretoises et les liaisons, entièrement câblées. Les références des différentes touches étant gravées sur la platine, vous devez éviter les erreurs.

Il convient d'implanter tous les composants de la figure 5 sauf les deux LED et le petit strap placé parallèlement à IC8 avant tous travaux. Ensuite, le mieux est de sortir entièrement et avec prudence le minicircuit de la calculatrice ainsi que son afficheur. Les piles ainsi que le clavier ne nous serviront plus. Attention, si ce dernier est composé de touches individuelles, il faudra repérer les touches avant démontage. N'oubliez pas qu'il faudra entrer les chiffres composant la taxe de base, évitez de perdre ce renseignement. On peut alors percer les deux trous à l'emplacement des piles d'origine pour recevoir deux clips pour LED 5 mm, la figure 4 vous y aidera encore. Comme sur la maquette, vous pouvez peindre la calculatrice dans le coloris du coffret, ici en deux teintes de gris pour la carcasse et l'étiquette d'origine. Soudez ensuite les queues de résistances aux emplacements prévus pour les différentes touches. Ne chauffez pas exagérément les pistes qui sont très fines et évitez soigneusement les courts-circuits, puis remonter l'ensemble sans le clavier (ni la face arrière !). Un support de pile 9 V recourbé est installé à l'aide de boulons/écrous qui côté cuivre pour fixer l'accumulateur. Deux petites pattes peuvent également convenir. Il suffit maintenant d'installer les deux LED dans leurs clips en repérant leurs polarités, puis d'enfoncer toutes les liaisons sur le circuit imprimé.

La platine principale ne nécessite pas de commentaire particulier, tous les circuits intégrés sont implantés dans le même sens. Le poussoir S₂ est soudé sur un morceau de platine à bandes de cuivre, celui-ci étant fixé sur le

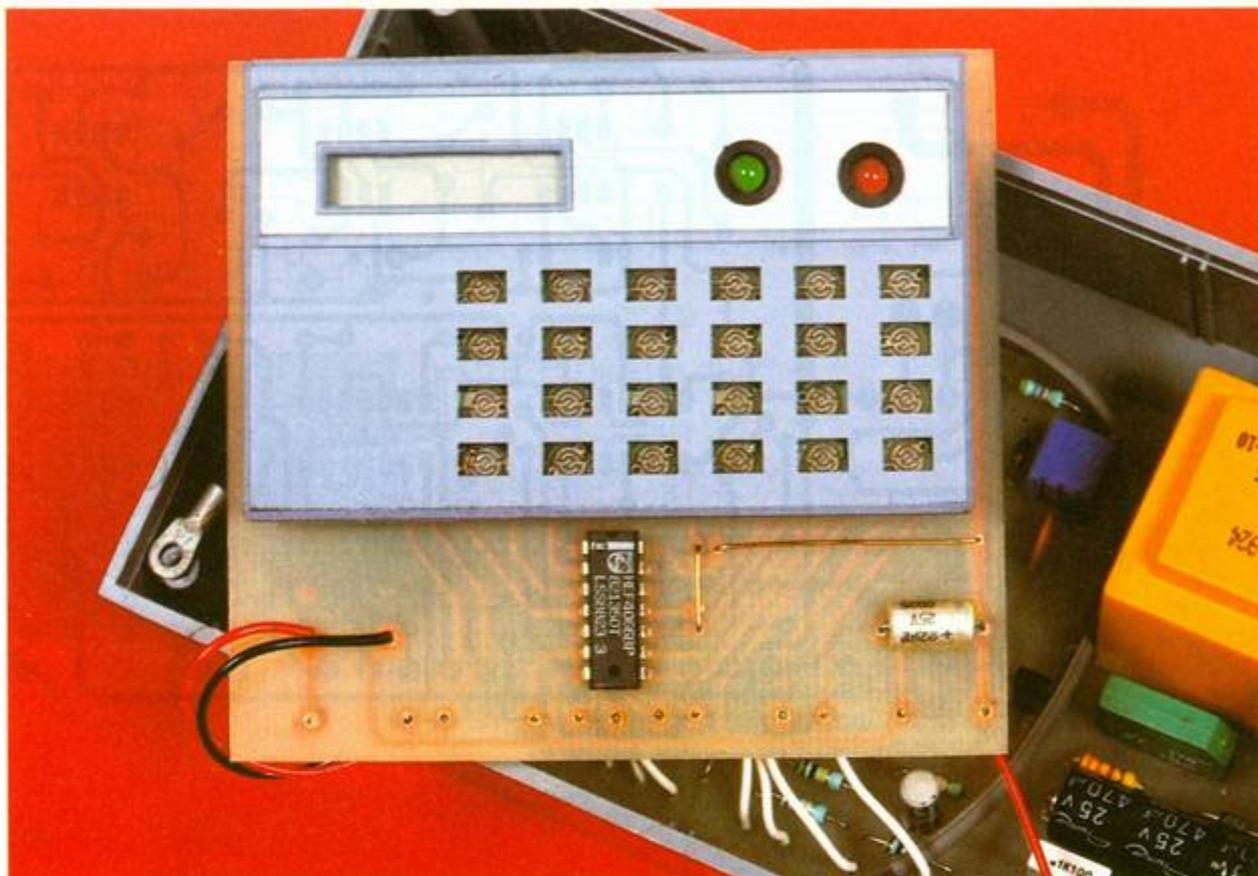


Photo 3. – La calculatrice fixée sur l'époxy voit son clavier caoutchouc désolidarisé, pour faciliter la mise en boîtier.

circuit principal à l'envers après avoir percé un trou du diamètre de l'axe du poussoir employé. Les deux points M_1/M_2 sont prolongés jusqu'à la carte d'affichage. La hauteur de ce minicircuit dépend du poussoir qui, une fois passé à travers le circuit principal, ne doit pas s'enclencher sur le fond du coffret (fig. 7). Cette disposition permet d'éviter un appui accidentel sur S_2 (raz mémoire), puisqu'après avoir percé un petit trou dans le fond du coffret, la remise à zéro de la mémoire ne pourra s'effectuer qu'à l'aide d'un petit tournevis (sécurité). N'importe quel modèle léger convient, le pas étant de 5,08 mm, la hauteur et le diamètre étant peu critiques. Seul le trou d'axe devra être vérifié. Pour finir, il est à signaler que le seul strap de cette carte possède deux points de contact intermédiaires à ne pas oublier. Préparez maintenant 11 fils d'une longueur moyenne de 7 cm, dénudés aux deux extrémités, que vous soudez sur le circuit principal. Ignorez la connexion (SW). Il est préférable aussi de placer un picot sur la borne (5 V) qui recevra deux fils. N'oubliez pas les plots M_1/M_2 . Placez ensuite le circuit d'affi-

chage à l'envers, pistes vers vous, les connexions étant en regard, et soudez les 11 fils côté cuivre. Attention aux deux plots RG et VT qui sont croisés. Il reste à établir la liaison vers l'accu (les deux points A+) et la liaison d'alimentation (les deux points + 5 V). Un câble blindé sera soudé aux points CP (la tresse au moins) et un autre aux points SW et 5 V (sans polarité). Ces deux câbles seront terminés par deux jacks châssis de 3,5 mm et 2,5 mm pour respectivement le capteur téléphonique et le microswitch. Vous ne pourrez pas à l'avenir vous tromper en enfichant les jacks.

Placez maintenant deux picots pour la liaison secteur (220 V) et soudez le coupleur pile 9 V à son emplacement. Le fil du point P sera terminé par une cosse ronde qui sera coincée par une vis de la face avant à la fermeture du boîtier.

BOITIER

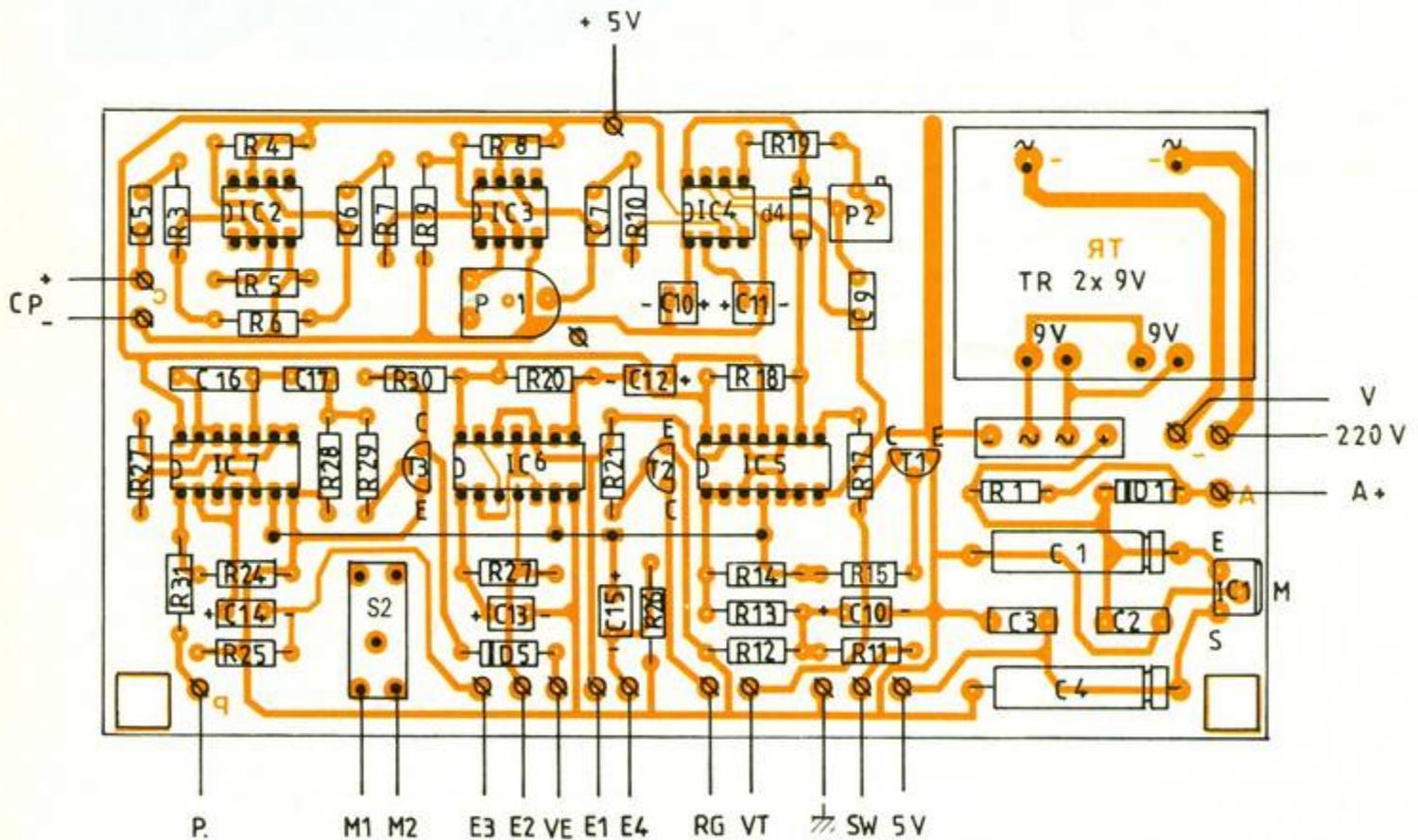
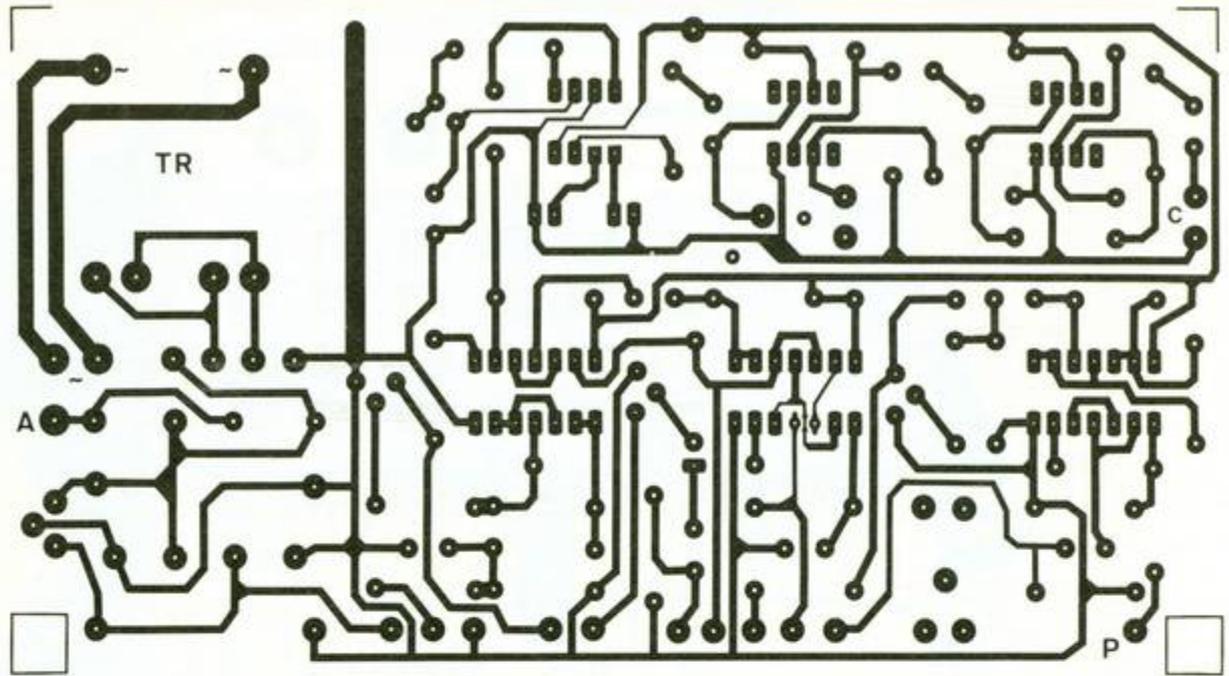
La face arrière comprend les deux jacks châssis et le câble secteur qu'il faudra protéger contre l'arrachement. Il est préférable aussi de percer le coffret en regard des ajustables P_1 et P_2 , le

réglage final pourra dans ce cas s'effectuer sans peine. N'oubliez pas le petit trou sous S_2 (raz mémoire). Le circuit imprimé vous aidera dans ce travail. La figure 8 vous indique les côtés de la fenêtre destinée à la calculette, les petits côtés sont limés en biais pour une parfaite incrustation. La fixation avec le circuit d'affichage peut se réaliser grâce à deux petites entretoises plastique (chevilles) collées sur la face avant. Il faudra, en effet, éviter de coller directement la calculette, car il sera nécessaire d'avoir accès au clavier pour entrer ou pour modifier (augmentation) la taxe de base.

Pour les amateurs du genre, la face avant est recouverte d'une étiquette adhésive blanche, le motif est réalisé à l'aide d'un ordinateur et d'une imprimante et le tout est recouvert d'une légère couche de peinture en bombe au coloris du coffret ! La technique habituelle avec transferts ne pose néanmoins aucun problème.

REGLAGES

Le microswitch S_1 sera fixé sous le combiné à l'aide par exemple d'un adhésif double face, de fa-



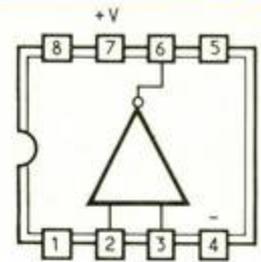
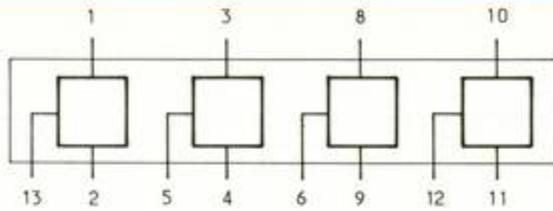
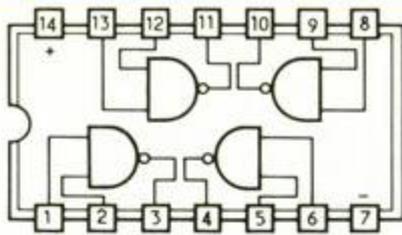
çon à le libérer lorsque l'on décroche (L₁ allumée) et le capteur, placé sur le côté du téléphone. La figure 7 montre un poste classique S₆₃, mais tous les télépho-

nes conviennent. Alimentez à présent le montage en 220 V, et vérifiez la tension de 5 V aux bornes de C₄ et celle de 1,5 V sur R₂. Nous allons placer le petit

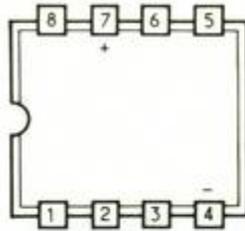
strap de veille près d'IC₈ (si votre calculette en a besoin) : à l'aide d'un voltmètre calibre 2 V, reliez le noir à la masse et testez les broches 10 et 11 d'IC₈, le strap

6

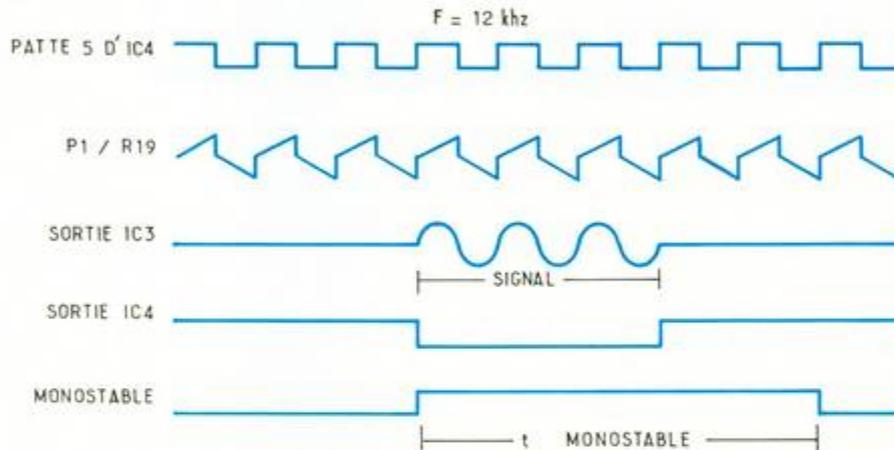
Brochages et caractéristiques des circuits intégrés utilisés dans la réalisation.



A	B	S
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0



- Patte 1 : temps de réponse plus long = augmenter C.
- Patte 2 : largeur de bande plus courte = augmenter C.
- Patte 3 : entrée fréquence à traiter.
- Patte 5 : réglage fréquence référence.
- Patte 8 : niveau 0 si verrouillage.

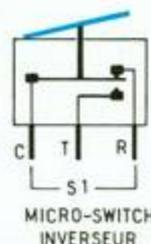
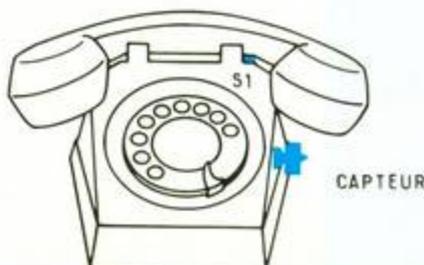
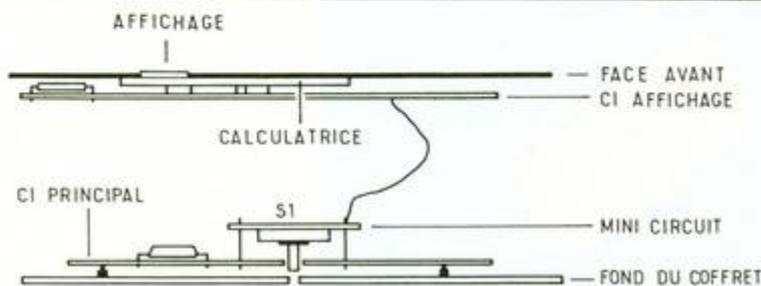


sera implanté sur la patte, indiquant une tension positive (1 V à 1,5 V). Fixez maintenant l'accu de 9 V (convenablement chargé). Si celui-ci n'est pas re-

vêtu d'une enveloppe plastique, intercalez une feuille isolante (mylar) pour éviter les courts-circuits avec la carte d'affichage, puis rebranchez le 220 V. Placez P₁ à

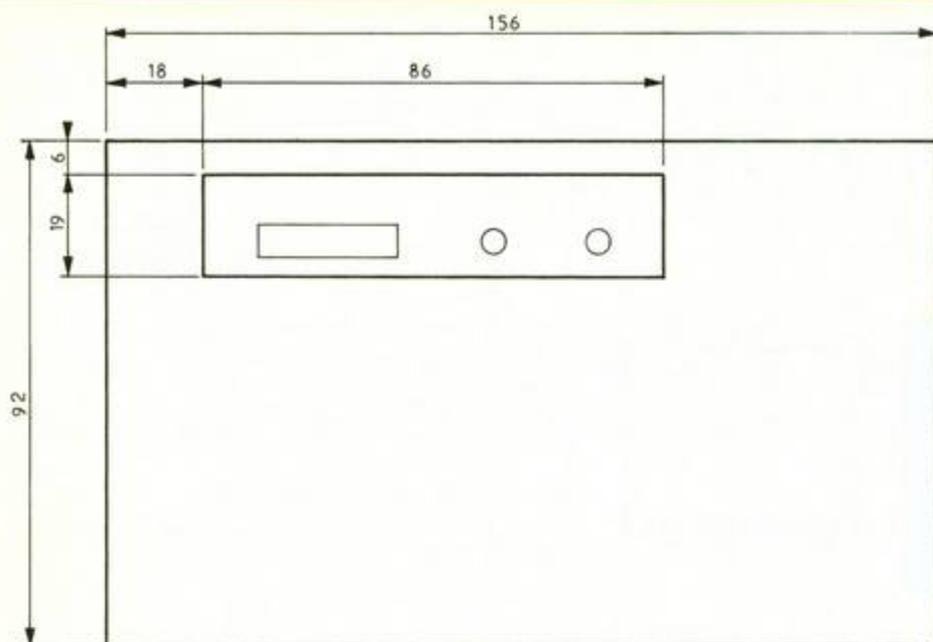
mi-course et à l'aide d'un fréquencesmètre ou d'un oscilloscope, réglez la fréquence du 567 (patte 5) sur 12 kHz grâce à P₂.

Ces préparatifs terminés, il suffit de rentrer le tarif de l'unité PTT sur la calculatrice au moyen d'un petit tournevis - (0,73) à vérifier au moment de la mise en œuvre - puis de taper sur la touche (+). Une vérification est possible en tapant plusieurs fois sur la touche (=) qui additionne l'unité de base. Le réglage de P₁ variera en fonction de votre installation et du capteur. Il reste possible d'augmenter sa valeur si vous n'arrivez pas à recevoir les impulsions de taxe. Précisons aussi que des essais peuvent être entrepris si vous possédez un générateur de fonction calé sur cette fréquence, et qu'il faudra vérifier qu'aucun de vos appareils « maison » tels que répondeurs, télécommandes branchés sur la ligne ne fassent intervenir une fréquence de 12 kHz !



7

Installation des circuits imprimés dans le coffret Teko. Emplacements du capteur et du microswitch.



CONCLUSION

Vous voici maintenant en possession d'un compteur téléphonique automatique qui se chargera, de lui-même, de vous indiquer le montant de toutes vos communications et les 10 F supplémentaires seront largement amortis à la seule vue des inlassables flashes de la LED vous signalant bel et bien que vos économies quittent votre porte-monnaie. N'en soyez pas pour autant stressé auprès de votre interlocuteur !

Pierre TORRIS

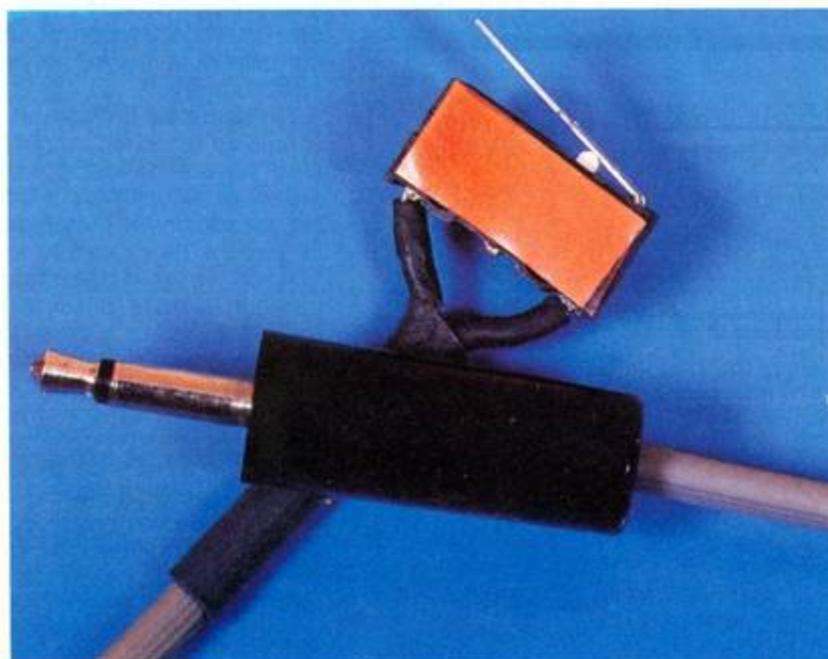
NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

*R*₁ : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)
*R*₂ : 820 Ω (gris, rouge marron)
*R*₃ : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
*R*₄, *R*₅ : 33 kΩ (orange, orange, orange)
*R*₆ : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
*R*₇ : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
*R*₈, *R*₉ : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)
*R*₁₀ : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
*R*₁₁ : 10 kΩ (marron, noir orange)
*R*₁₂ : 27 kΩ (rouge, violet, orange)

*R*₁₃ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
*R*₁₄ : 1 MΩ (marron, noir, vert)
*R*₁₅ : 15 kΩ (marron, vert, orange)
*R*₁₆ : 680 Ω (bleu, gris, marron)
*R*₁₇ : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
*R*₁₈ : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)
*R*₁₉ : 5,6 kΩ (vert, bleu, rouge)
*R*₂₀ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
*R*₂₁ : 10 kΩ (marron, noir, orange)
*R*₂₂ : 680 Ω (bleu, gris, marron)
*R*₂₃ : 27 kΩ (rouge, violet, orange)
*R*₂₄ : 220 kΩ (rouge, rouge, jaune)
*R*₂₅, *R*₂₆ : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
*R*₂₇ : 4,7 MΩ (jaune, violet, vert)
*R*₂₈ : 10 kΩ (marron, noir, orange)
*R*₂₉ : 15 kΩ (marron, vert, orange)
*R*₃₀ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
*R*₃₁ : 10 kΩ (marron, noir, orange)

*P*₁ : ajustable 47 kΩ
*P*₂ : multitour 5 kΩ
*C*₁ : 470 μF/25 V
*C*₂, *C*₃ : 100 nF
*C*₄ : 330 μF/16 V
*C*₅, *C*₆, *C*₇ : 22 nF
*C*₈ : 10 μF/16 V
*C*₉ : 10 nF
*C*₁₀ : 4,7 μF/16 V
*C*₁₁ : 10 μF/16 V
*C*₁₂ : 4,7 μF/16 V
*C*₁₃ : 10 μF/16 V
*C*₁₄ : 1 μF/16 V
*C*₁₅ : 1 μF/16 V
*C*₁₆ : 330 nF
*C*₁₇ : 22 nF
*C*₁₈ : 22 μF/16 V
*D*₁ : 1N4002
*D*₂, *D*₃, *D*₄, *D*₅ : 1N4148
*T*₁, *T*₂, *T*₃ : BC 108
*L*₁ : LED verte 5 mm
*L*₂ : LED rouge 5 mm
*IC*₁ : reg 7805
*IC*₂, *IC*₃ : LM 741 DIP8
*IC*₄ : NE 567
*IC*₅, *IC*₆, *IC*₇ : CD 4001
*IC*₈ : CD 4066
TR : transfo 2 x 9 V / 3,3 VA
TP : pont redresseur 1 A/100 V
*S*₁ : microswitch inverseur
*S*₂ : poussoir circuit imprimé
 Capteur téléphonique
 Châssis jack 3,5 mm
 Châssis jack 2,5 mm
 Support pile 9 V
 Coupleur pile 9 V
 Accu 9 V/100 mAh
 Calculatrice (voir texte)
 Coffret Teko pupitre 362

Photo 4. - Vue du microswitch inverseur et du jack de raccordement au boîtier.



LA TECHNOLOGIE AU COLLEGE (IX)



La technologie au collège consiste, essentiellement, à mener à bien la fabrication d'un objet technique, en se rapprochant, le plus possible, des conditions réelles de fonctionnement d'une entreprise.

L'élève aborde donc progressivement, avec le projet technologique, tous les problèmes qu'un fabricant peut rencontrer.

a) Toute réalisation répond à un besoin. Une entreprise ne peut évidemment pas, financièrement parlant, se permettre de construire n'importe quoi, n'importe comment et en un nombre quelconque d'exemplaires.

Les besoins de la clientèle potentielle doivent alors être ciblés le mieux possible. Une étude de marché sérieuse garantira, normalement, la bonne vente du produit.

b) Détermination d'un cahier des charges. Le dossier technique est réalisé ; il ne peut d'ailleurs se concevoir que conjointement avec la mise au point du prototype. Fabrication de l'objet.

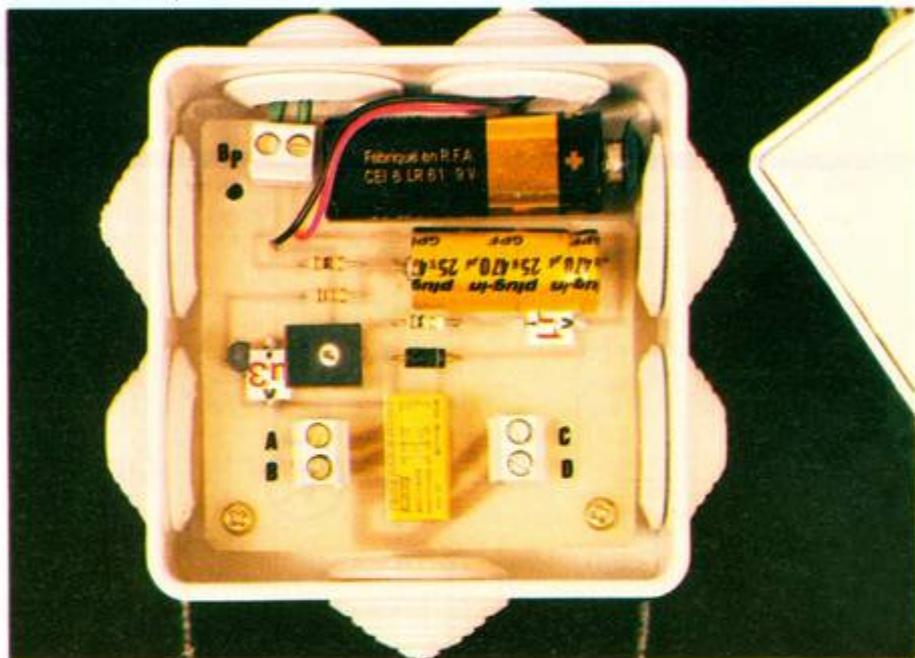
c) Le produit est mis en vente accompagné d'un manuel d'emploi et d'une notice technique les plus complets possible. Le service après-vente prend en charge la réparation des appareils défectueux.

Pourquoi ces quelques lignes ?

Elles ont pour but, tout d'abord, de présenter, succinctement, aux différents lecteurs de la revue, l'esprit dans lequel est abordée la *technologie au collège*, matière nouvelle où l'électronique tient une place importante, mais surtout de préciser dans cette rubrique à quel niveau se situe notre intervention.

L'étude et la réalisation des quatre premières plaques fonction Pierron a permis de vous familiariser avec quelques montages électroniques de base et donc de commencer à découvrir peu à peu, comme nous le souhaitions, les mystères de l'électronique.

L'élève ou le débutant peut donc désormais envisager une partici-



pation très active dans la partie « b » d'un projet (en analysant sérieusement le dossier technique ou en modifiant, de façon raisonnée, le prototype en cours de perfectionnement...), dans la mesure où cette réalisation fait appel à des fonctions de base qu'il connaît et qu'il a déjà manipulées.

Entre une réalisation électronique alléchante, aux fonctions très sophistiquées, et un montage simple, abordable, nous pensons qu'il est préférable de choisir, pour l'instant, la deuxième solution afin de bien maîtriser techniquement son projet...

PROJET N° 1

Après avoir plusieurs fois chuté dans le noir, un soir en rentrant, vous aviez évidemment oublié votre lampe de poche, vous avez enfin décidé de prendre le taureau par les cornes ! Rien de bien

compliqué, il vous suffit de « tirer » une ligne électrique 220 V, afin d'installer, dans le jardin ou à l'entrée de la cour, un interrupteur permettant de commander la lampe située non loin de la porte d'entrée.

Cette installation, au demeurant fort simple, a pourtant été rapidement abandonnée, car vous n'avez pas pu observer un minimum de règles de sécurité concernant l'installation de la ligne du secteur.

Voici, néanmoins, une solution possible à votre problème.

INTERRUPTEUR « DE JARDIN » TEMPORISE

Définition des besoins

L'appareil répond autant à un besoin de sécurité (en facilitant l'éclairage d'un endroit peu sûr

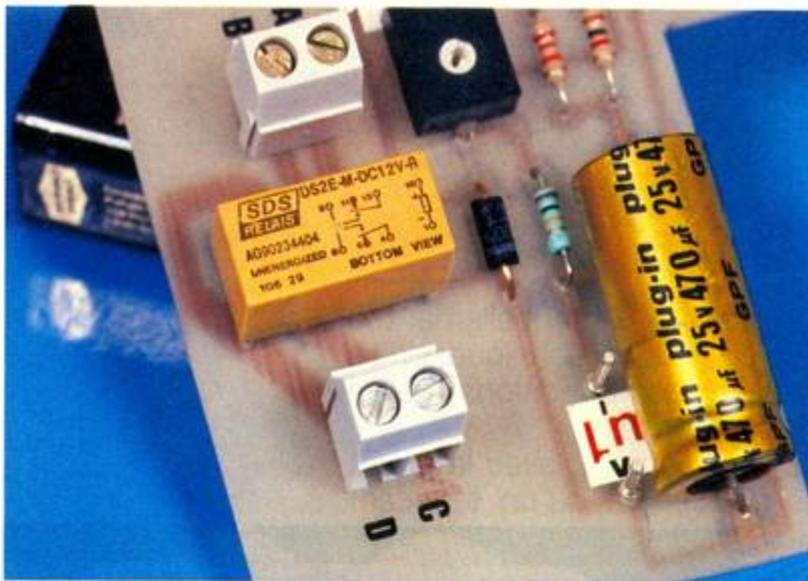
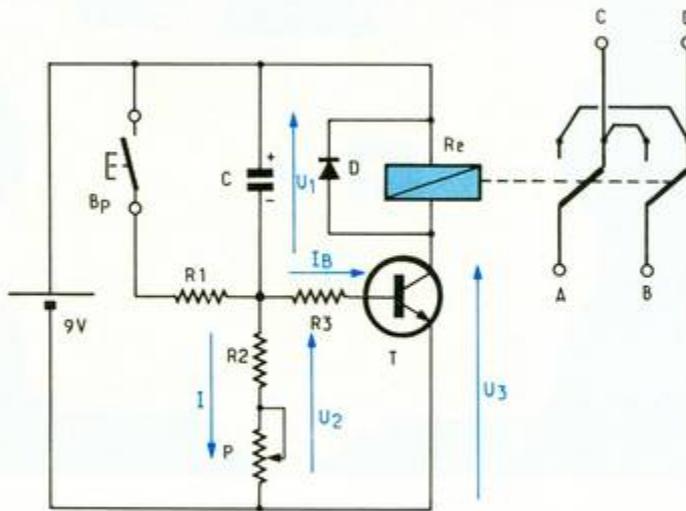


Photo 2. – Le condensateur de 470 μF , au premier plan.



1

Repérage	Désignation	Valeur	Observation
R1	Résistance	1 k Ω	marron, noir, rouge
R2	Résistance	10 k Ω	marron, noir, orange
R3	Résistance	22 k Ω	rouge, rouge, orange
P	Potentiomètre	1 M Ω	
C	Condensateur	470 μF	Polarisé !
D	Diode	1N4001	
T	Transistor	BC 238	ou équivalent
Re	Relais	12 V 2RT	
Bp	Bouton-poussoir		Protégé contre les intempéries !
●	Bornier		2 plots à souder

2

3



1-3 Schéma de principe de la réalisation, nomenclature des composants, synoptique du fonctionnement.

ou accidenté) qu'à un besoin d'équipement et de confort.

Cahier des charges

Désignation du produit

Interrupteur de jardin temporisé.

Caractéristiques

Le projet est composé de deux éléments : un boîtier, dans lequel prend place le montage électronique, placé à l'intérieur de la maison ; un bouton-poussoir relié au boîtier par un fil et situé à l'extérieur, à n'importe quelle distance (jusqu'à plusieurs dizaines de mètres).

- Le montage est réalisé autour d'un relais électromagnétique qui comprend, comme nous l'avons vu récemment, une partie commande et une partie utilisation.

- La partie « commande », la bobine, incluse dans le montage électronique, fonctionne, bien sûr, en basse tension, condition essentielle pour le montage.

- La partie « utilisation » constituée par les contacts « repos » et « travail » du relais se trouve, elle, raccordée au secteur 220 V.

Contraintes

- La contrainte principale consiste à garantir un isolement absolu entre le réseau 220 V et la partie « commande ».

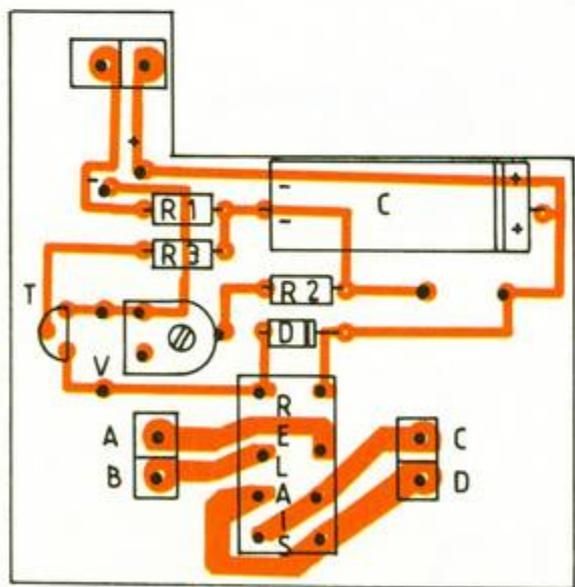
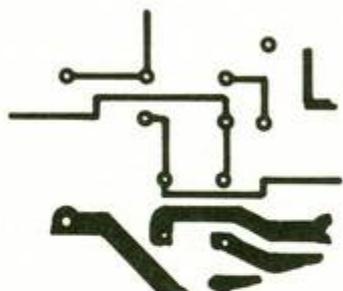
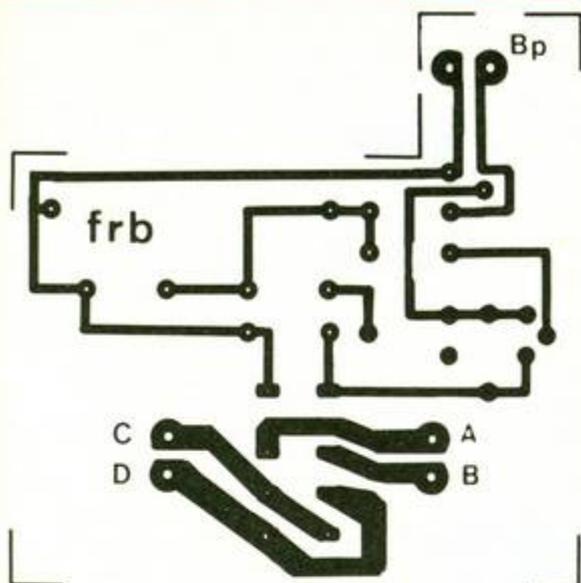
- Les caractéristiques techniques des contacts du relais, définies par le constructeur, doivent être respectées. Le pouvoir de coupure de ces contacts ne doit donc pas être dépassé tant au niveau de l'ampérage qu'au niveau de la puissance totale dissipée par le circuit de l'ampoule (ou d'un autre récepteur). Les caractéristiques limites des contacts du relais subminiature que nous avons utilisé sont les suivantes : 2 A, 250 V.

- La puissance électrique se trouve également limitée par la largeur forcément réduite des pistes du circuit imprimé véhiculant le 220 V (voir dessin du CI).

- L'appareil devant donc être installé sur le réseau 220 V de la maison, l'utilisation d'un boîtier électrique agréé s'avère fortement conseillée.

Caractéristiques et contraintes pédagogiques

- Le projet fait appel à des fonctions déjà étudiées dans les pré-



cédents articles. Les explications théoriques ne doivent donc présenter aucune difficulté pour tous ceux qui ont effectué les manipulations précédentes avec les plaques « fonction ».

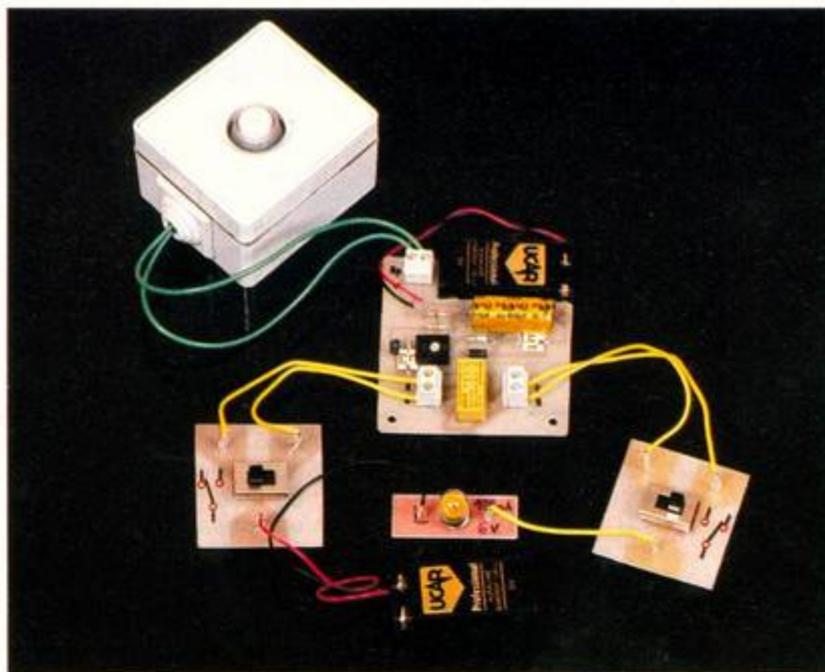


Photo 3. - Réalisation du montage « va et vient ».

• Les essais de conformité du projet se réalisent uniquement en basse tension, pour la partie de commande évidemment, mais également pour la partie utilisation. Ainsi, aucun raccordement sur le secteur 220 V ne sera établi sans l'assurance formelle du fonctionnement normal du montage et de son parfait isolement.

DOSSIER TECHNIQUE

Fonction d'usage

Une action brève sur le bouton-poussoir de commande ferme le circuit électrique d'une ampoule branchée sur le secteur 220 V (ou d'un autre récepteur), pendant un temps minuté réglable.

Fonction globale

Le montage permet, de façon générale, la temporisation de l'ouverture ou de la fermeture de deux contacts.

Fonctions principales

Le synoptique de la figure 3 nous indique les différentes fonctions du montage présenté à la figure 1.

DESCRIPTION DES DIFFÉRENTES FONCTIONS

Minuterie

FP₁ : entrée ; U₁ : sortie ; U₃
• La fonction minuterie, que nous avons déjà étudiée, se réa-

lise autour du condensateur C qui se charge plus ou moins rapidement suivant la valeur du courant I, dosé par le potentiomètre P.

- Une action sur le bouton-poussoir court-circuite le condensateur C qui se décharge donc, et ce, au travers de la résistance R₁ (celle-ci protège les armatures du condensateur contre un court-circuit franc).

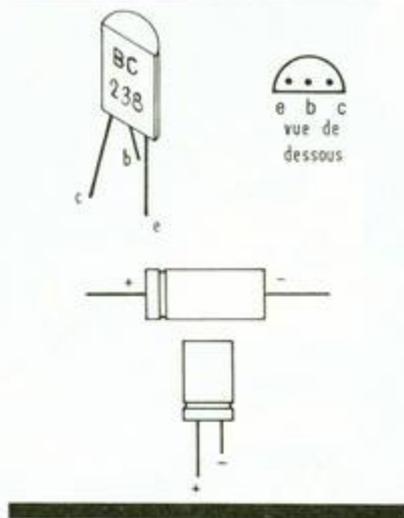
- Le poussoir revenu au repos, le condensateur peut se recharger à nouveau, la minuterie « démarre ». La tension U₂, égale au départ à la tension d'alimentation, diminue progressivement jusqu'à atteindre 0 V (le condensateur est chargé, la tension U₁ a alors, elle, atteint la tension d'alimentation).

Fonctionnement du transistor T

Avec une tension U₂ élevée (début de la charge du condensateur), le transistor T devient passant et, par conséquent, active le relais. Le courant nécessaire au fonctionnement d'un relais 12 V vaut généralement de 40 mA à 60 mA (voir *Electronique Pratique* n° 129, page 102). Cela autorise l'utilisation d'un transistor de faible puissance, tel le BC 238, puisque son courant collecteur maximal I_{Cmax} peut atteindre 100 mA. Avec un gain en courant minimal de 150 (β = 150), le courant de commande I_B a donc pour valeur :

$$I_B = I_C / \beta$$

$$I_B = 40 \text{ mA à } 60 \text{ mA} / 150 = 0,26 \text{ à } 0,40 \text{ mA}$$



Pendant la charge du condensateur, la tension U_2 baisse ; plus cette tension U_2 baisse, plus les courants I et I_B diminuent. En dessous de $I_B = 0,26$ mA (pour

notre exemple numérique précédent), I_C , trop faible (par exemple, avec $I_B = 0,2$ mA, on a $I_C = 0,2 \times 150 = 30$ mA) ne permet plus le maintien du relais dans sa position « travail », celui-ci revient alors au « repos ».

REMARQUE : détermination de la valeur de la résistance de base R_3 :

Si les caractéristiques de la bobine du relais vous sont inconnues, vous pourrez déterminer, de façon précise, la valeur de R_3 en utilisant un potentiomètre (comme pour la plaque « ampli »). Le courant I_B , dont on n'avait pas tenu compte lors de l'explication du fonctionnement de la « minuterie » (n° 126), doit demeurer le plus faible possible afin de ne pas trop intervenir dans la charge du condensateur C. Il vous suffit donc de trou-

ver la valeur la plus élevée possible de la résistance de polarisation R_3 .

Interface

FP₂ : entrée ; U₃ : sortie ; bobine activée ou non.

● L'interface, composée du bobinage du relais et de la diode D, assure la liaison entre la partie commande et la partie utilisation. La diode, indispensable dès qu'un bobinage fait partie d'un montage électronique, neutralise la forte tension inverse créée lors de la coupure de l'alimentation de la bobine.

Utilisation

FP₃ entrée : état de la bobine, sortie : état des contacts.

● Les contacts « repos » et « travail » du relais 2RT permettent l'adaptation du montage au 220 V.

Un seul contact travail suffit pour brancher le montage en parallèle sur l'interrupteur d'un circuit « simple allumage ». En revanche, les deux contacts « repos » et « travail », associés en inverseur (voir *Electronique Pratique* n° 130, page 85), s'avéreront indispensables, pour insérer le montage dans un circuit « va-et-vient ».

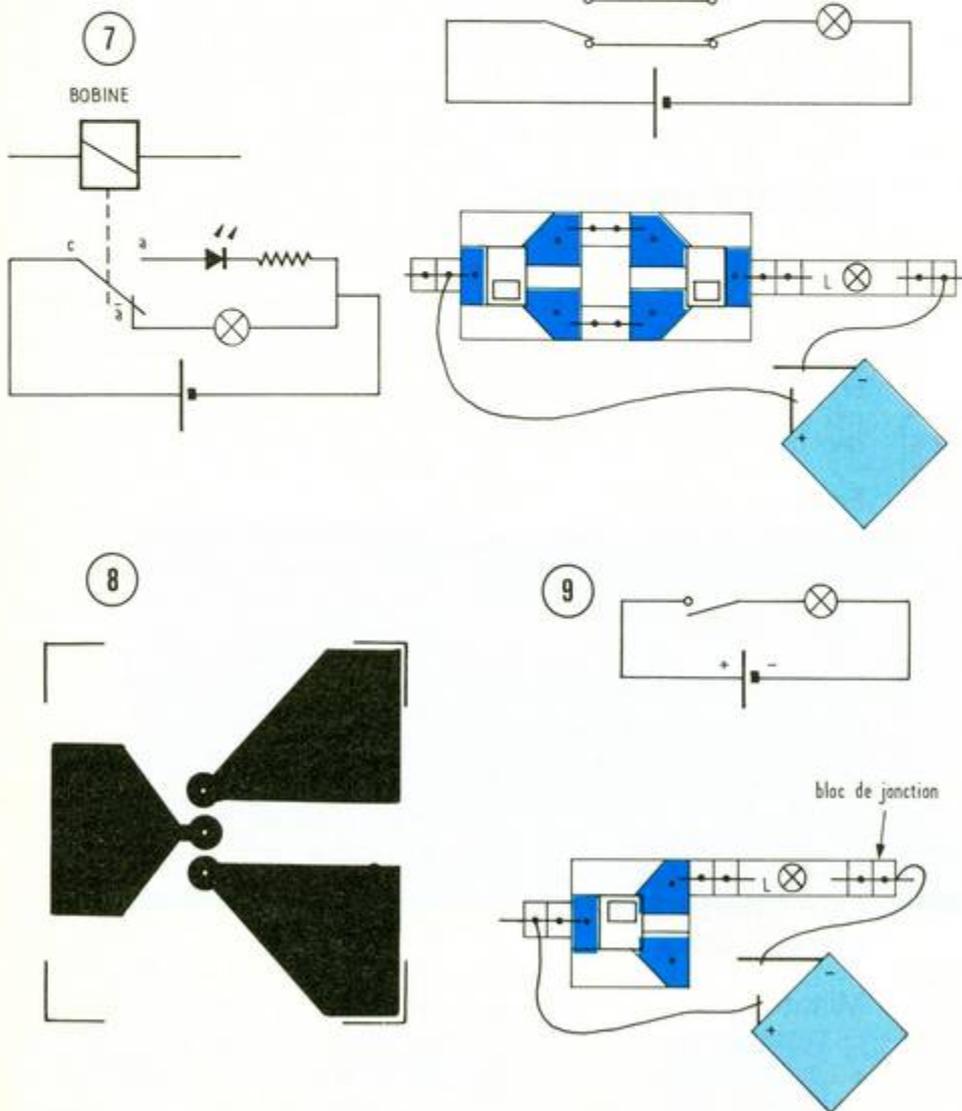
Schéma de l'interrupteur de jardin (fig. 1)

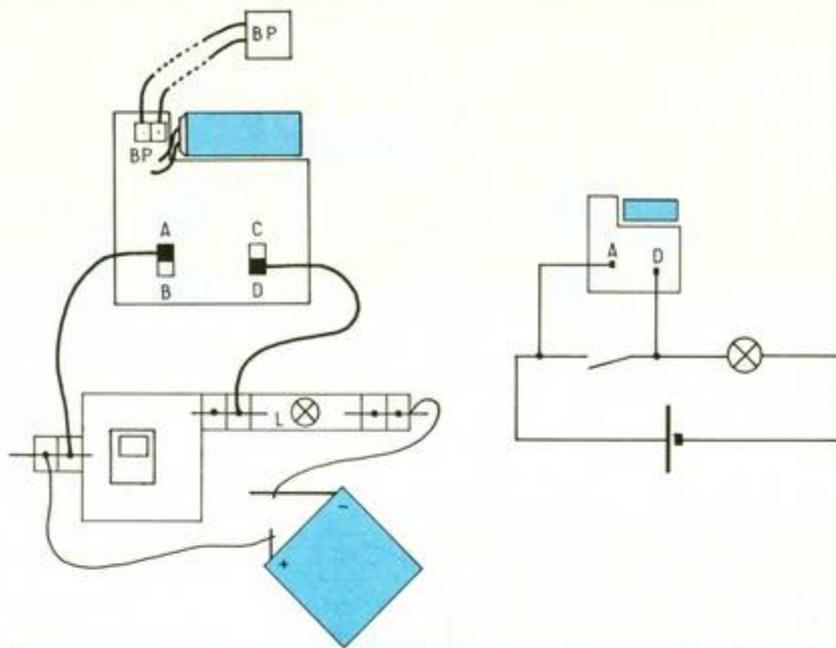
Circuit imprimé et implantation (fig. 4a et 5)

Le dessin du circuit imprimé dépend, évidemment, du brochage du relais. Si vous employez un modèle de relais différent, il vous faudra alors modifier le circuit imprimé.

ATTENTION : les contacts du relais sont reliés au 220 V ! Soyez donc sûr de votre brochage. Utilisez la plaque DEL et la plaque ampoule 100 mA pour déterminer le bon repérage des contacts, comme présenté à la figure 7.

Si votre relais, semblable à celui implanté sur notre maquette, présente une polarisation inverse (borne 1 au « + » et borne 16 au « - »), le circuit devra être modifié comme indiqué à la figure 4b (n'oubliez pas alors de retourner la diode).





Les pistes du circuit reliées au 220 V nécessitent une largeur maximale (voir contraintes). Des points « test » prévus sur le circuit imprimé permettent, avec un voltmètre, de mesurer les entrées et les sorties des différentes fonctions et ainsi de vérifier leur bon fonctionnement conformément au synoptique de la figure 3.

Fabrication

La partie électronique ne posera aucun problème si vous veillez à bien orienter le condensateur électrochimique et à implanter correctement le transistor BC 238 (fig. 6).

Bien entendu, la soudure des éléments reliés au secteur demande un soin particulier. Une bonne

soudure reste brillante et présente surtout une forme conique.

Essais de conformité

Tout d'abord, assurez-vous du bon nettoyage du circuit imprimé, côté cuivre (réalisé à l'acétone).

● Partie commande et partie électronique

Mettez le montage sous tension. Le relais « colle » immédiatement. Si vous avez connecté l'ampoule de 100 mA sur l'un des contacts « travail » (entre A et D ou entre B et C), celle-ci s'allume puis revient au repos. Appuyez sur le bouton-poussoir pour réenclencher la minuterie, tournez le potentiomètre ajustable avec un petit tournevis afin de modifier la temporisation. Vérifiez les tensions à l'entrée et à la sortie de la fonction (points « test »).

● Partie utilisation

Contrôlez à l'ohmmètre (ou avec le testeur de continuité du numéro 128) le branchement de l'inverseur ainsi que l'absence de court-circuit. Vérification du bon fonctionnement du montage avec différents

CIBOT

OFFREZ-VOUS UNE GARANTIE 2 ANS (Pcs et MO)

PANTEC



Pince CT 4300

Extrême simplicité d'utilisation. Facilité de lecture sur l'indicateur LCD avec indication automatique des symboles et des fonctions. Data Hold. Diamètre d'ouverture des mâchoires : 23 mm. 300 A + Volt AC et continuité.

999F TTC



ZIP 3

Multimètre digital type stylo. Voltmètre AC/DC. Ohmmètre et tests de continuité à mémoire. Spéciale maintenance.

395F TTC



PAN 80

Commutation auto 3 1/2 digits. L.C.D. 10 mm. 2000 points. 200 mV à 500 V AC/DC. Test sonore de continuité et des diodes. Ampèremètre 20 mA/10 A-AC/DC.

395F TTC



PAN 2010 Spécial école

Multimètre de poche 3 1/2 digits LED 10 mm. 2 000 points. Polarité automatique. Test : batterie, diode, continuité.

265F TTC



PAN 10 XT

Sensibilité 20 k Ω /V DC. 5 k Ω /V AC. Micro ampèremètre CL 1,5 %. Volt : AC/DC. Amp : 10 AC/DC. Ω : 1 à 5 M Ω en 4 CAL. Test diode, Continuité, Décibimètre 10 à 50 dB. Large bande passante Spéciale électricien.

630F TTC

PAN 50

Multimètre format calculette 3 200 points. Polarité auto. Test : diode, continuité. Volt : AC/DC. Résistance 0 Ω à 32 M Ω . Extinction automatique.

442F TTC



PAN 2020

9 fonctions. 2 000 points. 3 1/2 digits LCD 12,5 mm. Commutation unique. Polarité auto. Précision 0,5 % DC. Test : transistors, capa, diode, continuité. Ω AC/DC - Courant AC/DC 20 A.

499F TTC



THERMOMÈTRE TYPE BRAVO

Thermomètre de contact. Précision 0,1 °C. Gammes : -40 °C - +99,9 °C.

249F TTC



THERMOMÈTRE TYPE ERCOLE

Tous milieux. Précision ± 1 °C. Capteur interne : -10 °C - +60 °C. Sonde externe : -20 °C - 70 °C avec horloge et seul.

249F TTC



THERMOMÈTRE TYPE EBSERO

Tous milieux. Précision 0,1 °C. Résolution -40 °C - +120 °C.

349F TTC



THERMOMÈTRE TYPE ECLISSI

Précision ± 1 °C. Capteur interne : -10 °C - +60 °C. Sonde externe : -20 °C - 70 °C.

199F TTC

PANTEC distribué par CIBOT

DE NOUVELLES MESURES

1 et 3, rue de Reuilly - 75012 PARIS - Tél. : 43.79.69.81
25, rue Bayard - 31000 TOULOUSE - Tél. : 61.62.02.21

circuits « lumière » réalisés en basse tension.

Vous pouvez souder deux plaques « inverseur » (fig. 8) afin de réaliser plus aisément le simple allumage ou le montage « va-et-vient » (fig. 9 et 11).

Autonomie du montage

Au repos, la consommation du montage est insignifiante (quelques μA). En utilisation, elle ne dépassera guère 50 mA. La durée de vie de la pile dépendra donc du nombre d'allumages effectués et de l'importance de la temporisation pré réglée.

REALISATION DU BOITIER

Le montage prend place, tout simplement, dans une boîte de dérivation. La fixation du circuit, assurée par trois vis et trois entretoises, doit laisser juste la place suffisante pour le logement de la pile modèle 6F22 de 9 V.

Installation de l'interrupteur de jardin sur le réseau 220 V

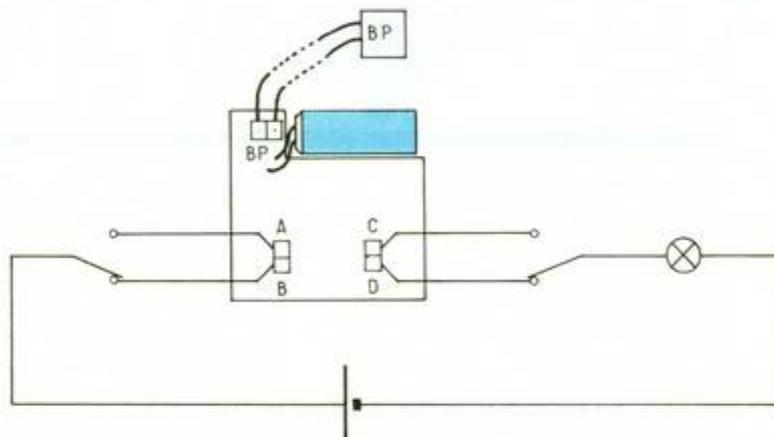
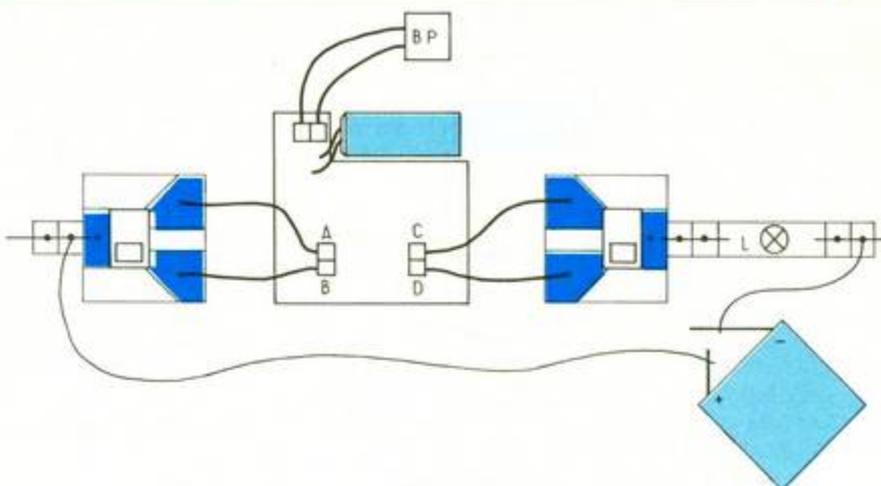
Vous venez de vérifier le bon fonctionnement de votre réalisation en effectuant, en basse tension, les deux montages décrits aux figures 10 et 11. Vous pouvez désormais procéder à l'installation sur le réseau.

Il va sans dire que la suite des opérations requiert de votre part le plus grand soin et la plus grande attention.

- 1° Trouvez le meilleur emplacement possible pour le boîtier.
- 2° Fixez-le correctement.
- 3° Débranchez le compteur !
- 4° a) montage simple allumage ; connectez deux fils de section $1,5 \text{ mm}^2$ des borniers A et D (ou B et C) à l'interrupteur ;
b) montage va-et-vient.

ATTENTION ! Une bonne connaissance de l'installation électrique de votre maison est nécessaire. Repérez les deux fils de liaison reliant les deux commutateurs. Coupez-les au niveau de l'emplacement du boîtier. Effectuez le raccordement aux bornes A et B d'un côté et aux bornes C et D de l'autre.

5° Reliez avec des fils électriques le bouton-poussoir, fixez celui-ci.



6° Vérifiez une dernière fois votre installation, connectez la pile 9 V, fermez le boîtier.

7° Rebranchez le compteur.

8° Essayez le montage.

Extensions possibles du projet

Plusieurs boutons-poussoirs, branchés en parallèle, permettent d'augmenter, à volonté, le nombre de points de commande du montage.

Une pile de 9 V pour l'alimentation de l'interrupteur de jardin peut paraître insuffisante, voire peu pratique, puisque son remplacement nécessitera une intervention régulière. Cet inconvénient pourra être évité en ajoutant à notre montage un module « alimentation » branché sur le secteur (après avoir, bien sûr, abaissé la tension à l'aide d'un transformateur et l'avoir redressée et filtrée avec un pont de diodes et un condensateur).

Actuellement, la commande de notre interrupteur de jardin s'effectue par une action brève sur le

bouton-poussoir. Il est toutefois tout à fait raisonnable d'envisager, dans quelque temps, avec les compétences accrues de nos jeunes lecteurs, la possibilité d'émettre les ordres d'allumage à distance !

Un récepteur infrarouge, à ultrasons ou tout simplement un montage détecteur (que nous étudierons d'ailleurs très bientôt) branché en parallèle sur le bouton-poussoir, et vous voilà capable d'allumer la lumière avant même d'atteindre l'entrée du jardin, votre télécommande à la main ou bien même confortablement installé à l'intérieur de votre véhicule.

Francis Bernard
Enseignant au lycée
Pierre-Mendès-France
à Tunis

UN ENSEMBLE CLIGNOTANT-AVERTISSEUR POUR BICYCLETTE



Ce montage très simple donnera à votre bicyclette une touche futuriste. Se fixant sur le guidon, cet ensemble compact augmentera votre sécurité, surtout de nuit.

I - LE PRINCIPE

a) Le clignotant

Sa commande est réalisée à l'aide d'un inverseur à trois positions stables : deux actives et une neutre. Suivant la position active sollicitée, gauche ou droite, l'ampoule de signalisation correspondante se met à clignoter. Ce clignotement est par ailleurs répété sur le boîtier lui-même, par le biais de deux LED. Afin que l'utilisateur n'oublie pas de le faire cesser, un dispositif sonore de répétition est prévu. Le bruit émis par un petit haut-parleur se caractérise par des claquements mécaniques secs, en phase avec le clignotement de l'ampoule.

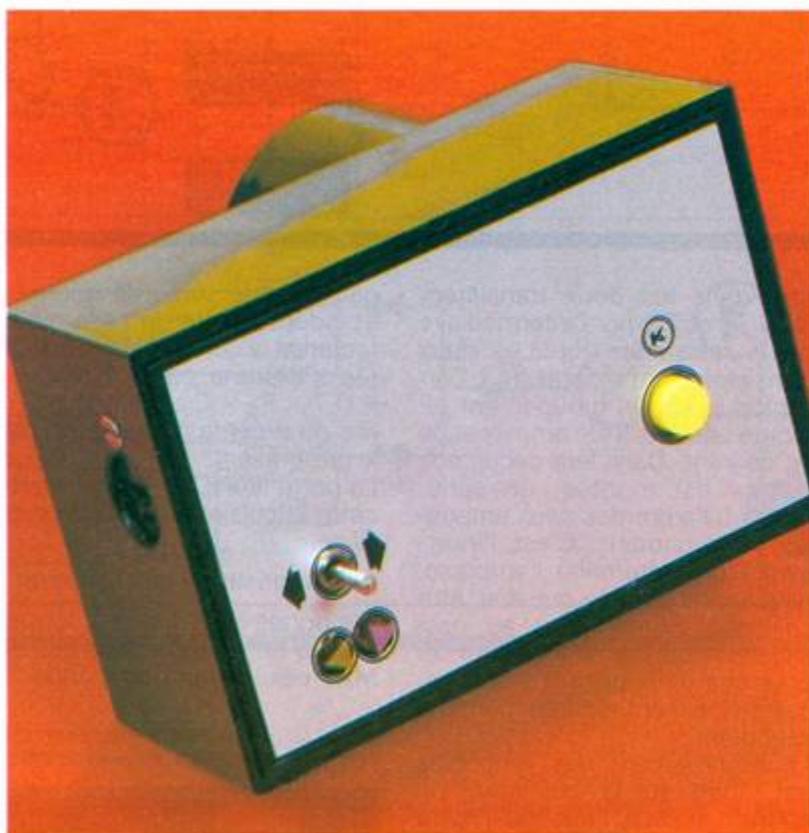
b) L'avertisseur

Le son émis par un haut-parleur de taille plus importante comporte en réalité deux fréquences musicales de base, qu'une base de temps fait alterner. Il en résulte une modulation qui rend la sonorité obtenue tout à fait agréable. L'avertisseur est commandé par l'intermédiaire d'un bouton-poussoir. La puissance du son ainsi généré est relativement importante, ce qui le rend audible même de très loin.

Les deux montages sont entièrement séparés, électroniquement, l'un de l'autre. Seulement la pile d'alimentation est commune. La figure 1 représente le synoptique général de fonctionnement de l'ensemble.

II - FONCTIONNEMENT (fig. 2 et 3)

La source d'énergie est fournie par trois Piles de 1,5 V, montées en série. Lors du fonctionnement du clignotant, le courant néces-



saire à l'alimentation des ampoules peut atteindre jusqu'à 400 mA ; il est donc conseillé d'avoir recours à des piles alcalines, dont l'autonomie est plus importante.

1° Clignotant

a) Base de temps

Les portes NAND I et II de IC₁ constituent un multivibrateur astable dont le principe de fonctionnement repose sur la charge périodique de C₃ à travers R_L, suivie de sa décharge, puis d'une charge en sens contraire, et ainsi de suite. La sortie de la porte II délivre ainsi des créneaux dont la période se détermine par le biais

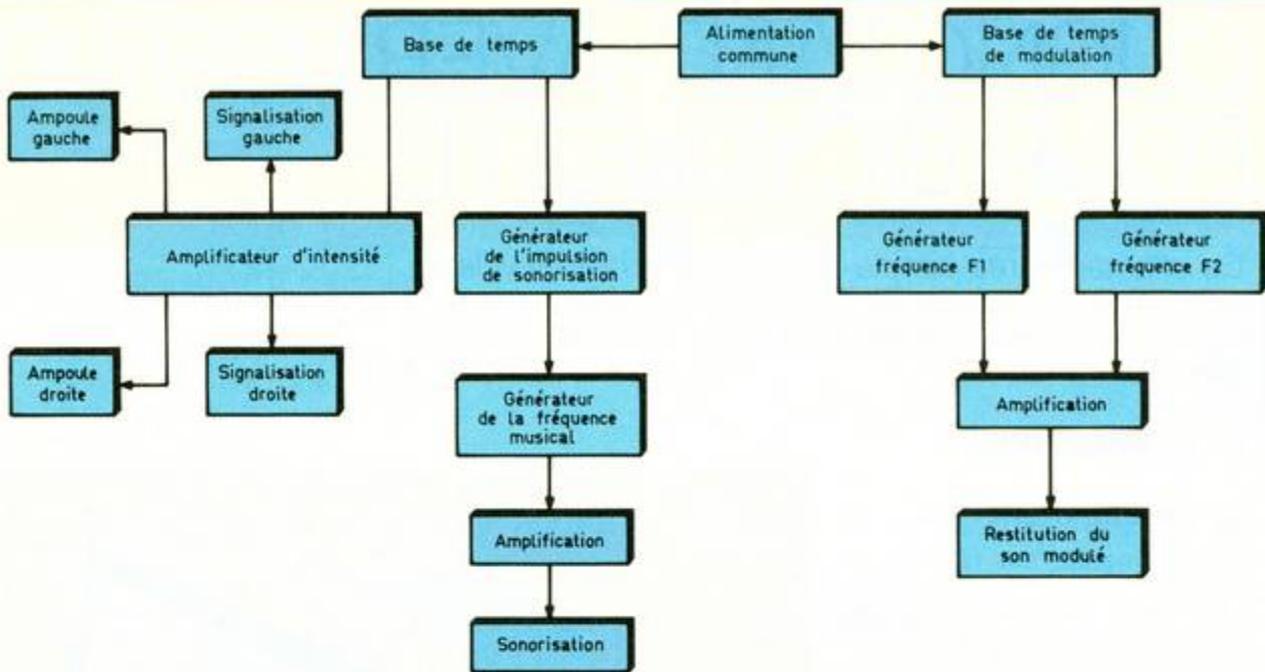
de la relation $T = 2,2 \times R_2 \times C_3$. Dans le présent montage, cette période est de l'ordre de la seconde. Compte tenu du mode de sollicitation de C₃, cette dernière ne saurait être du type polarisé. La résistance R₁ n'entre pas dans la relation de définition de la période : elle confère au montage une meilleure stabilité. On la choisit généralement de 2 à 15 fois plus importante que R₂. La porte NAND III du même boîtier IC₁ inverse les créneaux délivrés par la bascule monostable.

b) Circuit de puissance

Pour chaque état haut présent sur la sortie de la porte NAND III, il s'établit un courant base-émet-

1

Synoptique de fonctionnement : bien qu'indépendantes, les deux parties du montage se connectent sur la même alimentation, faite de 3 piles de 1,5 V, montées en série.



teur dans les deux transistors NPN T_1 et T_2 , par l'intermédiaire de la résistance R_3 . Les deux transistors sont montés en « Darlington ». Un tel groupement effectue une très forte amplification en courant. Dans leur circuit collecteur est montée, en série, l'une ou l'autre des deux ampoules du clignotant. C'est l'inverseur I qui détermine l'ampoule, gauche ou droite, qui doit être sollicitée. Remarquons au passage que ce même inverseur, et pour ses deux positions actives, assure l'alimentation du montage clignotant.

Le clignotement des ampoules est répété sur la face avant du coffret grâce à l'une ou l'autre des deux LED de signalisation L_1 ou L_2 , dont le courant est limité par R_4 ou R_5 .

Ainsi, l'ampoule gauche ou droite s'allume environ toutes les secondes, et la durée de cet allumage est d'une demi-seconde.

c) Impulsion de commande sonore

Les portes NAND I et II de IC_2 forment une bascule monostable dont la commande est assujettie au front négatif du créneau délivré par la sortie de la porte NAND III de IC_1 . Une telle bascule présente, à l'état de repos, un niveau logique 1 sur sa sortie. Pour chaque impulsion négative sur son entrée de commande 1, on enregistre une impulsion né-

gative sur la sortie de durée fixe et indépendante de celle qui caractérise la commande. Cette durée s'exprime par la relation $\Delta t = 0,7 \times R_6 \times C_5$. Elle est de l'ordre du dixième de seconde dans le cas présent.

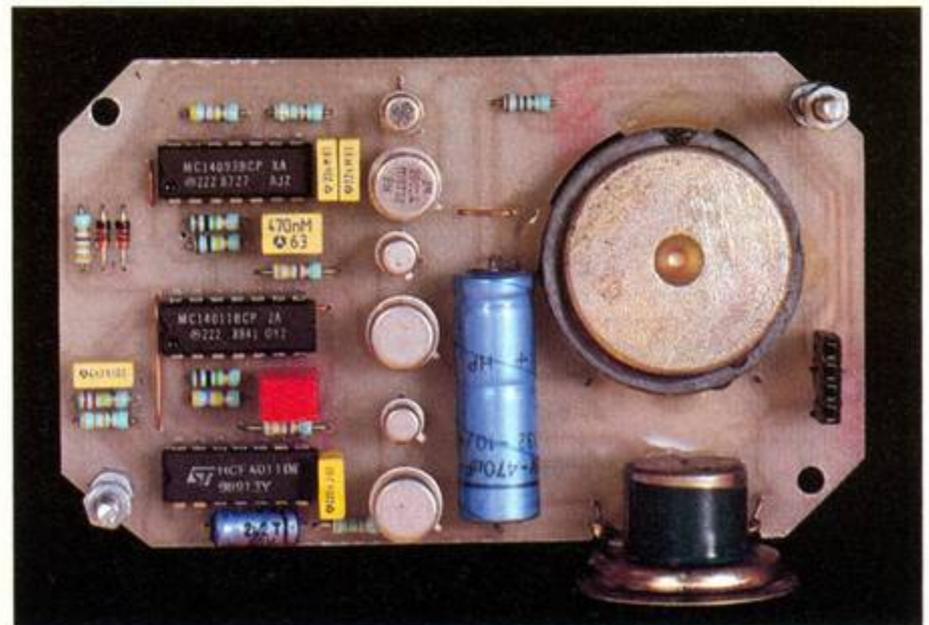
La porte NAND IV de IC_1 inverse cette impulsion en impulsion positive.

d) Sonorisation du clignotant

Les portes NAND III et IV forment encore un mutivibrateur astable. Mais celui-ci est commandé. En

effet, tant que l'entrée 8 est soumise à un état bas, la sortie 10 présente un état haut, tandis que la sortie 11 du multivibrateur est à un état bas permanent. Par contre, dès que cette entrée de commande reçoit un niveau logique 1, le multivibrateur devient opérationnel : il délivre des créneaux de l'ordre de 2,5 kHz de fréquence. Rappelons que cette émission de fréquence musicale ne dure que 0,1 seconde. Elle est amplifiée par le Darlington formé par les transistors T_3 et T_4 .

Photo 2. - La platine inférieure dispose d'un connecteur 4 broches assurant l'ensemble des liaisons avec le circuit imprimé supérieur.



2 La partie supérieure du dessin représente le clignotant, accompagné du dispositif de répétition sonore. La seconde partie comporte le « klaxon » de la bicyclette, basé sur la modulation de deux fréquences musicales.

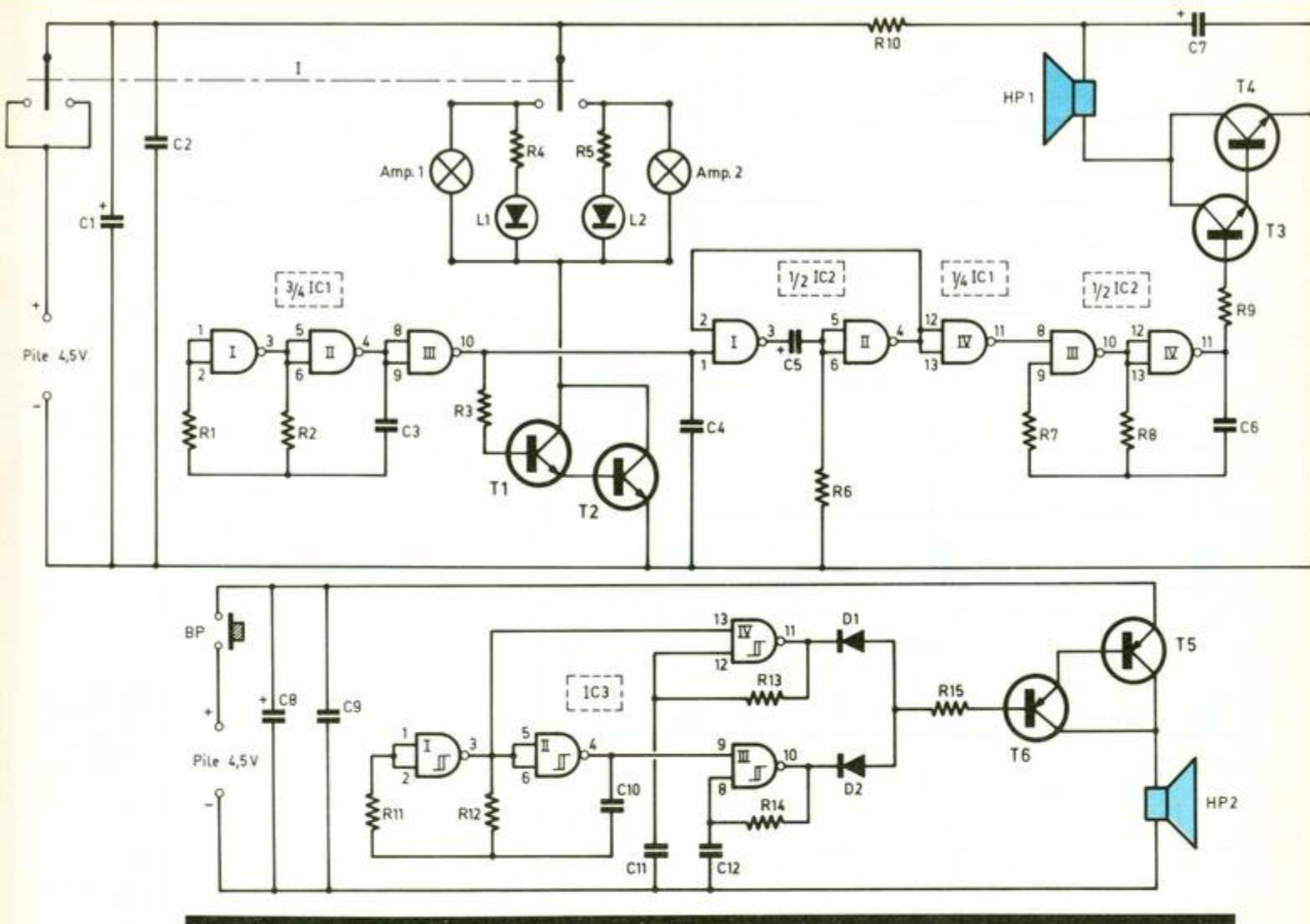
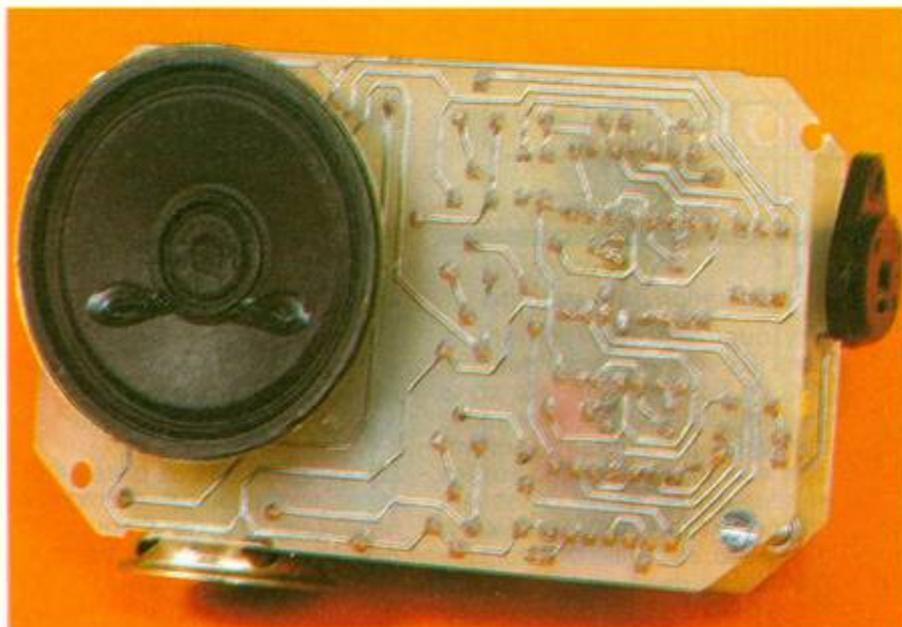


Photo 3. – Le haut-parleur principal, positionné côté cuivre.



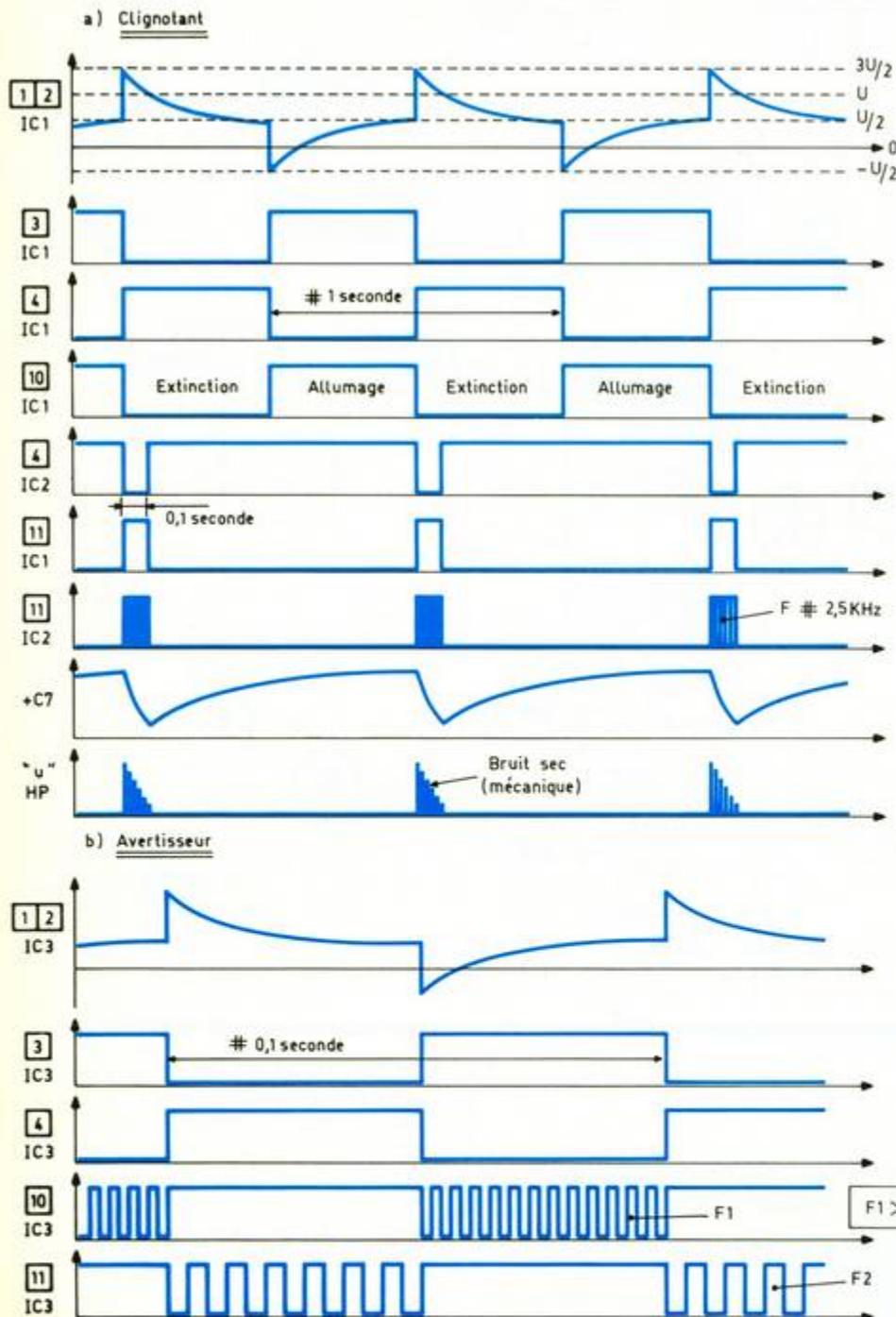
Ces derniers comportent, dans leur circuit collecteur, le haut-parleur HP1 dont la membrane émet, lors de chaque sollicitation, un son bref, à consonnance mécanique, rappelant à l'utilisateur que le clignotant est en marche. La capacité C7 se charge à travers R10, pendant les temps morts où le haut-parleur n'est pas opérationnel ; il restitue brutalement son énergie pendant le dixième de seconde actif. Cette disposition permet d'obtenir une puissance sonore plus importante au moment de la commande du multivibrateur, tout en limitant la consommation moyenne du montage, grâce à la charge différée de C7.

2 Avertisseur

a) Modulation du son

Le son émis est caractérisé par deux fréquences musicales alternées périodiquement. Cette mo-

- a) pour le clignotant,
b) pour l'avertisseur.



dulation est soumise à une base de temps constituée par le multivibrateur astable que forment les portes NAND I et II de IC₃. La période est définie par les valeurs de C₁₀ et de R₁₂. Elle est de l'ordre de 0,1 s, ce qui correspond à une fréquence de 10 Hz.

A noter que la partie « avertisseur » du montage se trouve seulement sous tension lorsque l'on appuie sur le bouton-poussoir.

b) Génération de la sonorité

Les quatre portes contenues dans IC₃ sont en réalité des triggers de Schmitt. Une telle porte se caractérise par des niveaux de basculement différents suivant que le potentiel appliqué sur les entrées est en phase croissante ou décroissante. Cette différence de niveau est d'ailleurs appelée l'hystérésis de la porte. Grâce à cette propriété, on peut l'utiliser

pour former, à elle toute seule, un multivibrateur délivrant au niveau de sa sortie des créneaux.

Prenons à titre d'exemple la porte III. Tant que l'entrée de contrôle 9 est soumise à un état bas, la sortie présente un état haut permanent de repos. Le trigger devient actif si cette entrée de contrôle est reliée à un état haut. Dans ce cas, on assiste à la charge et à la décharge de C₁₂ à travers R₁₄. En effet, lorsque la sortie présente un état bas, C₁₂ se décharge à travers R₁₄, et l'entrée 8 voit le potentiel décroître. Lorsque ce potentiel atteint un niveau n₁, la porte bascule : sa sortie passe à l'état haut. La capacité C₁₄ se trouve maintenant en charge, toujours à travers R₁₄, jusqu'au moment où le potentiel sur l'entrée 8 atteint un niveau n₁. La porte bascule encore, et ainsi de suite. A noter que le niveau n₂ est supérieur au niveau n₁.

Les deux portes III et IV sont donc alternativement activées par la base de temps du multivibrateur I et II, à un rythme de 10 Hz.

Les capacités C₁₁ et C₁₂ sont les mêmes. Par contre, les valeurs de R₁₃ et de R₁₄ étant différentes, les fréquences musicales délivrées alternativement sont différentes, ce qui a pour conséquence la modulation du son ainsi généré.

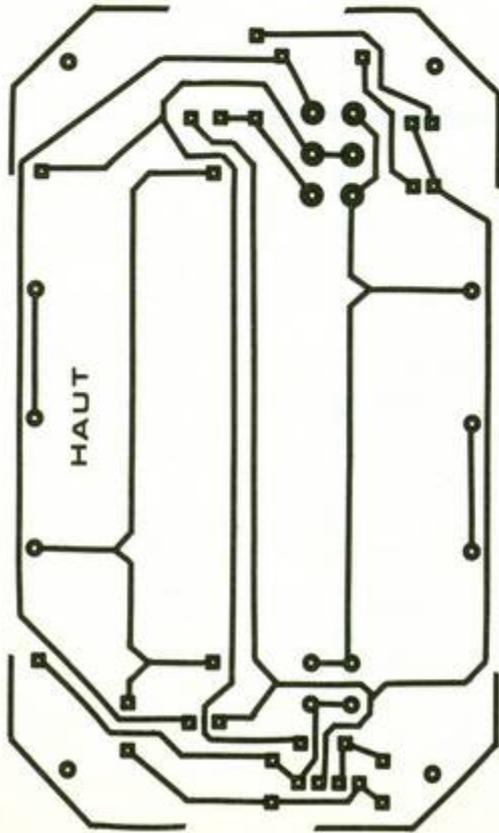
c) Circuit de puissance

Les transistors PNP T₅ et T₆ sont montés en Darlington. Grâce aux diodes D₁ et D₂, les transistors amplifient l'une ou l'autre des fréquences musicales délivrées par les portes trigger III et IV. Un haut-parleur HP₂, de diamètre plus important, est inséré dans le circuit collecteur des deux transistors. Il restitue, de manière relativement puissante, le son élaboré électroniquement par le montage amont.

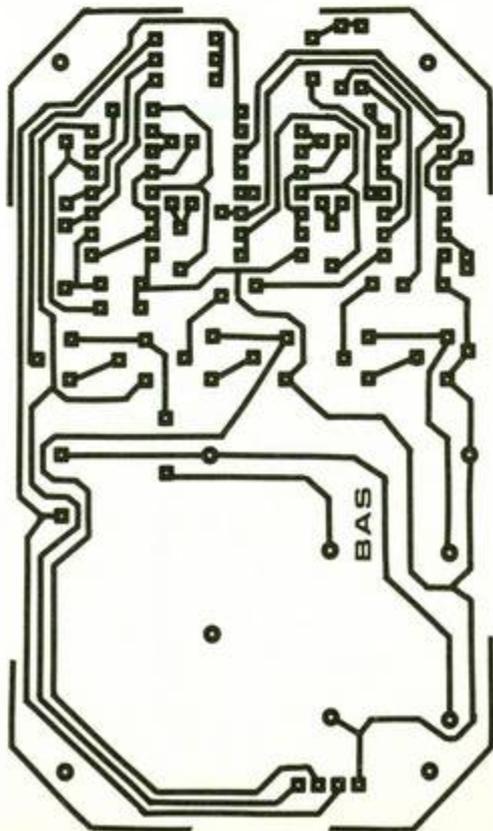
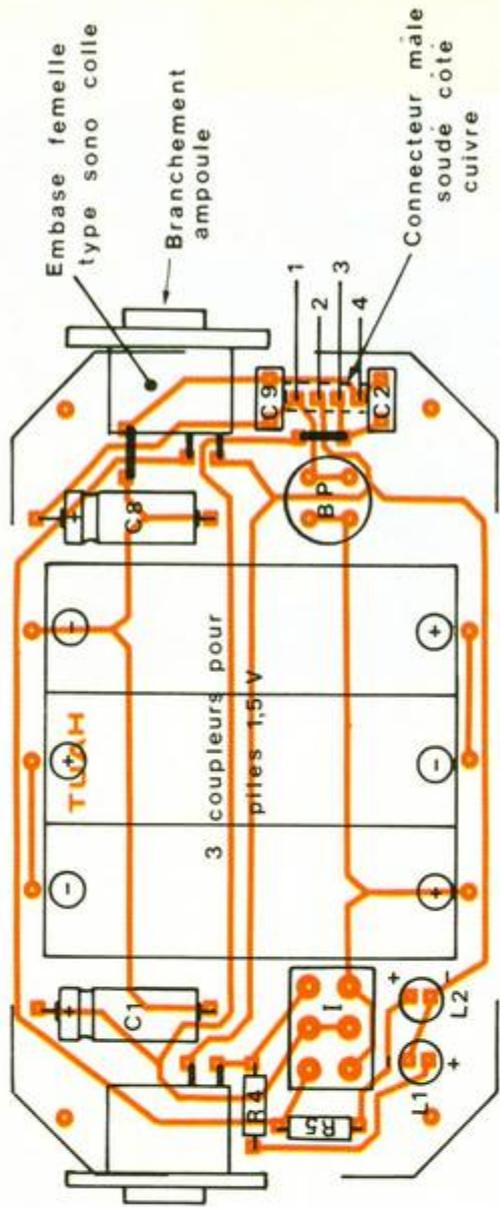
III - REALISATION PRATIQUE

a) Circuits imprimés (fig. 4)

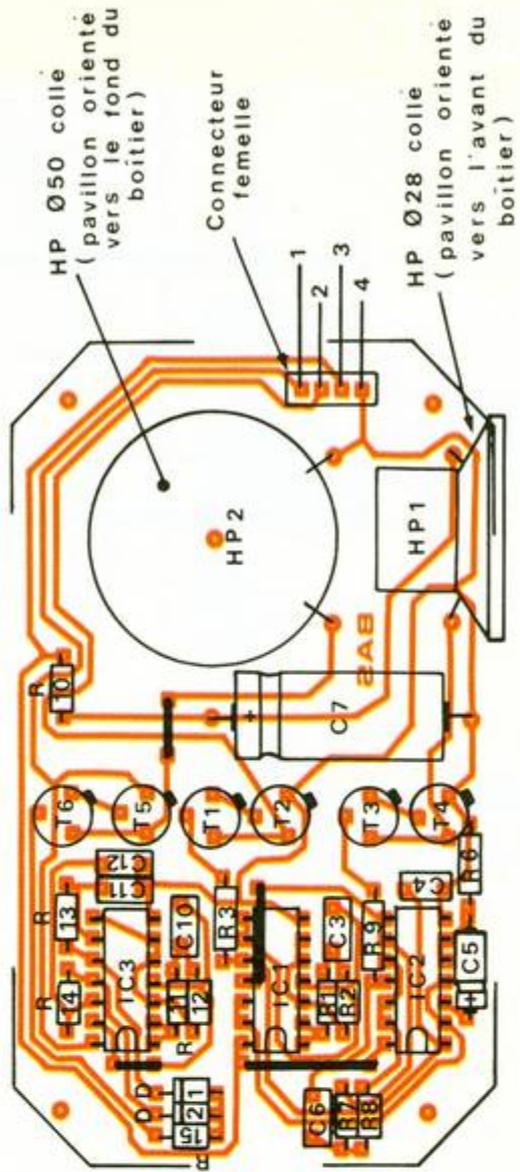
La configuration des pistes étant assez serrée, il est absolument nécessaire d'avoir recours aux différents produits de transfert, pastilles et bandelette de 0,8 mm de largeur, pour réaliser

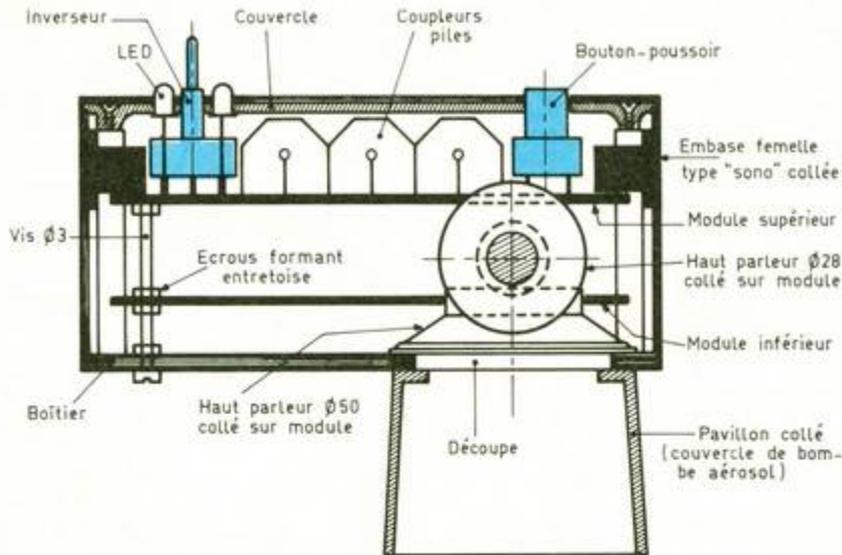


Module supérieur

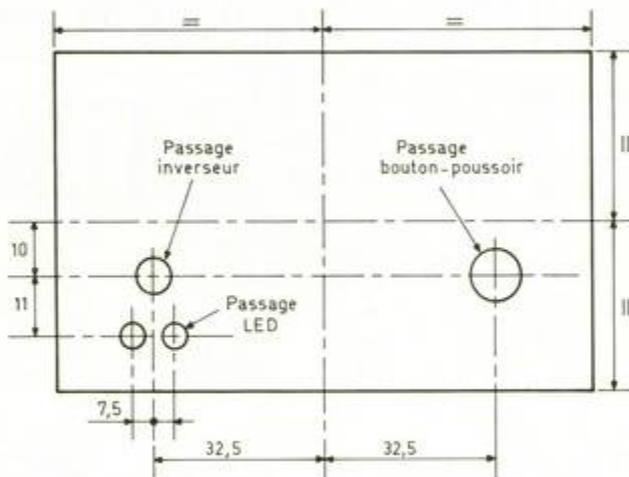


Module inférieur





Travail du couvercle



les deux circuits imprimés. Ces éléments peuvent être appliqués directement sur la face cuivrée de l'époxy, bien dégraissée auparavant. Il est également possible de passer par le biais de la réalisation d'un « mylar » transparent que l'on pourra poser sur de l'époxy présensibilisée pour exposition au rayonnement ultraviolet. Dans ce cas, la révélation s'effectuera à l'aide d'une solution de soude. Après attaque au perchlorure de fer et un abondant rinçage, toutes les pastilles seront percées à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre. Suivant le diamètre des connexions des composants auxquels ces trous sont destinés, un agrandissement à 1 ou 1,3 mm peut s'avérer nécessaire.

Enfin, on pourra terminer ces circuits imprimés par un étamage au fer à souder, ce qui augmente considérablement leur résistance mécanique et leur tenue vis-à-vis des agressions d'ordre chimique.

b) Implantation des composants (fig. 5)

Le module inférieur devra recevoir une découpe circulaire pour permettre le passage de la partie arrière du haut-parleur, composée de l'aimant permanent et du bobinage. On soudera d'abord les straps, les diodes, les résistances, les capacités et les transistors, pour terminer par la mise en place des circuits intégrés. Il va sans dire qu'il convient d'apporter une at-

tention toute particulière à l'orientation des composants polarisés. Toute erreur à ce niveau ne se traduit pas seulement par un non-fonctionnement du montage, mais peut même avoir pour conséquence la destruction du composant concerné ou encore d'un autre composant fonctionnellement lié.

Les haut-parleurs sont collés sur le module inférieur. Il en est de même en ce qui concerne les embases femelles « sono » destinées à l'alimentation des circuits des ampoules par l'intermédiaire de fiches mâles appropriées. Également les coupleurs de piles sont collés sur le module supérieur. L'inverseur et le bouton-poussoir sont directement soudés sur le module supérieur. Enfin, les deux modules sont reliés électriquement entre eux par un système de connecteur à quatre broches.

Il en résulte une absence totale de fils de liaison, dont le raccordement par soudure constitue toujours une disposition mécaniquement fragile et vulnérable.

c) Montage dans le boîtier

La figure 6 illustre un exemple de réalisation possible. Les deux modules sont maintenus entre eux par des vis de 3 mm de diamètre et des écrous formant entretoises.

Le fond du boîtier reçoit une découpe circulaire en face du pavillon du haut-parleur de 50 mm de diamètre. On peut augmenter l'efficacité et le rendement acoustique de l'avertisseur par la mise en place, par collage, d'un pavillon supplémentaire constitué, par exemple, par le couvercle récupéré d'une bombe àérosol.

Des trous de 1,5 ou 2 mm de diamètre sont également à pratiquer en regard du haut-parleur de 28 mm de diamètre, sur la face latérale avant du boîtier.

Les autres faces latérales reçoivent une découpe pour permettre le raccordement des fiches « sono ». Enfin, le couvercle du boîtier sera percé suivant les indications de la figure 6.



Photo 4. - Vue du coupleur de piles de 1,5 V et du poussoir Isostat monté sur support de C.I.

LISTE DES COMPOSANTS

Module inférieur

4 straps (2 horizontaux, 2 verticaux)

R₁ : 1 MΩ (marron, noir, vert)

R₂ : 470 kΩ (jaune, violet, jaune)

R₃ : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)

R₆ : 33 kΩ (orange, orange, orange)

R₇ : 220 kΩ (rouge, rouge, jaune)

R₈ : 33 kΩ (orange, orange, orange)

R₉ : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)

R₁₀ : 220 Ω (rouge, rouge, marron)

R₁₁ : 1 MΩ (marron, noir, vert)

R₁₂ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)

R₁₃ : 33 kΩ (orange, orange, orange)

R₁₄ : 47 kΩ (jaune, violet, orange)

R₁₅ : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)

D₁, D₂ : 2 diodes signal (1N4148, 914)

C₃ : 1 μF milfeuil

C₄ : 0,22 μF milfeuil

C₅ : 2,2 μF/10 V électrolytique

C₆ : 4,7 nF milfeuil

C₇ : 470 μF/10 V électrolytique

C₁₀ : 0,47 μF milfeuil

C₁₁, C₁₂ : 2 x 22 nF milfeuil

T₁ : transistor NPN BC108, 109, 2N2222

T₂ : transistor NPN 2N1711, 1613

T₃ : transistor NPN BC108, 109, 2N2222

T₄ : transistor NPN 2N1711, 1613

T₅ : transistor PNP 2N2905

T₆ : transistor PNP 2N2907

IC₁, IC₂ : 2 x 4011 (4 portes NAND à 2 entrées)

IC₃ : CD 4093 (4 triggers de Schmitt)

Connecteur femelle 4 broches

HP₁ : haut-parleur 8 Ω/∅ 28

HP₂ : haut-parleur 8 Ω/∅ 50

Module supérieur

2 straps (1 horizontal, 1 vertical)

R₄, R₅ : 2 x 100 Ω (marron, noir, marron)

L₁ : LED jaune ∅ 5

L₂ : LED rouge ∅ 5

C₁ : 220 μF/10 V électrolytique

C₂ : 0,22 μF milfeuil

C₈ : 220 μF/10 V électrolytique

C₉ : 0,22 μF milfeuil

I : inverseur bipolaire à 3 positions stables (pour circuit imprimé)

BP : bouton-poussoir Isostat à contact travail (pour circuit imprimé)

Connecteur mâle 4 broches

2 embases femelles DIN pour HP

3 coupleurs de piles 1,5 V

3 piles de 1,5 V

Divers

Boîtier Teko série « Optative Eremetic » modèle 152 P (71 x 111 x 50)

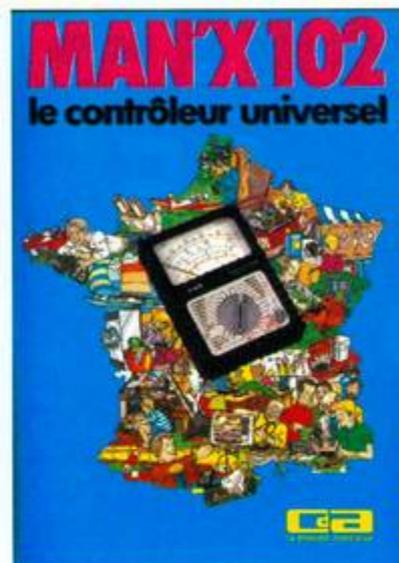
Fil blindé (1 conducteur + blindage)

2 fiches mâles DIN pour HP

2 ampoules 2,2 V/0,4 A (loupe incorporée)

2 douilles + 2 optique-plastique (feux clignotants)

MAN'X 102
le contrôleur universel
de C.D.A.



Depuis sa création en 1966, la société C.D.A. (Construction d'Appareillage) a développé plusieurs familles d'appareils de mesure électrique et électronique de grande diffusion.

Aujourd'hui, C.D.A. fabrique une large gamme d'appareils qui répond aux besoins didactiques, qu'il s'agisse de l'enseignement de la physique, de la technologie ou de la formation professionnelle.

C'est le MAN'X 102, modèle à vocation pédagogique de la fameuse série MAN'X, qui sert de référence tout au long de cet ouvrage destiné à rappeler les principes fondamentaux des mesures électriques et les multiples applications du Contrôleur Universel.

Le lecteur y trouvera :

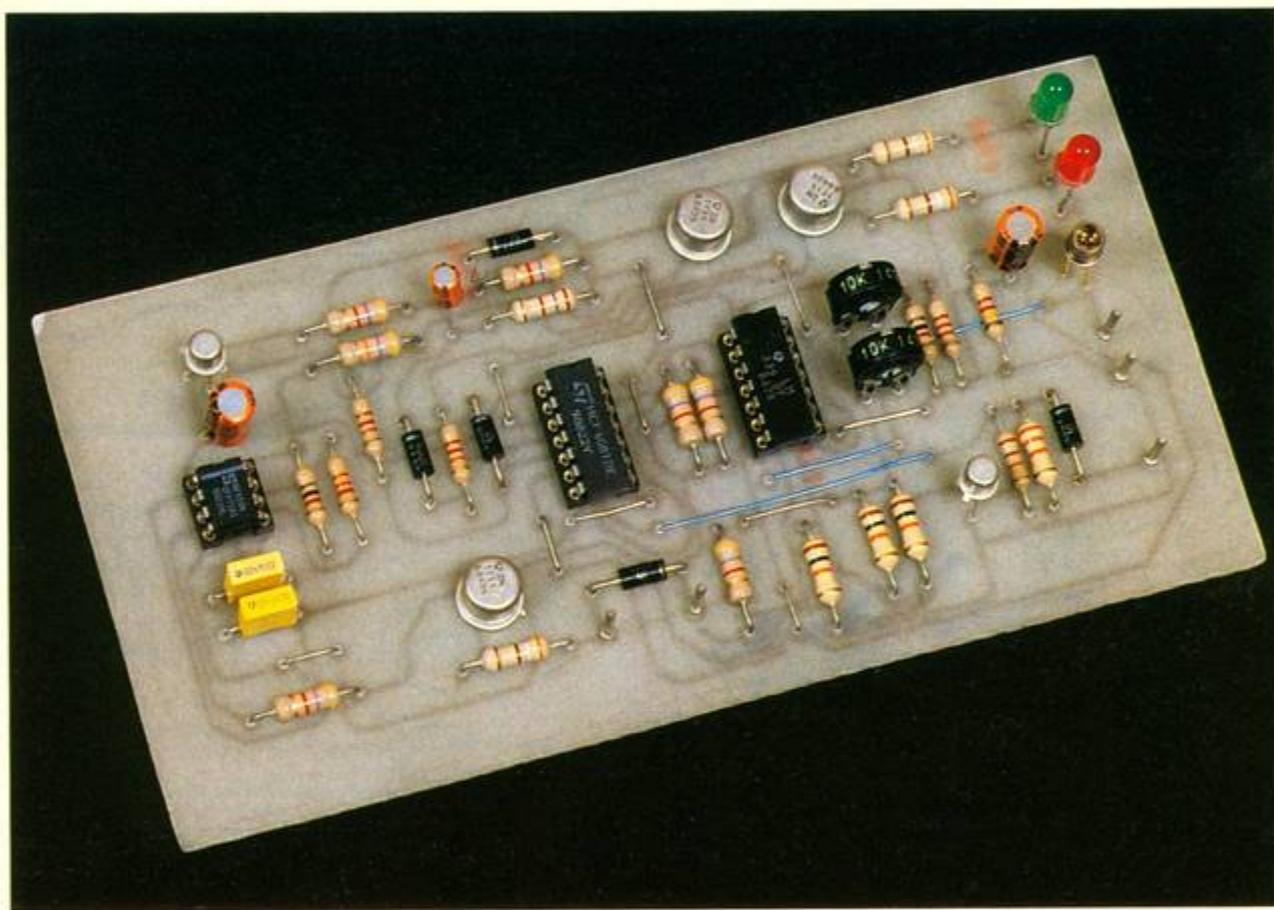
- la présentation et la constitution générale du contrôleur universel ;
- ses applications pratiques ;
- des exemples illustrant des applications en laboratoire, au lycée technique ou à la maison ;
- des questions-réponses permettant de vérifier l'acquisition de connaissances ;
- des notions sur les méthodes et les qualités de la mesure.

Prix : 160 F.

CDA, 5, rue du Square-Carpeaux, 75018 Paris. Tél. : (1) 46.27.52.50.

UN RAPPEL D'ALLUMAGE DE LANTERNES

Si vous conduisez, il vous est certainement déjà arrivé d'oublier d'éteindre vos feux, ou de les allumer alors que ce n'était pas nécessaire ! Le montage que nous vous proposons se chargera de vous rappeler à l'ordre.



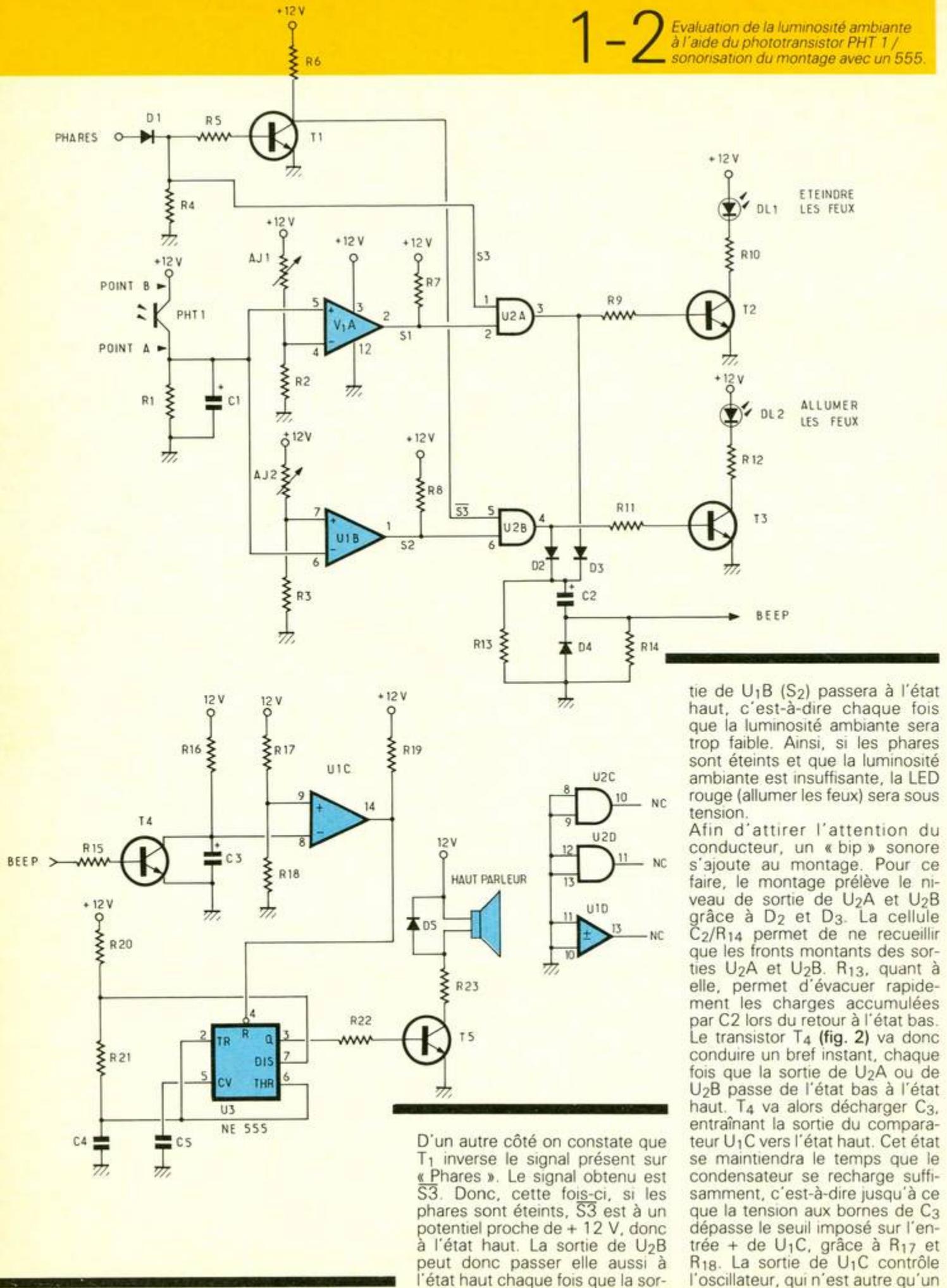
PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Par le biais du phototransistor, le montage évalue la luminosité ambiante, puis en fonction de la position de l'éclairage de l'automobile, le montage vérifie si les feux doivent être allumés ou bien éteints.

Les figures 1 et 2 dévoilent le schéma du montage. Le phototransistor PHT₁ injecte un courant proportionnel à la luminosité ambiante dans la résistance R₁. La tension aux bornes de R₁ est donc proportionnelle au flux de lumière qui arrive à PHT₁. Le

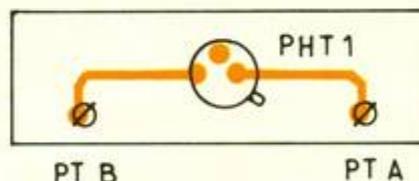
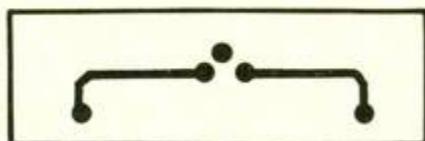
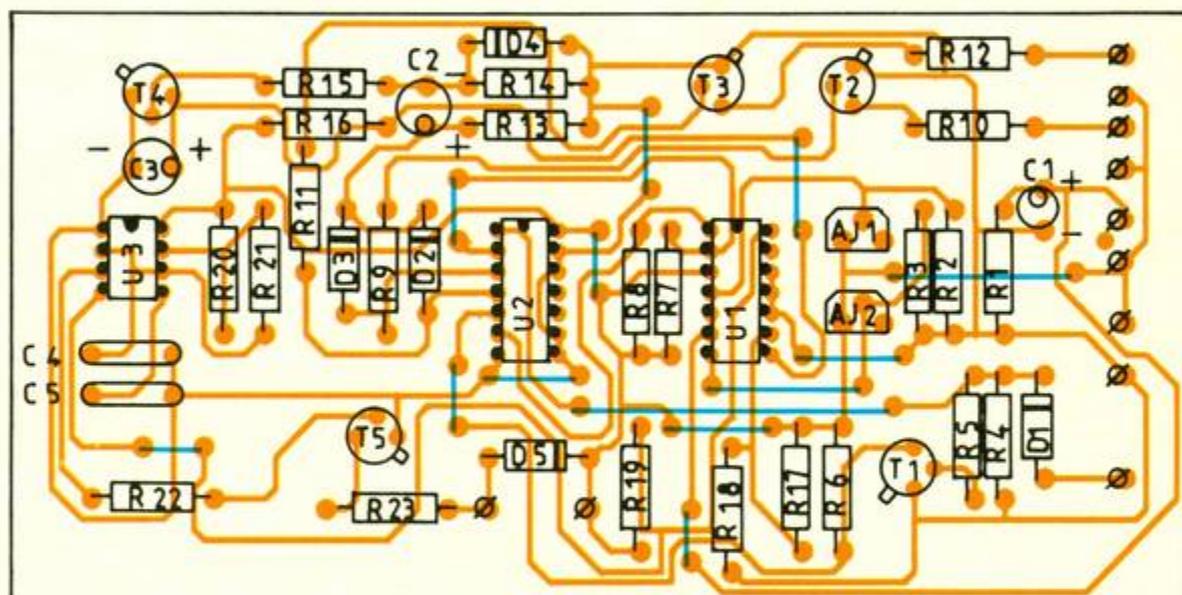
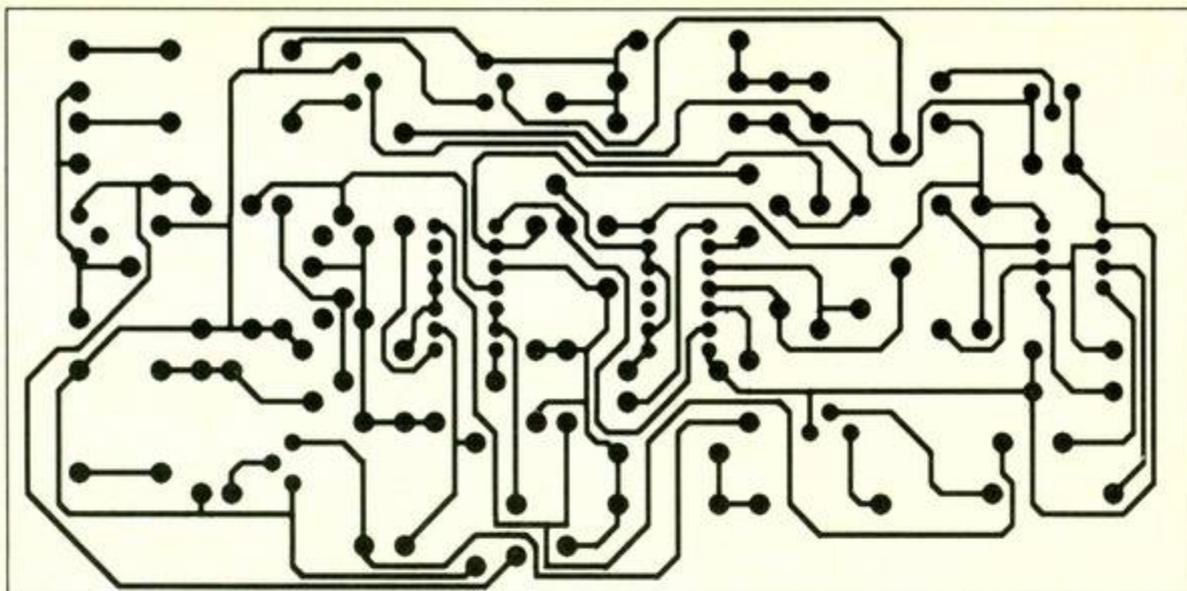
condensateur C₁ sert à filtrer les variations rapides. Le comparateur U₁A se charge d'établir s'il est temps d'éteindre les feux. U₁B, quant à lui, indique quand il est temps de les allumer. Les seuils de détection sont réglés respectivement par AJ₁ pour l'extinction et par AJ₂ pour l'allumage. Si les réglages sont corrects, la sortie de U₁A (S₁) est à l'état haut lorsque la luminosité ambiante est suffisante, tandis que la sortie de U₁B (S₂) est à l'état haut lorsque la luminosité ambiante est insuffisante. L'entrée « Phares » provient, comme son nom l'indique, des phares de

l'automobile. C'est cette entrée qui permet de déterminer si il est nécessaire de les allumer ou bien de les éteindre. Si les phares sont allumés on retrouve donc + 12 V sur l'entrée correspondante. La porte logique U₂A voit donc sa sortie passer à l'état haut si la sortie de U₁A (S₁) est, elle aussi, à l'état haut (donc si la lumière ambiante est suffisante). Dans ce cas la LED verte (éteindre les feux) s'allume. En revanche, si les phares sont éteints, la sortie de U₂A sera toujours à l'état bas et la LED verte restera donc éteinte quelle que soit la luminosité ambiante.



tie de U₁B (S₂) passera à l'état haut, c'est-à-dire chaque fois que la luminosité ambiante sera trop faible. Ainsi, si les phares sont éteints et que la luminosité ambiante est insuffisante, la LED rouge (allumer les feux) sera sous tension.

Afin d'attirer l'attention du conducteur, un « bip » sonore s'ajoute au montage. Pour ce faire, le montage prélève le niveau de sortie de U₂A et U₂B grâce à D₂ et D₃. La cellule C₂/R₁₄ permet de ne recueillir que les fronts montants des sorties U₂A et U₂B. R₁₃, quant à elle, permet d'évacuer rapidement les charges accumulées par C₂ lors du retour à l'état bas. Le transistor T₄ (fig. 2) va donc conduire un bref instant, chaque fois que la sortie de U₂A ou de U₂B passe de l'état bas à l'état haut. T₄ va alors décharger C₃, entraînant la sortie du comparateur U₁C vers l'état haut. Cet état se maintiendra le temps que le condensateur se recharge suffisamment, c'est-à-dire jusqu'à ce que la tension aux bornes de C₃ dépasse le seuil imposé sur l'entrée + de U₁C, grâce à R₁₇ et R₁₈. La sortie de U₁C contrôle l'oscillateur, qui n'est autre qu'un



fidèle NE555. Sa sortie est finalement amplifiée par T₅ avant d'attaquer le haut-parleur.

La diode D₅ est nécessaire afin de protéger le transistor T₅. En effet un haut-parleur est essentiellement un circuit inductif, il s'oppose donc aux variations brusques d'énergie emmagasinée sous forme électromagnétique (proportionnelle au courant qui traverse le haut-parleur). Chaque fois que le transistor T₅ s'arrête de conduire, l'inductance du

haut-parleur va tendre à maintenir le courant. La résistance interne du générateur étant faible, il va donc apparaître une tension négative entre les bornes Emetteur-Collecteur de T₅. Cette tension négative sera d'autant plus importante que le transistor aura cessé de conduire brutalement. Cette tension négative endommagerait alors le transistor. La diode D₅ permet donc d'évacuer l'énergie emmagasinée par le haut-parleur.

REALISATION

La figure 3 reproduit le tracé (vu côté cuivre) du circuit imprimé à réaliser. Ce montage étant destiné à prendre place dans une automobile, il sera préférable d'utiliser un support en époxy, plus résistant qu'un support en Bakélite. Les pistes étant relativement rapprochées par endroits, il peut être judicieux d'utiliser des bandes pour reproduire le circuit. Avant d'effectuer le tracé du cir-

cuit procurez-vous les composants, afin de voir s'il est nécessaire de modifier légèrement le tracé du circuit, de sorte que vos composants s'y implantent sans difficulté. Ceci est important pour AJ₁ et AJ₂ et les différents condensateurs.

Une fois le circuit gravé au perchlorure de fer, vous pourrez juger bon de l'étamer, en vue de réaliser des soudures irréprochables plus facilement (ceci n'est pas négligeable lorsque le montage doit être soumis à de nombreuses vibrations, comme c'est le cas dans une automobile).

Pour le perçage utilisez un foret de \varnothing 0,8 mm pour les résistances, les circuits intégrés, les transistors et les condensateurs. Pour les diodes et les bornes de sortie, utilisez un foret de \varnothing 1 mm. Et enfin pour les ajustables, utilisez un foret de \varnothing 1,2 mm.

Implanter les straps au préalable. Ensuite, reportez-vous à la figure 5 pour implanter les composants. Veillez au sens des circuits intégrés et des diodes en particulier. Evitez de chauffer trop longtemps les pattes des transistors, sous peine de les détruire.

Suivant vos goûts vous souhaitez peut-être modifier certains composants. Par exemple, si vous souhaitez un « bip » sonore

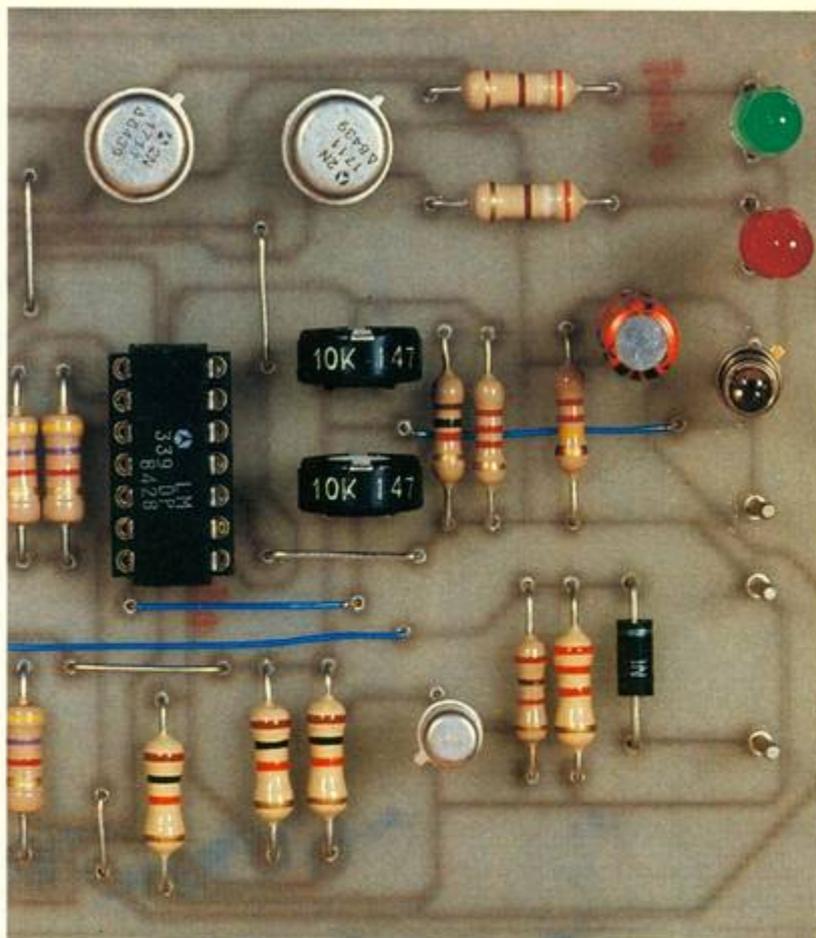
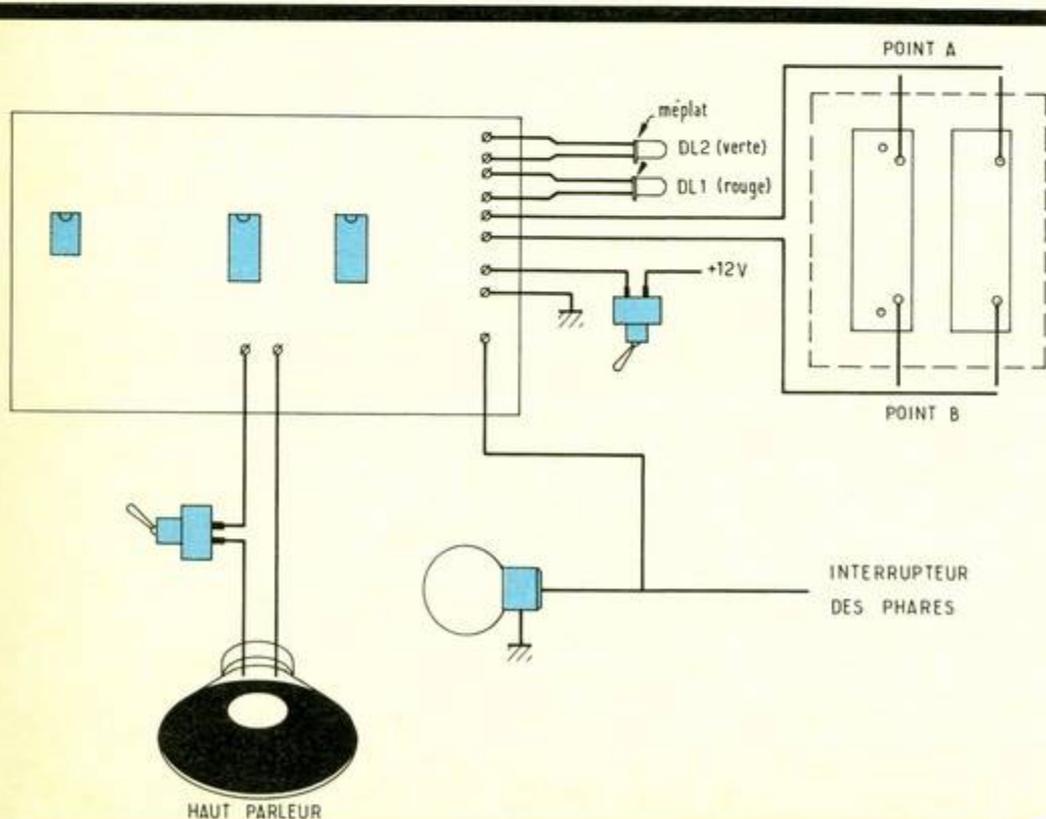


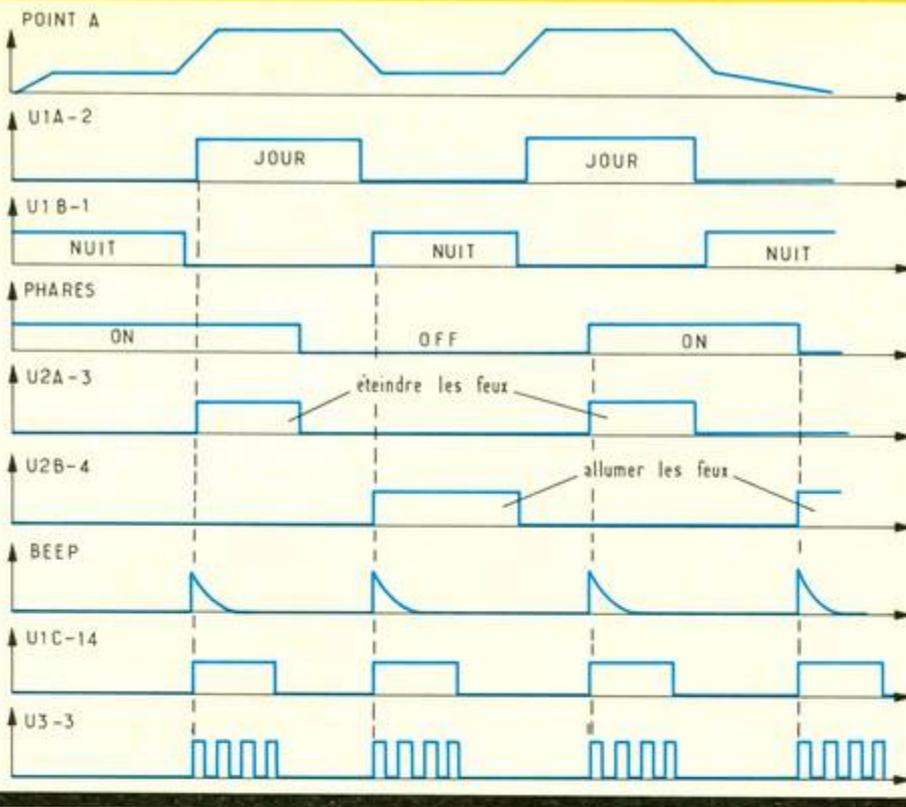
Photo 2. - Les ajustables au centre déterminent les seuils de basculement des comparateurs.



plus puissant, diminuez la valeur de R₂₃. Cependant, ne descendez pas en dessous de 100 Ω , 1/2 W. Si vous souhaitez un « bip » plus long, augmentez la valeur de C₃, mais pas au-delà de 1 000 μ F (pour ceux qui aiment les « bips » interminables !). Si vous souhaitez que les LED soient plus lumineuses, ne diminuez pas R₁₀ et R₁₂ en deçà de 270 Ω , ou bien optez pour les LED de \varnothing 3 mm avec R₁₀ et R₁₂ à 330 Ω au minimum.

Si la sonorité du « bip » ne vous convient pas, vous pourrez modifier C₄. Augmenter la valeur de C₄ produit un son plus grave et, à l'inverse, diminuer sa valeur produit un son plus aigu. Gardez cependant une valeur proche des 100 nF (47 nF à 220 nF).

La figure 7 vous indique comment connecter le montage. Notez qu'il peut être intéressant de pouvoir débrancher le haut-parleur (lorsque vos nerfs lâchent). D'autre part, il peut aussi s'avérer intéressant de désactiver tout le montage lorsque les conditions



de lumière varient souvent. Prévoyez donc les interrupteurs indiqués.

Pour fixer proprement les LED, utilisez des supports de LED qui donnent un fini impeccable. En revanche, pour fixer le phototransistor, il est préférable de réaliser le petit circuit décrit aux figures 4 et 5, plutôt que de souder directement les fils sur les pattes du phototransistor. Placez ensuite le

phototransistor à un endroit du véhicule en vue de la lumière du jour. Evitez cependant les zones trop exposées aux phares des autres véhicules (par exemple la calandre).

REGLAGES

Deux solutions s'offrent à vous : effectuer les réglages une fois le phototransistor installé sur le vé-

hicule, ou bien tranquillement chez vous. Dans le premier cas vous aurez peut-être quelques difficultés à vous placer dans des conditions de lumière adéquate pour effectuer les réglages. Dans le second cas vous aurez peut-être à retoucher aux réglages une fois le phototransistor installé sur votre véhicule.

Quoi qu'il en soit, voici comment procéder aux réglages : Placez-vous (plus exactement le phototransistor) dans une lumière tout juste suffisante, où vous jugeriez nécessaire de couper les phares. Allumez les feux (ou bien simulez cette action en reliant la borne Phares à + 12 V). Réglez alors AJ₁ jusqu'à ce que la LED LD₁ (rouge) s'allume. Restez le plus proche possible de l'extinction de DL₁.

Placez-vous ensuite dans des conditions de lumière tout juste insuffisante, où vous jugeriez nécessaire d'allumer les feux. Eteignez vos phares (ou bien reliez l'entrée « Phares » à la masse), puis réglez AJ₂ jusqu'à ce que la diode LED DL₂ (verte) s'allume. Restez là aussi le plus proche possible du point d'extinction.

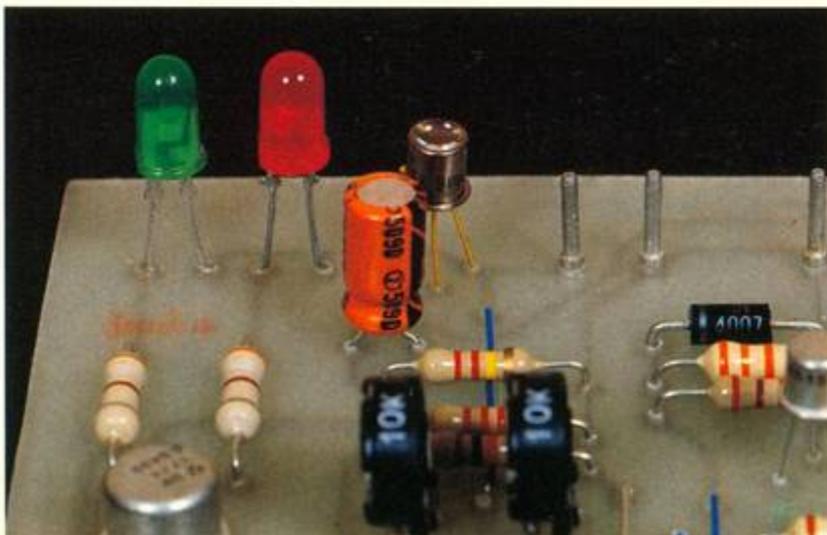
Si le réglage s'avère impossible il peut être nécessaire de modifier la valeur de R₁ (suivant la sensibilité du phototransistor utilisé). Placez un voltmètre aux bornes de R₁. En pleine lumière la tension doit avoisiner les 8 à 10 V. Si la tension atteint 12 V, même en lumière plus faible, diminuez la valeur de R₁ car votre phototransistor est trop sensible. En revanche (cas le plus probable), si la tension ne dépasse pas 2 à 3 V en pleine lumière, essayez d'augmenter R₁, mais pas au-delà de 1 à 2 MΩ. Si malgré cela la tension n'augmente toujours pas, choisissez un phototransistor plus sensible, ou bien en dernier recours utilisez un montage en darlington comme indiqué en figures 9, 10 et 11. Mais dans ce dernier cas vous obtiendrez peut-être un montage trop sensible : il vous faudra alors diminuer R₁. Utilisez donc, de préférence, le phototransistor indiqué dans la nomenclature.

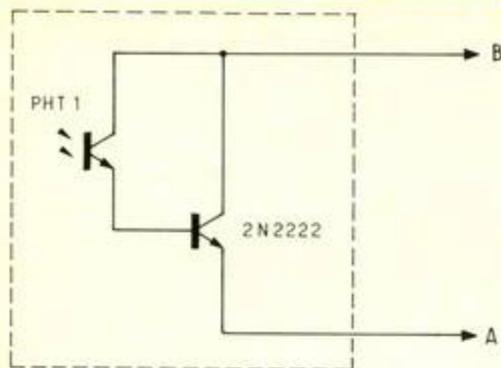
CONCLUSION

Vous voici donc à même de mener à bien cette petite réalisation, qui, nous l'espérons, vous rendra votre conduite encore plus sûre. Bonne route.

Pascal MORIN

Photo 3. - Câblage des LED de signalisation et du phototransistor directement sur le circuit principal pour les besoins de la photo.





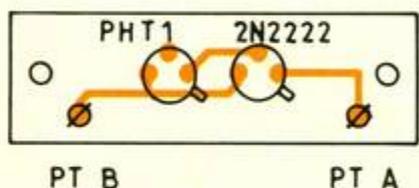
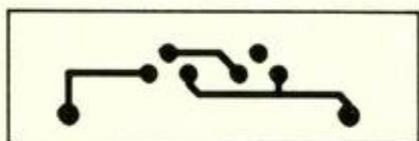
R_{21} : 3,3 k Ω (orange, orange, rouge)
 R_{22} : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)
 R_{23} : 390 Ω 1/2 W (orange, blanc, marron)
 AJ_1 : ajustable vertical 10 k Ω linéaire
 AJ_2 : ajustable vertical 10 k Ω linéaire

Condensateurs

C_1 : 10 μ F 25 V vertical
 C_2 : 1 μ F 25 V vertical
 C_3 : 10 μ F 25 V vertical
 C_4 : 100 nF
 C_5 : 10 nF

Semi-conducteurs

PHT_1 : BPW14C ou équivalent
 T_1 : 2N2222
 T_2, T_3 : 2N1711
 T_4 : 2N2222
 T_5 : 2N1711
 D_1 à D_5 : diode de redressement 1 A/1 000 V
 DL_1 : diode LED \varnothing 5 mm rouge + support
 DL_2 : diode LED \varnothing 5 mm verte + support
 U_1 : LM 339/quadruple comparateur
 U_2 : CD 4081/4 portes AND
 U_3 : NE 555/monostable-astable



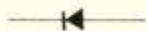
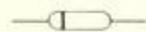
LISTE DES COMPOSANTS

Résistances

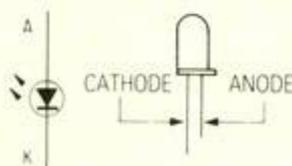
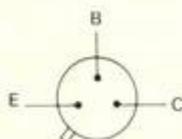
R_1 : 220 k Ω (rouge, rouge, jaune)
 R_2 : 2,2 k Ω (rouge, rouge, rouge)
 R_3 : 1 k Ω (marron, noir, rouge)
 R_4 : 33 k Ω (orange, orange, orange)
 R_5 : 27 k Ω (rouge, violet, orange)
 R_6 : 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R_7 : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)
 R_8 : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)
 R_9 : 22 k Ω (rouge, rouge, orange)
 R_{10} : 390 Ω 1/2 W (orange, blanc, marron)
 R_{11} : 22 k Ω (rouge, rouge, orange)
 R_{12} : 390 Ω 1/2 W (orange, blanc, marron)
 R_{13} : 2,7 k Ω (rouge, violet, rouge)
 R_{14} : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)
 R_{15} : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)
 R_{16} : 47 k Ω (jaune, violet, orange)
 R_{17} : 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R_{18} : 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R_{19} : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)
 R_{20} : 1 k Ω (marron, noir, rouge)

Divers

Haut-parleur 8 Ω 1/2 W
 cosses, soudure, époxy, fils, etc.



diode



LED

diode électroluminescente

THYRISTORS TRIACS ET GTO DE R.V. HONORAT

THYRISTORS TRIACS et GTO



- Familles
- Commandes
- Désamorçage
- Technologie
- Protection
- Applications

R.V. HONORAT



EDITIONS RADIO

Les technologies et la technique des semi-conducteurs de puissance ont évolué depuis quelques années.

Ainsi, de nouveaux dispositifs comme le SMART POWER sont apparus depuis.

L'électronique constitue aujourd'hui la solution efficace et économique aux très nombreuses applications qui mettent en jeu des puissances électriques de plus en plus importantes.

La croissance des puissances contrôlées pose de nombreux problèmes techniques au niveau des semi-conducteurs, des circuits associés et de l'environnement.

Cet ouvrage traite « dans le détail » de la technologie et de la mise en œuvre des thyristors, triacs et GTO. Le lecteur y trouvera donc toutes les notions de base indispensables pour en maîtriser le fonctionnement.

Distribution : Editions Radio
 189, rue Saint-Jacques
 75005 Paris

DISPOSITIF D'ANTICIPATION POUR CHAUFFAGE



Les installations récentes de chauffage (électrique, fuel, gaz) sont munies d'une horloge de programmation. En effet, pourquoi maintenir une température de confort (19°) dans une habitation inoccupée durant la journée, ou même la nuit ?

L'horloge est séduisante car elle permet d'autoriser une baisse d'environ 5° durant les périodes d'inoccupation. Le gain en énergie est loin d'être négligeable. Contrairement à certaines idées, lors de la remise en température, la surconsommation est bien inférieure à celle d'un fonctionnement continu.

En revanche, intervient la notion d'inertie thermique. Il est évident qu'il est plus rapide de retrouver la température de confort lorsqu'il fait doux à l'extérieur que par 0°. Dans la même optique, la température de confort se maintient plus longtemps après coupure du chauffage lorsque la température extérieure est clémente. Forts de ces deux considérations, nous proposons un dispositif qui permettra :

1° de démarrer plus tôt la remise en température s'il fait froid à l'extérieur.

2° d'autoriser plus tôt le passage en température réduite si le temps est doux à l'extérieur.

L'utilisateur bénéficiera ainsi d'une température ambiante de confort quelle que soit la température extérieure.

Nous terminerons ce tableau en précisant que ce dispositif n'utilise que des composants très classiques et donc disponibles. En outre, nous avons pensé à nos lecteurs qui ne disposent pas encore d'appareil de mesure. Celui-ci n'est pas indispensable pour la mise au point.

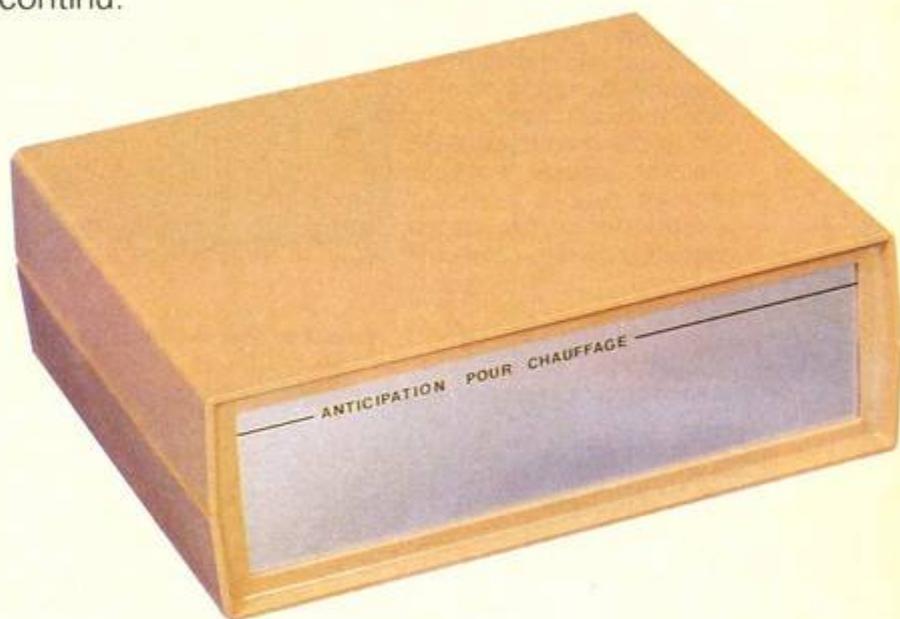
I - PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Afin d'anticiper la remise en température, il convient de préciser que la commutation de notre horloge est programmée avec une avance d'environ 1 h 30. La cou-

pure est également avancée du même temps.

Pratiquement une sonde mesure la température extérieure. Elle peut déceler quatre types de temps différents (très froid, froid, moyen, doux). Dans le premier cas, le chauffage est actif 18 mn plus tard (c'est-à-dire une anticipation de 1 h 12 mn. Les trois autres cas donnent respectivement une anticipation de 54 mn, 36 mn et 18 mn.

De la même manière, lorsque l'horloge ordonne un passage en réduit, la commutation selon ces quatre cas s'effectue avec un retard respectif de 1 h 12, 54 mn, 36 mn et 18 mn, donnant une anticipation respective de 18 mn, 36 mn, 54 mn et 1 h 12 mn.



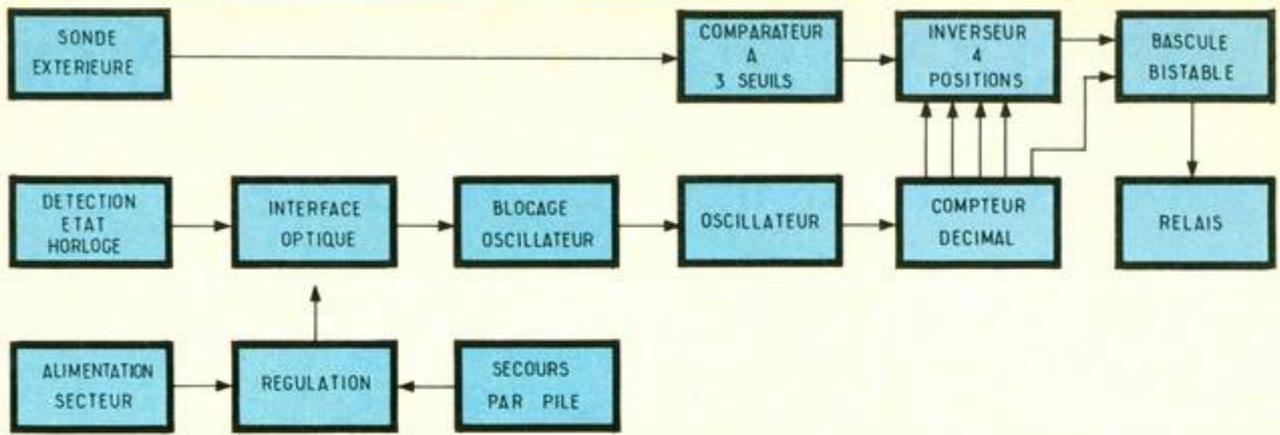
II - ORGANISATION DU MONTAGE

La sonde permettant de contrôler la température extérieure commande un comparateur à trois seuils. Ces derniers correspondent respectivement aux températures de 0°, 7° et 14°. De ce fait, nous disposons des quatre niveaux de temps vus précédemment (très froid, froid, moyen et doux).

La sortie du comparateur permet de solliciter un inverseur à quatre positions, lesquelles dépendent donc de la température extérieure.

Lorsque le contact est établi, la liaison avec notre montage est réalisée optiquement pour des raisons de sécurité, comme nous le verrons plus loin.

1 Le synoptique : le traitement du signal fournit par la sonde extérieure permet de déceler quatre types de temps différents (très froid, froid, moyen et doux).



Dès lors, l'oscillateur TBF est activé. La sortie de l'oscillateur attaque un compteur décimal qui dispose de quatre sorties reliées à l'inverseur quatre positions. Selon un retard qui dépend de ce dernier donc de la température, un niveau actif est détecté, permettant la commande du relais ainsi que le blocage de l'oscillateur. Le relais reste au travail durant le temps de commutation du contact. Lorsque celui-ci viendra

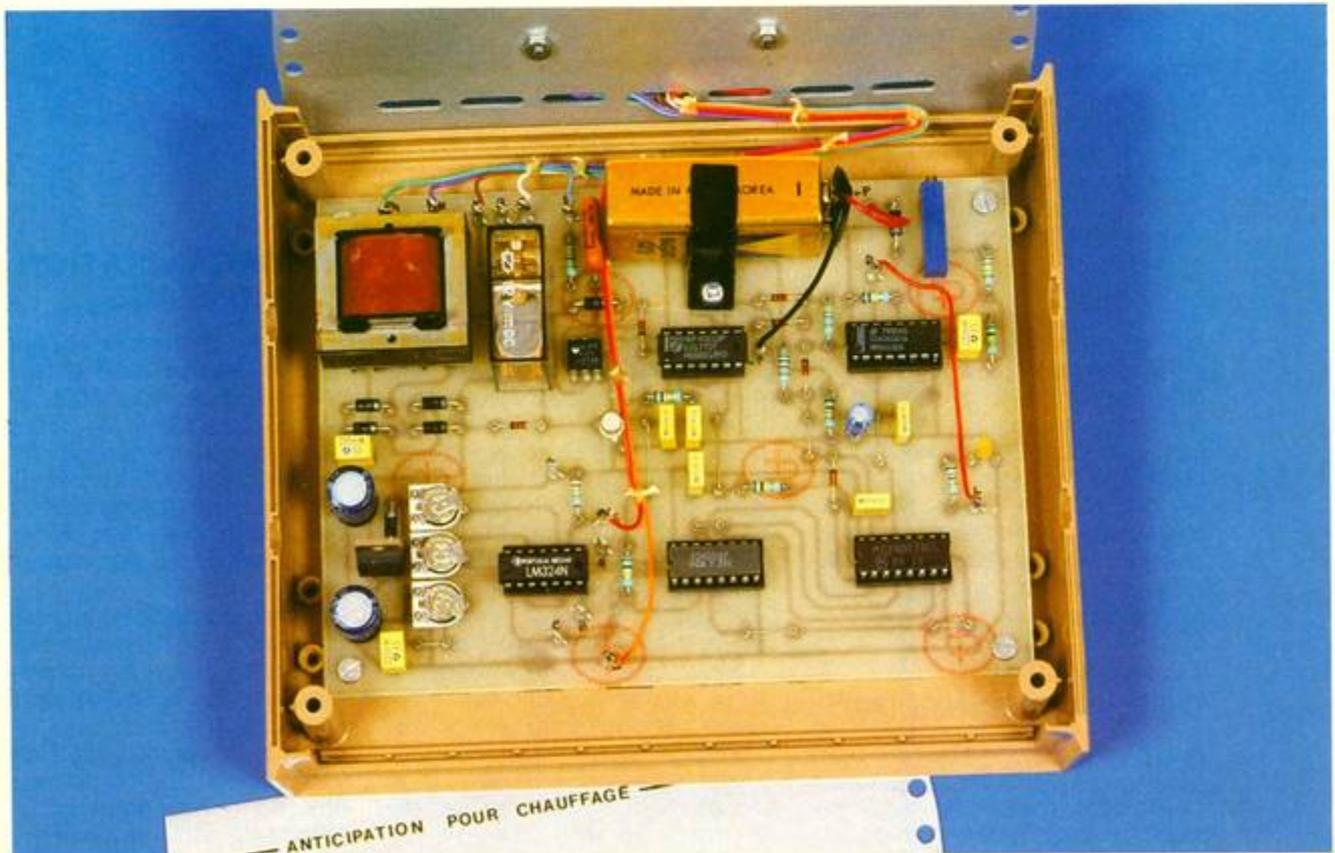
à se couper, l'oscillateur va être à nouveau actif jusqu'à ce que le compteur décimal retrouve sa position de repos (zéro). Comme vous l'avez deviné, ce retard dépend également de l'inverseur quatre positions, donc de la température extérieure. A l'issue de ce laps de temps, la bascule bistable change d'état, le relais revient au repos et l'oscillateur est bloqué jusqu'à la nouvelle commutation par l'horloge. L'alimentation est fournie par le

secteur, mais un secours par pile a été prévu pour éviter tout risque de fonctionnement aberrant lors de coupures mêmes brèves du réseau EDF.

III – FONCTIONNEMENT ELECTRONIQUE

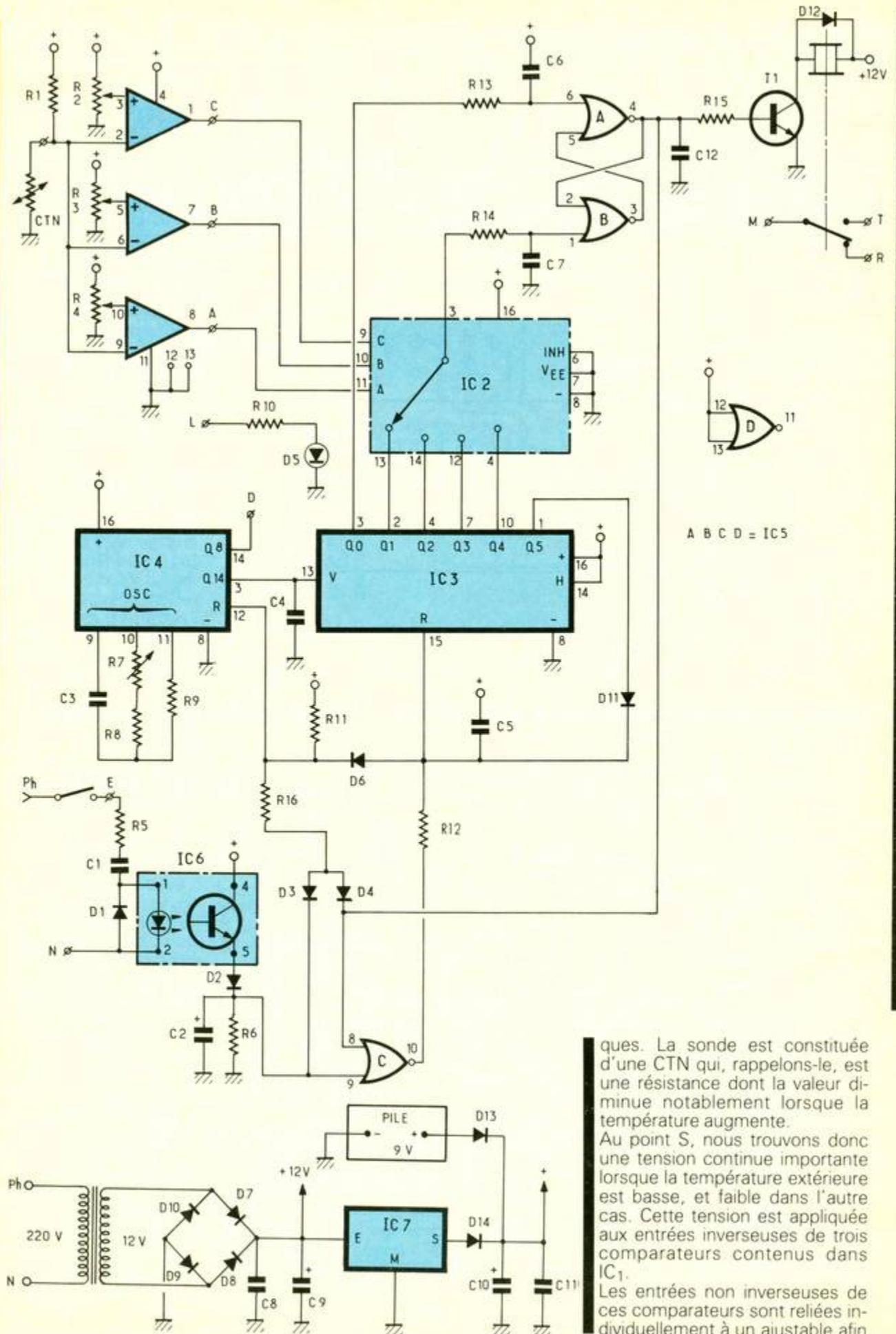
Le schéma d'ensemble est représenté à la figure 2. Il est conçu autour de circuits logiques classi-

La platine insérée dans un coffret RETEX, Elbox RE2.



2

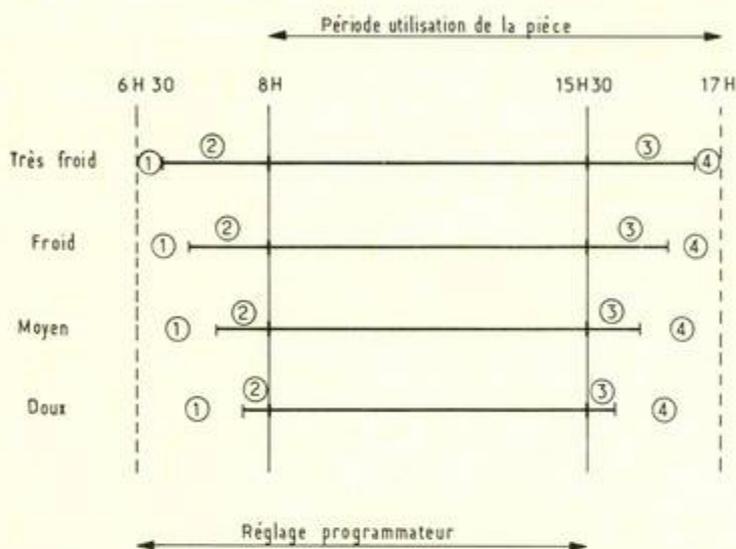
Le schéma électronique du dispositif : les trois A.O.P. déterminent le type de froid extérieur tandis que IC₆ interface le montage avec le secteur, via le contact de l'horloge de programmation.



ques. La sonde est constituée d'une résistance dont la valeur diminue notablement lorsque la température augmente. Au point S, nous trouvons donc une tension continue importante lorsque la température extérieure est basse, et faible dans l'autre cas. Cette tension est appliquée aux entrées inverseuses de trois comparateurs contenus dans IC₁. Les entrées non inverseuses de ces comparateurs sont reliées individuellement à un ajustable afin

3 Présentation des quatre cas de figure en fonction des sorties A, B, C des A.O.P.

TEMPERATURE					Retard à l'établissement de chauffage ①	Seit une anticipation de ②	Retard à la baisse du chauffage ③	Seit une anticipation de ④
		A	B	C				
0°	Très froid	0	0	0	18 mn	72 mn	72 mn	18 mn
	Froid	1	0	0	36 mn	54 mn	54 mn	36 mn
7°	Moyen	1	1	0	54 mn	36 mn	36 mn	54 mn
	Doux	1	1	1	72 mn	18 mn	18 mn	72 mn



de régler leur seuil de basculement. Si la température est basse, les tensions provenant des ajustables sont plus faibles que celle du point S. Dans ces conditions, les sorties 1, 7 et 8 sont basses (environ 0 V).

D'après la table de vérité de IC₂ (4051), celui-ci relié commute donc les bornes 3 et 13.

Supposons que l'horloge de programmation établisse son contact. Nous obtenons alors au point E 220 V par rapport au neutre. Etant donné l'impédance de C₁ sous le 50 Hz, nous disposons d'un courant de l'ordre de 10 mA qui assurera l'allumage de la LED du photocoupleur.

Le phototransistor, isolé électriquement du réseau, devient donc conducteur et, par l'intermédiaire de D₂, présente un niveau 1 (NV₁) sur l'entrée C₉. Aussitôt la sortie C₁₀ passe au NV₀, libérant la remise à zéro du compteur décimal IC₃. Examinons dès lors la bascule constituée des portes A et B.

Le relais de sortie étant au repos, la sortie A₄ est au NV₀. La

borne 12 de remise à zéro de l'oscillateur IC₄ passe au NV₀ du fait de R₁₆, D₄ et la sortie A₄. IC₄ n'est plus bloqué et commence son comptage.

Nous obtenons sur sa sortie Q₁₄ un signal très basse fréquence dont la période (temps nécessaire pour retrouver le même état) est de... 18 mn.

A l'issue de ce délai, l'entrée 13 de IC₃ recevra un front descendant qui permettra à IC₃ de passer en position 1. Un NV₁ sera appliqué sur l'entrée B₁ par 2 de IC₃, 13 de IC₂, 3 de IC₂ et R₁₄.

La bascule A/B change d'état de telle façon que nous retrouvons un NV₁ en sortie A₄, ce qui aura pour effet de polariser T₁ par R₁₅. T₁ devient conducteur et assure l'excitation du relais. Les contacts travailleront de ce dernier commanderont l'installation de chauffage.

Simultanément, un NV₁ est appliqué sur l'entrée C₈, tandis que l'entrée C₉ est toujours au NV₁. Dans ces conditions, la borne 12 de remise à zéro de IC₄ passe au NV₁ par R₁₁. Celui-ci se bloque à

nouveau à zéro et, de ce fait, ne délivre plus de signaux horloge pour le compteur IC₃ par sa sortie Q₁₄.

IC₃ est donc maintenu à la même position (1), et ce, tant que la borne d'entrée E est sollicitée. Le relais reste donc au collage.

Lorsque le contact de l'horloge se coupera, la LED du photocoupleur s'éteindra, entraînant le blocage du phototransistor. L'entrée C₉ passe au NV₀ par R₁₆, D₃ et R₆. Comme vous pouvez le supposer, IC₄ va recommencer à osciller, et nous pourrions retrouver les signaux horloge sur Q₁₄.

Au fur et à mesure de ces signaux, IC₃ va changer de position (2, 3, 4). Après un retard de 1 h 12 soit 72 mn (18 mn x 4), IC₃ atteindra la position 5. A cet instant, la borne 15 de remise à zéro recevra un NV₁ via D₁₁, et aussitôt IC₃ repassera à zéro.

Dès lors, la sortie 3 de IC₃ présente un NV₁, ce qui assure le changement d'état de la bascule par l'intermédiaire de R₁₃. La sortie A₄ repasse au NV₀. Le relais revient au repos. Simultanément, l'entrée C₈ reçoit un NV₀, nous recueillons un NV₁ en sortie C₁₀, ce qui garantit la remise à zéro de IC₃ et de IC₄ via D₆. Le montage test au repos et prêt à recevoir une éventuelle commande par la borne E.

Nous avons envisagé l'hypothèse où la température était basse (points A, B et C à zéro). La figure 3 donne l'état de ces trois points selon la température extérieure. La borne 3 de IC₂ sera reliée, selon le cas, à 14, 12 ou 4.

Il est bien évident que dans le cas d'une température douce, IC₃ demandera 72 mn (4 x 18 mn) pour atteindre sa position 4, donc pour commander le relais. En revanche 18 mn lui suffiront, après la commutation de l'horloge, pour atteindre la position 5 afin de remettre le relais au repos.

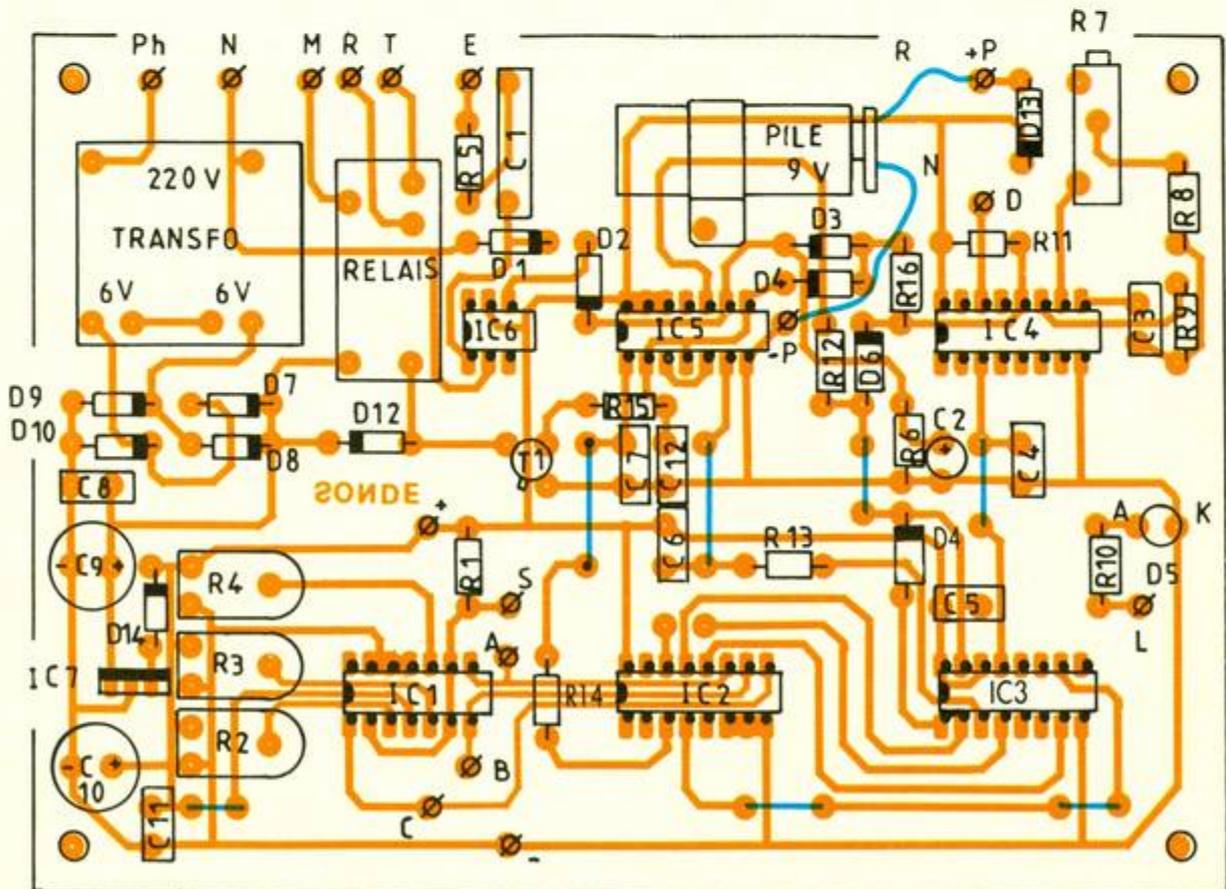
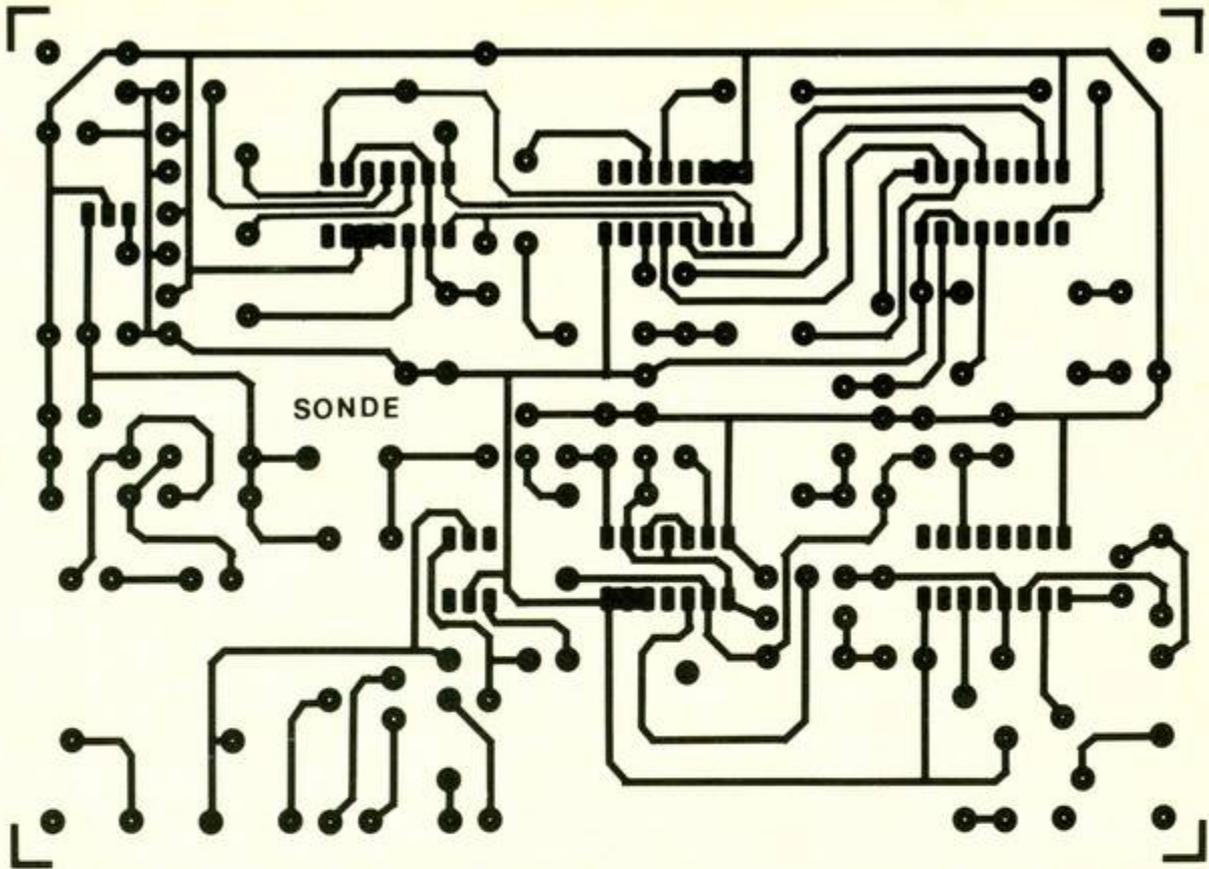
Remarques

La LED D₅ permet de faciliter le réglage des ajustables par liaisons successives avec les points A, B et C. Reliée au point D, elle donnera le contrôle de IC₄ pour régler l'oscillateur de ce dernier.

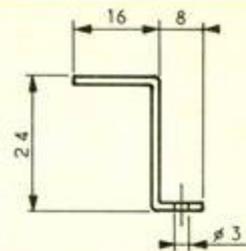
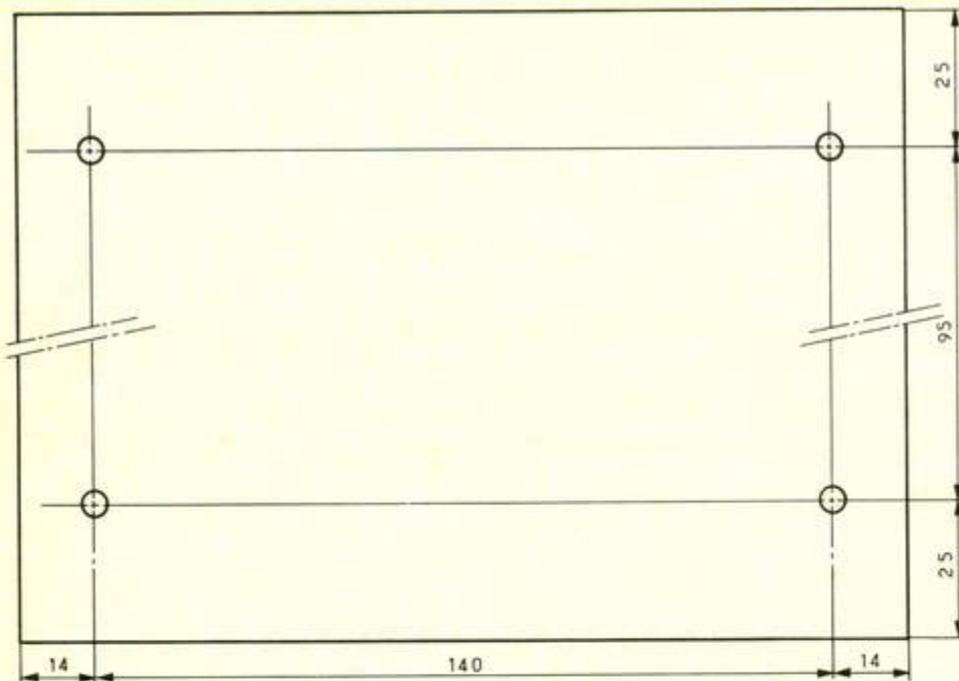
Dans le cas où la température, donc IC₂, est modifiée durant le comptage, le dispositif tient compte de cette nouvelle donnée.

4-5

Le tracé du circuit imprimé
et son implantation à l'échelle 1 :
7 straps seront à insérer.



6 Perçage du fond du coffret, réalisation de l'étrier de fixation de la pile.



Différents condensateurs de découplage sont prévus afin de préserver le montage des inévitables parasites issus du secteur.

IV – REALISATION PRATIQUE

a) Circuit imprimé

Le tracé retenu est représenté à la figure 4. Le dessin est relativement dense ; de ce fait, il est préférable de choisir la méthode photographique qui garantit, rappelons-le, un gain de temps non négligeable mais surtout supprime tout risque d'erreur.

Dans tous les cas, la plaque devra impérativement respecter les dimensions préconisées afin de pouvoir être implantée facilement dans le coffret. Le circuit étant préparé, on pourra effectuer l'opération fastidieuse mais indispensable de gravure au perchlore de fer.

Ne pas oublier de la préchauffer à environ 50° pour activer l'attaque du cuivre. Agiter régulièrement la plaque pour éviter d'emprisonner une bulle d'air.

Après un soigneux rinçage puis séchage, on pourra procéder au perçage du circuit : 0,8 mm pour les CI, 1 mm pour les petits composants, 1,2 mm pour les élé-

ments plus importants (picots, transfo, ajustable, etc.) et enfin 3 mm pour les trous de fixation.

L'insertion des composants (fig. 5) ne pose pas de problème insurmontable. Comme toujours, bien veiller au sens des composants polarisés (diodes, CI, LED, etc.).

Nous vous invitons à prévoir des supports pour les circuits intégrés. Le faible coût de ces derniers est particulièrement intéressant, et il convient de songer que le dessoudage d'un CI relève du tour de force si l'on n'est pas équipé, sans parler de la détérioration du circuit imprimé.

En cas de doute sur l'implantation d'un composant, le bon réflexe consiste à faire la comparaison avec le schéma de principe correspondant.

Effectuer une dernière vérification, la pile étant non branchée et les CI non installés. L'expérience prouve qu'à ce stade il est fréquent de déceler une anomalie.

b) Montage final

Percer le fond du coffret selon la figure 6. Prévoir également à l'arrière du boîtier les deux trous de fixation du domino. Mettre en place celui-ci.

Fixer sans la raccorder la pile de 9 V sur la plaque à l'aide d'un étrier réalisé selon la figure 6.

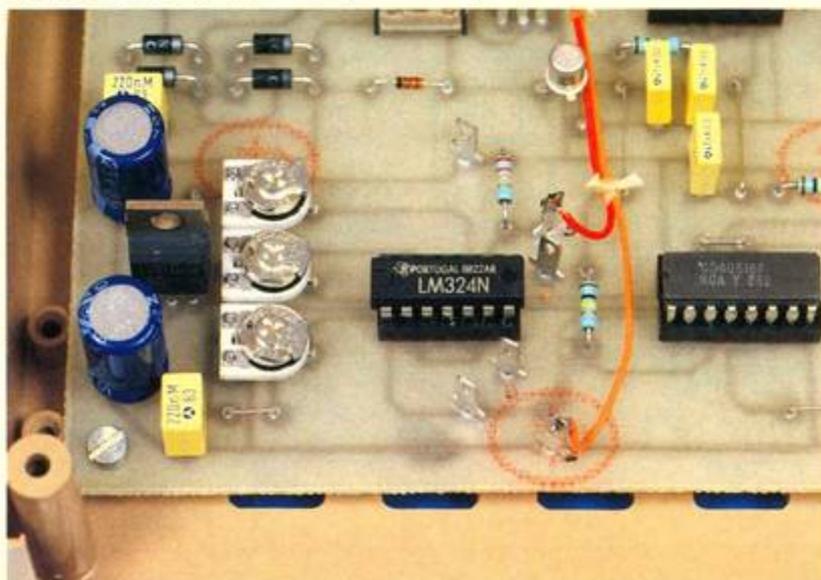
Procéder alors au câblage interne conformément à la figure 7. Cette opération n'appelle pas de remarque particulière, mis à part la nécessité d'utiliser du fil de couleur. C'est plus joli, et surtout cela évite d'éventuelles erreurs.

Dès lors, on pourra mettre en place les circuits intégrés sur leurs supports respectifs, puis effectuer un dernier contrôle de qualité. On ne doit pas accepter de câblage incertain, de soudures douteuses, etc.

c) Mise au point

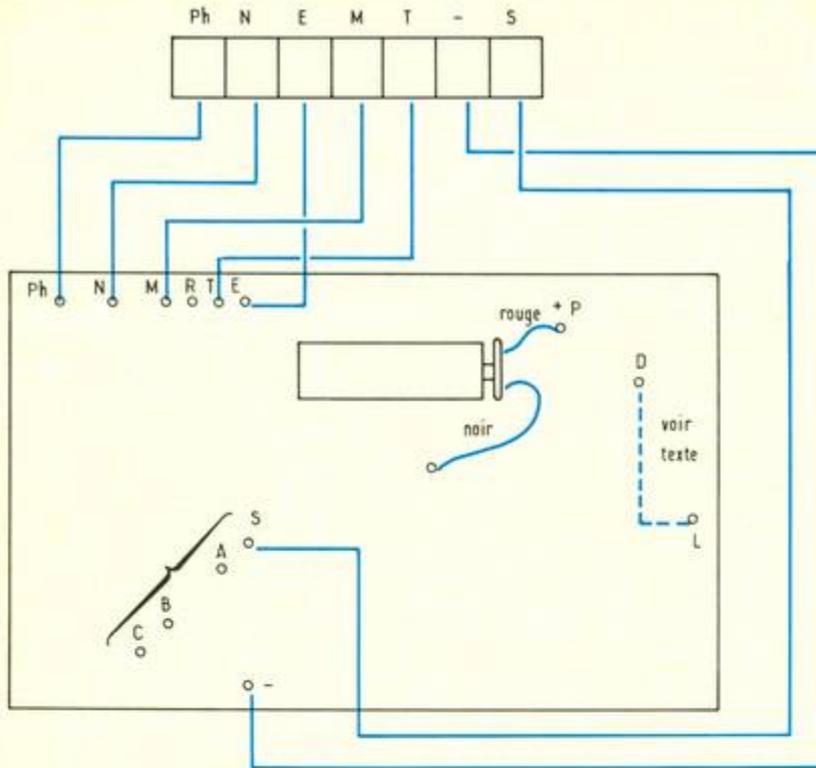
Relier provisoirement la borne L à la borne A. Raccorder la sonde sur le domino. Raccorder le mon-

Vue du LM324, regroupant 4 amplificateurs opérationnels.



7

Le câblage interne à réaliser.



tage au secteur. Plonger la partie supérieure de la CTN (sonde) dans un récipient de glace fondante (0°). Les connexions de cette sonde ne doivent pas être en contact avec l'eau.

Régler l'ajustable R₄ pour obtenir juste l'extinction de la LED de contrôle. Relier dès lors L à la borne B. Mettre la sonde dans de l'eau à 7°. Régler R₃ pour permettre juste l'extinction de la LED.

Terminer en raccordant L à C. Mettre partiellement la sonde dans de l'eau à 14°. Régler R₂ afin d'obtenir juste l'extinction de la LED.

Simuler une température basse en débranchant la sonde. Relier, avec les précautions de sécurité d'usage, la borne P_h et la borne E. Le relais doit rester au repos. Régler R₇ pour obtenir un cycle d'allumage de la LED de 16,875 s ! (voir fig. 8).

Dans ces conditions, à l'issue d'un délai de 18 mn, le relais s'enclenche, puis la LED reste éteinte.

On pourra supprimer (avec précaution) la liaison avec la borne E. Il suffira de constater l'allumage cyclique de la LED. Les lecteurs patients pourront vérifier le passage au repos du relais avec un retard de 72 mn, suivi de l'extinction de la LED.

On contrôlera alors éventuellement pour chaque gamme de température le respect des temporisations prévues au tableau en soumettant bien sur la sonde à la température correspondante.

Il vous suffira, si cela n'est pas déjà fait, de monter une horloge de programmation (journalière ou mieux hebdomadaire) sur votre installation de chauffage. Le raccordement s'effectuera selon la figure 9.

Il importe cependant de veiller à ce que chaque ordre de commutation de l'horloge soit programmé systématiquement avec une avance de 1 h 30 pour compenser le fonctionnement de ce montage.

Particulièrement indiqué si vous souhaitez diminuer vos dépenses de chauffage, ce montage optimisera le fonctionnement de l'installation, sans pénaliser votre confort.

Nous vous souhaitons simplement que le premier cas d'anticipation n'ait pas à servir trop souvent.

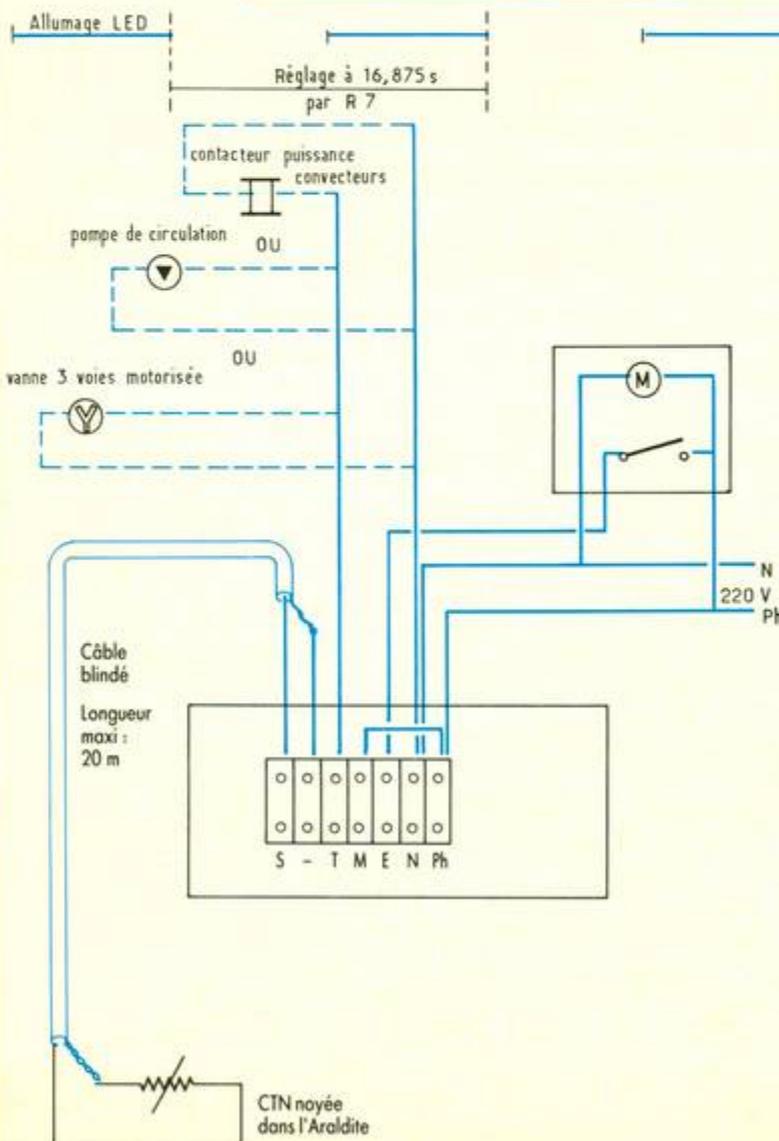
Daniel ROVERCH

8

Réglage de l'oscillateur.

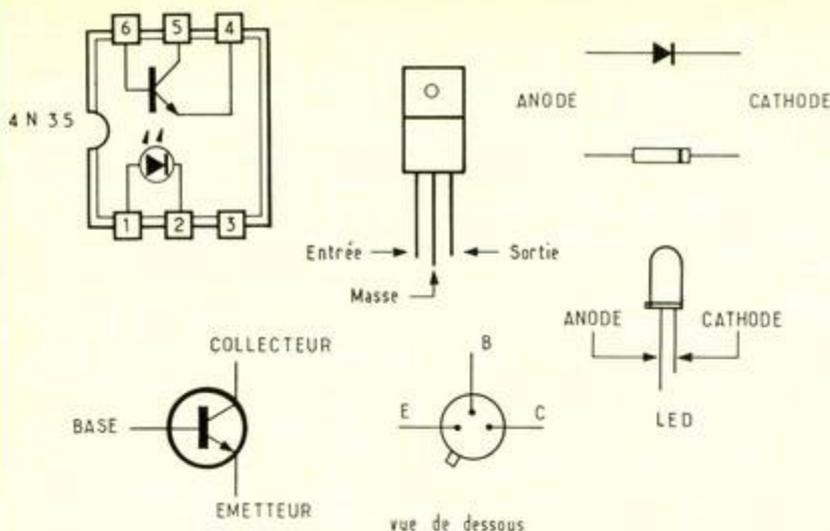
9

Exemples de raccordement du module à l'installation.



10

Brochages de composants utilisés.



LISTE DES COMPOSANTS

R_1 : 22 k Ω (rouge, rouge, orange)
 R_2, R_3, R_4 : ajustable 10 k Ω horizontal
 R_5 : 3,3 k Ω (orange, orange, rouge)
 R_6 : 10 k Ω (brun, noir, orange)
 R_7 : ajustable 100 k Ω 10 tours
 R_8 : 120 k Ω (brun, rouge, jaune)
 R_9 : 100 k Ω (brun, noir, jaune)

R_{10} : 1,8 k Ω (brun, gris, rouge)
 R_{11} : 100 k Ω (brun, noir, jaune)
 R_{12} : 1 k Ω (brun, noir, rouge)
 R_{13}, R_{14} : 100 k Ω (brun, noir, jaune)
 R_{15} : 10 k Ω (brun, noir, orange)
 R_{16} : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)

C_1 : 47 nF 400 V plastique
 C_2 : 10 μ F 25 V chimique vertical
 C_3 : 220 nF plastique
 C_4, C_5, C_6, C_7 : 47 nF plastique

C_8 : 220 nF plastique
 C_9, C_{10} : 220 μ F 25 V chimique vertical
 C_{11} : 220 nF plastique
 C_{12} : 47 nF plastique

IC_1 : LM 324
 IC_2 : 4051
 IC_3 : 4017
 IC_4 : 4060
 IC_5 : 4001
 IC_6 : photocoupleur 4N35 ou équivalent
 IC_7 : 7812

T_1 : 2N 2222

D_1 : 1N 4007
 D_2, D_3, D_4 : 1N 4148
 D_5 : LED rouge 3 mm
 D_6 : 1N 4148
 D_7, D_8, D_9, D_{10} : 1N 4007
 D_{11}, D_{12} : 1N 4148
1 transfo 220 V/2 x 6 V/1,7 VA
1 relais Finder 12 V 1 RT 10 A
2 supports DIL 14
3 supports DIL 16
1 coupleur pile 9 V
1 pile 9 V
1 circuit imprimé
1 coffret RETEX Elbox RE2
1 domino 7 bornes
1 CTN 22 k Ω
Fils, vis, picots, etc.

LES ENCYCLOPÉDIES PRATIQUES DE L'ÉLECTRONIQUE ET DU MICRO-ORDINATEUR.

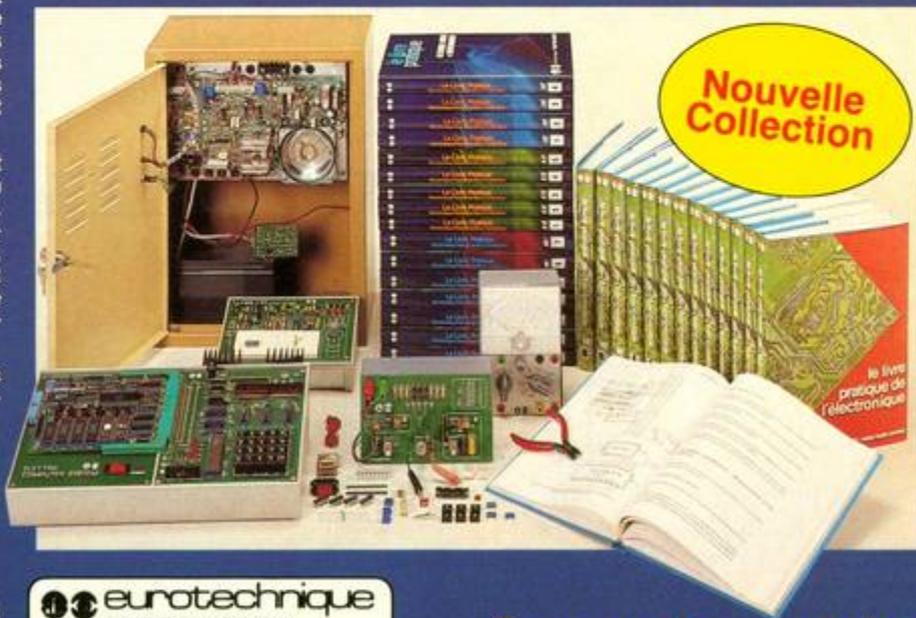
COMPRENDRE Pratiques, ces deux encyclopédies vous font entrer de plain pied dans le domaine passionnant de l'Électronique : des volumes reliés, des chapitres clairs et détaillés abondamment illustrés de figures et de schémas. Une œuvre considérable mais accessible à tous, que vous pourrez consulter à tout moment.

FAIRE Equipées, ces encyclopédies vous sont livrées avec un abondant matériel, en coffrets, pour une application pratique immédiate. Vous réalisez ainsi une centaine d'expériences passionnantes pour passer ensuite sans difficulté, grâce à des directives très claires et précises, aux réalisations définitives telles que votre Centrale d'alarme ou votre Micro-ordinateur, en vous constituant, de plus, un véritable laboratoire.

SAVOIR Conçues par des ingénieurs, des professeurs et des techniciens hautement qualifiés, ces encyclopédies rendent accessibles à tous les secrets de ces techniques de pointe, grâce à une méthode simple originale mais efficace : FAIRE POUR SAVOIR.

2 encyclopédies qui doivent absolument figurer dans votre bibliothèque !

- Le Livre Pratique de l'Électronique : 13 volumes, 13 coffrets de matériel.
- Le Livre Pratique de l'Électronique Digitale et du Micro-ordinateur : 16 volumes, 16 coffrets de matériel.



eurotechnique
FAIRE POUR SAVOIR
rue Fernand-Holweck, 21100 Dijon

Renvoyez vite ce bon

BON POUR UNE DOCUMENTATION GRATUITE

à compléter et à retourner aujourd'hui
à EUROTECHNIQUE
rue Fernand Holweck - 21000 DIJON

Je désire recevoir gratuitement et sans engagement de ma part votre documentation sur :

LE LIVRE PRATIQUE DE L'ÉLECTRONIQUE 01271
 LE LIVRE PRATIQUE DE L'ÉLECTRONIQUE DIGITALE ET DU MICRO-ORDINATEUR

Nom _____ Prénom _____
Adresse _____
Code Postal _____ Ville _____

CONNAITRE ET COMPRENDRE LES CIRCUITS INTEGRES

FICHE TECHNIQUE N° 44 CD 4541

Le CD 4541 est une base de temps programmable comportant essentiellement un compteur binaire de seize étages. Il entre dans toutes les applications faisant appel à des temporisations de durée relativement importante. Il trouve également sa place parmi les différents diviseurs programmables de fréquence.

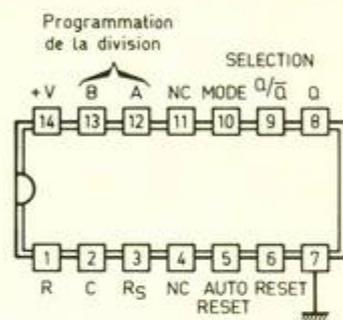
CARACTERISTIQUES GENERALES

- Alimentation : 3 à 15 V.
- Consommation : environ $1 \mu A$, si absence de débit sur la sortie.
- Débit sur la sortie : quelques milliampères ; compatible avec entrées TTL.
- Quatre divisions programmables : 2^8 , 2^{10} , 2^{13} et 2^{16} .
- Oscillateur incorporé ou extérieur.
- Fréquence de comptage : jusqu'à 100 kHz (en interne) et plusieurs MHz (en externe).

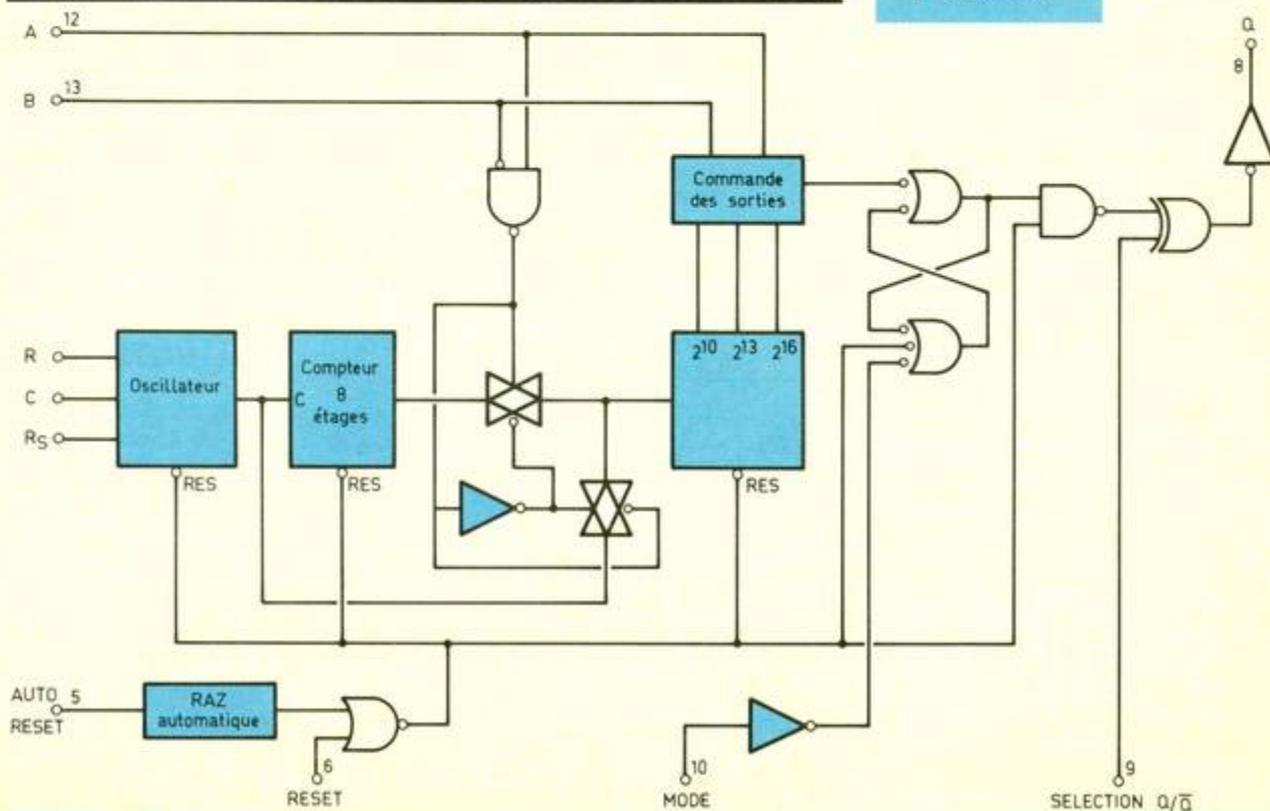
- Dispositif automatique d'initialisation à la mise sous tension.
- Dispositif extérieur d'initialisation.
- Utilisation cyclique ou seulement sur un cycle.
- Possibilité de délivrer sur la sortie une logique positive ou négative.

BROCHAGE (fig. 1)

Le boîtier comporte 14 broches disposées en 2 rangées de 7. La broche n° 14 est réservée au « plus » de l'alimentation tandis que la broche n° 7 est à relier au



1 Brochage du CD 4541.



2 Diagramme fonctionnel de la base de temps programmable.

3 Tables de fonctionnement indiquant les diverses possibilités de programmation des entrées.

Broche	Entrée	Niveau	
		0	1
5	AUTO-RESET	RAZ automatique à la mise sous tension	RAZ automatique neutralisée
6	RESET	Base de temps opérationnelle	RAZ provoquée de tous les compteurs
9	SELECTION Q/ \bar{Q}	Q état bas après RAZ	Q état haut après RAZ
10	MODE	1 seul cycle	Cycle continu

Entrées de programmation		Rang de l'étage de sortie	Nombre diviseur
A	B		
0	0	13	8192
0	1	10	1024
1	0	8	256
1	1	16	65536

« moins ». Les broches n^{os} 4 et 11 ne sont pas connectées à la structure interne du circuit intégré. La programmation des quatre divisions possibles s'effectue par l'intermédiaire des deux entrées d'adressage A et B correspondant respectivement aux broches n^{os} 12 et 13. Le mode de fonctionnement souhaité, un cycle unique ou le cycle continu, se détermine par l'entrée « Mode » (broche n^o 10). Grâce à l'entrée « Sélection Q/ \bar{Q} » reliée à la broche n^o 9, il est possible de recueillir sur la sortie des signaux en logique positive ou négative. L'entrée « Reset » correspond à la broche n^o 6 et permet la remise à zéro des compteurs. Quant à la broche n^o 5, elle est reliée à la fonction « Auto Reset » et assure la remise à zéro lors de la mise sous tension. Les entrées R et R_S (broche n^{os} 1 et 3) sont à relier à deux résistances extérieures pour constituer avec l'entrée C (broche n^o 2) reliée à une capacité, les éléments périphériques extérieurs destinés au fonctionnement de l'oscillateur interne.

Le boîtier ne comporte qu'une seule sortie Q sur laquelle on recueille les signaux utilisables.

FONCTIONNEMENT

(fig. 2 et 3)

La période de base du signal issu de l'oscillateur interne dépend essentiellement des valeurs de R et de C. La période peut se déterminer par la relation $T \approx 2,3 \times R \times C$, pour les fréquences usuelles telles que $1 \text{ kHz} \leq f \leq 100 \text{ kHz}$. La valeur de R_S n'entre pas dans le calcul de la période : elle contribue à une meilleure stabilité du montage ; on la choisit généralement supérieure à 10 k Ω et telle que R_S \approx 2 R. Les trois composants R, C et R_S respectivement reliés aux entrées 1, 2 et 3 ont leurs autres extrémités connectées en un point unique. Il est nécessaire de choisir C parmi les capacités non polarisées étant donné le mode de charge et de décharge mis en œuvre.

Il est possible de faire appel à une base de temps extérieure. Dans ce cas, les signaux d'entrée sont à présenter sur l'entrée 3, tandis que les broches n^{os} 1 et 2 (qui sont en réalité des sorties de porte) ne sont à relier à aucun élément ou polarité. Il convient de noter que le comptage s'effectue au rythme des fronts positifs disponibles sur la broche n^o 3. Grâce aux entrées A et B, il est possible de déterminer le nombre N par lequel se réalise la division de la fréquence des créneaux délivrés par l'oscillateur. Le second tableau de la figure 3 indique le principe du codage retenu pour aboutir aux quatre valeurs possibles de N : 256, 1 024, 8 192 et 65 536.

Lorsque l'on relie l'entrée « Auto-Reset » à un état bas, il se produit, au moment de la mise sous tension du circuit intégré, une initialisation complète, à savoir :

- la remise à zéro de tous les seize étages ;
- la remise à zéro de l'oscillateur incorporé.

Si cette entrée est soumise à un état haut, la fonction Auto-Reset est neutralisée et l'ensemble se positionne de façon quelconque au moment de la mise sous tension.

L'entrée « Reset » est destinée à assurer la même initialisation que ci-dessus, mais commandée à n'importe quel instant, de l'extérieur, c'est-à-dire après la première mise sous tension. Cette remise à zéro générale se réalise pour toute impulsion positive présentée sur cette entrée. Si on maintient l'état haut sur cette entrée, l'ensemble oscillateur et compteurs reste bloqué.

Pour un fonctionnement libre de la base de temps, l'entrée « Reset » est à relier à un état bas.

Lorsque l'entrée « Sélection Q/ \bar{Q} » est soumise à un état bas, la sortie Q présente un état bas après une opération d'initialisation. Si cette entrée est au contraire reliée à un état haut, la sortie Q est à l'état haut après l'initialisation. Cette entrée confère au circuit intégré davantage de souplesse dans l'utilisation.

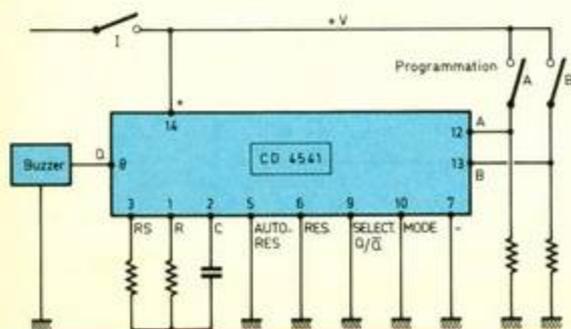
Si l'entrée « Mode » est reliée à un état haut, la base de temps fonctionne en cycle continu, c'est-à-dire que l'on constate sur la sortie Q une période complète après « N » oscillations élémentaires issues de l'oscillateur, et cela de manière continue.

Mais si on soumet cette entrée à un état bas, il se produit seulement un seul cycle, ou, pour être tout à fait précis, un demi-cycle. En effet, si la programmation retenue est N, on constate un changement d'état de la sortie Q, après N/2 oscillations de base. A ce moment, la sortie Q reste bloquée sur cet état, bien que les oscillations internes se poursuivent. Pour déverrouiller le dispositif, il est nécessaire de provoquer une remise à zéro.

UTILISATION (fig. 4)

L'exemple illustré est un temporisateur à quatre durées programmables par les interrupteurs A et B. Il prend son départ au moment de la fermeture de l'interrupteur général I, avec une initialisation automatique.

Lorsque la durée programmée est atteinte, un état haut apparaît sur la sortie Q : un buzzer entre aussitôt en action. Il suffit d'ouvrir l'interrupteur I pour l'arrêter si bien qu'il n'y a aucune consommation de veille.



4 Exemple d'un temporisateur à quatre durées programmables par interrupteurs.

LOGIC-03



Après l'analyse de la mise en œuvre du module LO-2, nous définirons les portes ET et ET-NON et dresserons la liste de circuits disponibles. Ce sera aussi l'occasion de faire une première synthèse, de présenter quelques exercices et de vous habituer aux manipulations avec les modules présentés. Vous trouverez les fiches techniques récapitulatives des caractéristiques des modules LO-1 et LO-2 à la fin de ce troisième volet, que vous pourrez détacher.

TEST DU MODULE LO-2

Fig. 1 et 2

Reportez-vous au précédent volet pour avoir le détail du schéma et de la réalisation du module et pour pouvoir y intervenir le cas échéant. La fiche technique de ce module rappelle les caractéristiques utiles à la mise en œuvre (symbole, entrées, sorties, brochage connecteur...).

TEST PSEUDO-STATIQUE

Fig. 1

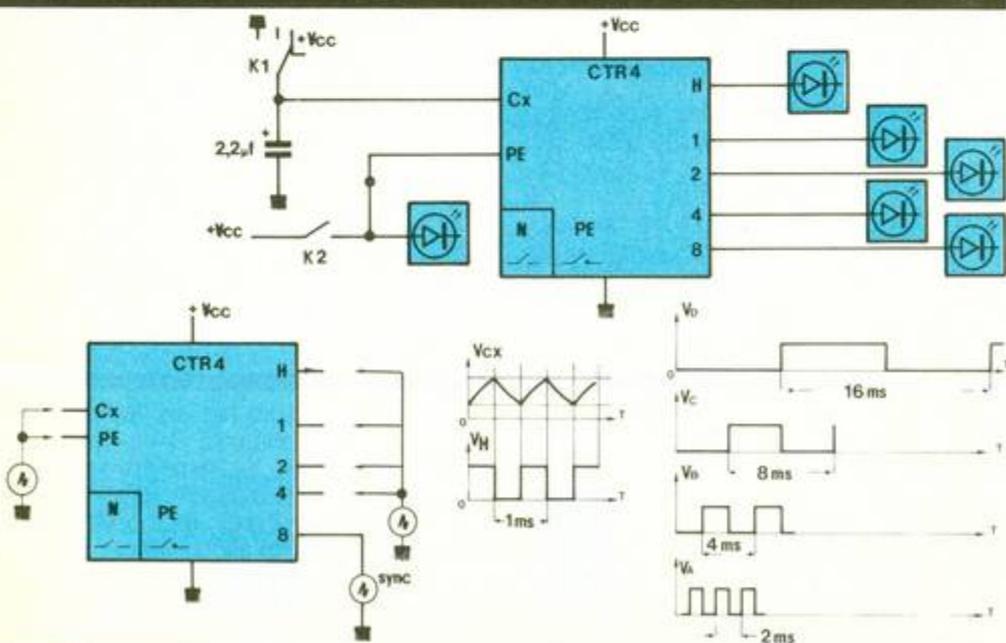
Le premier test ne nécessite pas l'emploi de l'oscilloscope, mais permet de vérifier rapidement le bon fonctionnement à l'aide du

module LO-1. On associe le module LO-2 à cinq cellules visualisation, deux interrupteurs K_1 , K_2 et un condensateur, conformément à la figure 1. En Cx est connecté un interrupteur à trois positions K_1 et un condensateur de $2,2 \mu\text{F}$ électrochimique (16 V). En PE, on utilise un interrupteur à deux positions K_2 (qu'on pourrait remplacer par k_1 ou k_2 du module LO-1). On relie des cellules de visualisation aux sorties H, 1, 2, 4, 8, ainsi qu'en PE (entrée-sortie). La tension d'alimentation est quelconque mais comprise dans la plage d'alimentation du module (par exemple 12 V).

En premier, on vérifie le fonctionnement de l'oscillateur : K_1 fermé au + Vcc, comme indiqué

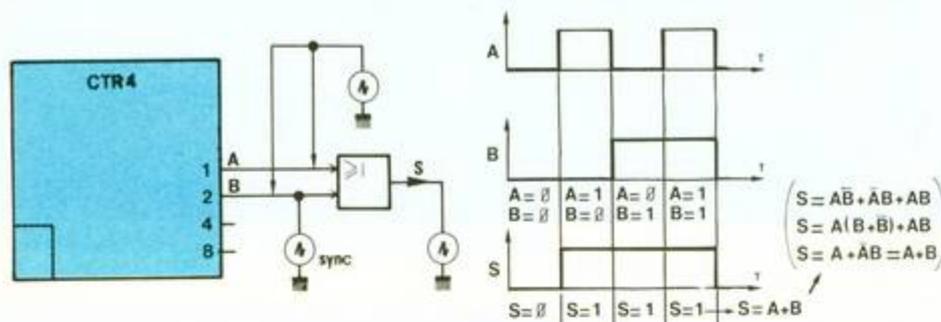
sur la figure, la sortie H (ou F_0) doit être à ϕ (DEL éteinte). K_1 basculé sur la position 0 V, la DEL doit s'allumer, $H = 1$. En position centrale de K_1 , la DEL en H doit clignoter à une cadence proche de 0,5 Hz (allumée 1 seconde, éteinte 1 seconde). Otez le condensateur, la DEL semblera mi-allumée, car elle clignote alors à une fréquence de 1 kHz environ. Changez la valeur de C ($0,47 \mu\text{F}$...), vous observez un changement de fréquence (cf. formule). Si le fonctionnement est incorrect, vérifiez le câblage d'essai (connecteur...), l'alimentation, l'implantation de IC_1 , R_1 , C_1 du module. Recâblez le condensateur ($2,2 \mu\text{F}$) pour la suite.

On vérifie maintenant la présélection du circuit. Fermez l'interrupteur K_2 et vérifiez la DEL allumée. Agissez sur les interrupteurs mini-dip $k_3 k_2 k_1 k_0$ du module et vérifiez leur action sur les sorties. Vous remarquez que k_3 contrôle la sortie 8 (ou D ou 2^3), que k_2 contrôle la sortie 4, k_1 la sortie 2 et k_0 la sortie 1 (ou A ou 2^0) ; sinon, vérifiez l'implantation de IC_2 , k_4 à k_0 , R_2 à R_6 . La combinaison des interrupteurs est rappelée sur le symbole par la lettre N ; ainsi, si le texte définit $N = \phi \phi 1 \phi$, $k_3 = \phi$, $k_2 = \phi$, $k_1 = 1$, $k_0 = \phi$. Les DEL sur ces sorties permettent de vérifier la correspondance avec celles câblées sur le module ; si l'affichage correspond, les DEL connectées sur ces sorties sont désormais inutiles. Sinon, vérifiez l'implantation de IC_1 , D_1 à D_4 , R_7 à R_{10} . Vous remarquez aussi que K_2 n'a pas d'action sur H dont la DEL conti-



1 Test du module LO-2.

2 Test dynamique du module LO-2.



nue à clignoter (H défini par l'entrée Cx). Ouvrez maintenant K₂, la DEL PE doit s'éteindre. Sans vous occuper des sorties, appuyez sur K₄ du module (repéré PE dans le symbole) ; la DEL PE doit s'allumer le temps de l'appui ; les sorties sont alors bloquées sur la combinaison N.

On vérifie enfin le séquençement des codes. Fixez N à $\phi\phi\phi\phi$, les sorties 8, 4, 2, 1 sont à l'état ϕ (DEL éteintes), avec K₂ fermé et K₁ en position centrale. La DEL en H clignote. Ouvrez maintenant K₂ ou décâblez-le. L'état des sorties 8, 4, 2, 1 change chaque fois que la DEL en H s'allume (front montant de H). Les combinaisons se succèdent selon la table (fig. LO2.2) : $\phi\phi\phi\phi$, $\phi\phi\phi 1$, $\phi\phi 1\phi$... jusqu'à 1111 pour recommencer à $\phi\phi\phi\phi$... et ce au rythme de H (0,5 Hz). Agissez brièvement sur le poussoir PE du module et vérifiez le redémarrage de la séquence en $\phi\phi\phi\phi$... et ce au rythme de H (0,5 Hz). Agissez brièvement sur le poussoir PE du module et vérifiez le redémarrage de la séquence en $\phi\phi\phi\phi$. Si vous maintenez PE ou fermez K₂, les sorties sont forcées au code de N (présélection à N, $\phi\phi\phi\phi$ en l'occurrence). La commande de présélection est prioritaire sur la commande H qui incrémente la séquence. Changez N et vérifiez que votre séquence démarre à cette nouvelle valeur, pour chaque appui sur PE ; mais le cycle complet reste inchangé. Si vous fermez K₁, au + Vcc ou au 0 V, vous bloquez le séquençement, les sorties ne changent plus d'état (sauf si vous agissez sur PE). Nota : il se peut qu'en relâchant PE, les sorties changent aussitôt d'état, car le front montant de H peut arriver juste après avoir relâché de la touche ; en appuyant sur PE juste après l'allumage de la DEL en H, il n'y aura pas d'aléa.

TEST DYNAMIQUE

Fig. 2

Ce second test nécessite l'oscilloscope, mais la vérification du module LO-2 sera rigoureuse. L'oscilloscope sera synchronisé en mode déclenché sur front descendant. Un oscilloscope monovoie convient s'il dispose d'une entrée de synchro externe qui sera connectée à la sortie 8, la voie (Y) servant à visualiser les signaux. Un modèle bicourbe est plus pratique, puisqu'il permet de visualiser deux signaux sur le même principe ou de se synchroniser sur une des voies. Mais en logique, on a souvent plus de deux voies à observer, et on se tourne alors vers l'analyseur logique. Un tel appareil est inabordable, aussi un prochain module permettra à votre oscilloscope de visualiser plus de huit voies.

La voie Y de l'oscilloscope est positionnée successivement sur les sorties H, 8, 4, 2, 1 et PE (entrée-sortie), comme indiqué en figure 2. En H, on observe un signal carré, d'amplitude 0V/+ Vcc, de période proche de 1 ms car il y a pas de condensateur externe. Le réglage à 1 ms exactement est sans importance, mais vous pouvez retoucher R₁. Sur les sorties 1, 2, 4, 8, on observe des signaux carrés de même amplitude et de périodes respectives : 2 ms, 4 ms, 8 ms et 16 ms. Pour observer le signal en Cx, vous devez utiliser la sonde 10 M Ω de l'oscilloscope (R₁ est élevée, la résistance d'entrée de l'oscilloscope standard empêche le fonctionnement de l'oscillateur). L'allure de ces signaux est représentée sur la figure 2, et c'est ce que vous devez relever si votre synchronisation de l'oscilloscope est correcte. Les DEL du module LO-2 sont faiblement éclairées car elles clignotent à une ca-

dence de plus de 50 Hz. Pour vérifier la présélection, appuyez sur PE et regardez les signaux PE, 8, 4, 2, 1 et H ; mais attention, l'oscilloscope doit être en balayage continu (non déclenché par la sortie 8). L'état des sorties 8, 4, 2, 1 sera défini par N. L'éclairage des DEL sera alors optimal car elles ne clignotent plus.

Si votre module vérifie ces tests, il est opérationnel. Sinon, vérifiez la partie concernée puisque le test est progressif et vous permet de situer la panne. Si le test et le dépannage ne vous sont pas familiers, vérifiez votre circuit imprimé, votre câblage, l'implantation des composants polarisés et des circuits dans les supports, le câblage des liaisons au connecteur du module pour la manipulation (test), l'alimentation, et sinon changez les composants !

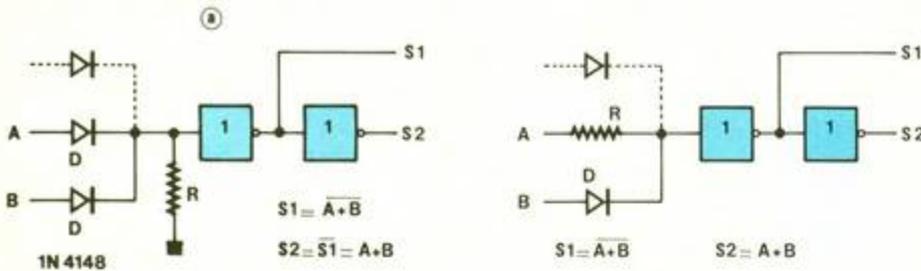
On indiquera la tension d'alimentation du module uniquement si c'est nécessaire, mais n'oubliez pas d'alimenter le module en pratique ! Sans indication, la fiche technique des modules associés et le montage définiront la plage d'alimentation maximale (3 V à 18 V maxi), mais aussi une plage restreinte conseillée (5 V à 15 V le plus souvent).

UTILISATION DU MODULE LO-2

Fig. 3

Vous aviez testé une porte OU, dans le volet précédent, en vérifiant toutes les combinaisons possibles (4 pour une porte 2 entrées), grâce au module LO-1, ce qui était assez long car il fallait manœuvrer les interrupteurs. Le module LO-2 va vous en dispenser puisqu'il va générer les diverses combinaisons, en séquence, dans l'ordre défini (cf. fiche technique). Si vous regardez la séquence des sorties 2 et 1 (B, A), vous remarquez les combinaisons de BA ($\phi\phi\phi 1 1\phi 11$) qui se répètent quatre fois dans la séquence. En utilisant seulement A et B, on a un cycle de 4 combinaisons qui se répètent. En se limitant à A, le cycle est de deux combinaisons ; avec A, B et C, huit combinaisons, et seize combinaisons avec les quatre variables. Si on connecte une porte connue, par exemple OU, sur ces signaux B et A, sa sortie prendra respectivement les états imposés par l'opérateur logique : $\phi 1 1 1$

4 Remarque à propos du OU à diodes.



car BA prennent respectivement les valeurs $\phi\phi$, $\phi 1$ et 11 . Il y a deux méthodes de test de porte (ou d'association) : la méthode statique (1), avec deux choix :

1° Fixer PE à l'état 1 par K_2 externe au module, connecter une cellule de visualisation à la sortie S de la porte OU et définir les combinaisons avec N ; c'est une méthode pas à pas, qui remplace le module LO-1, mais qui est lente et peu pratique à cause des interrupteurs mini-dip. On peut toutefois l'utiliser une fois pour se convaincre du résultat.

2° L'autre solution consiste à connecter un condensateur externe au module LO-2 qui rend visible le rythme du séquençement, ainsi qu'une cellule de visualisation à la sortie S de la porte OU et fixer N = $\phi\phi\phi\phi$; appuyez sur PE, la séquence démarre à N et la DEL visualise la succession des états de la sortie, soit $\phi 1 1 1$, à la cadence de H. Modifiez la valeur du condensateur selon votre vitesse de lecture et agissez sur PE pour redémarrer le cycle. Les diodes du module LO-2 vous rappellent les états de A et B (ignorer C et D). La méthode dynamique (2) permet une visualisation rapide à l'aide de l'oscilloscope. L'oscilloscope est synchronisé sur la sortie B (2) sur front descendant, ainsi la visualisation débute comme sur les chronographes de la figure 3 qui précise les différentes combinaisons. La base de temps de l'oscilloscope sera ré-

glée pour observer les quatre états du cycle, en vérifiant les signaux A et B. Cette méthode est importante, car les circuits logiques sont souvent séquencés dans le temps, et c'est sur ce principe que repose l'utilisation de l'analyseur logique.

Pour faire la synthèse de votre pratique de l'algèbre de Boole, l'équation de la porte se vérifiera en associant les états pour lesquels la sortie S = 1, sachant que si la variable d'entrée vaut ϕ , elle sera complétée. Ainsi S = 1 pour trois cas, BA = $\phi 1$ soit $B \cdot A$, 1ϕ soit $B \cdot \bar{A}$ et il soit $B \cdot A$, ce qui donne pour S le OU logique de ces termes, soit $S = (B \cdot A) + (B \cdot \bar{A}) = (B \cdot A)$. L'algèbre de Boole permet de simplifier cette équation à $S = A + B$ comme indiqué sur la figure 3. Nota : vous ne pourrez faire cette analyse qu'après avoir lu entièrement ce volet pour connaître la relation ET, notée *, et les lois associées. La succession étant la même que celle utilisée pour définir les tables de vérité, il suffira de comparer la colonne S de la table de vérité et la succession d'états de S. Pour vous habituer à utiliser ces deux méthodes et faire la synthèse de vos connaissances, refaites ces manipulations et vérifications avec toutes les portes connues.

Vous utiliserez autant de variables que d'entrées de la porte (1, 2, 3 ou 4 au maximum). Il y aura 2ⁿ états dans le cycle, pour n entrées ; la base de temps de l'oscilloscope sera synchronisée sur

le front descendant de la dernière sortie utilisée de module LO-2 et réglée pour observer le cycle complet. Le module convient également pour tester une association de portes, comme celles en figure 10, par exemple, en se limitant à quatre entrées.

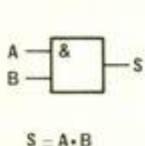
Il doit être évident que la porte en test doit être alimentée sous la même tension d'alimentation que les modules, sinon elle s'auto-alimentera (par ses entrées) et n'aura pas un fonctionnement correct. Il en est de même pour les modules entre eux. C'est la tension la plus basse qui prime.

REMARQUE

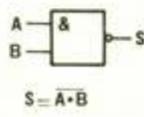
Fig. 4

On peut réaliser la fonction OU avec des diodes (une des premières technologies logiques était la « DTL » (Diode Transistor Logic) qui associait des portes OU et ET à diodes avec des transistors). Avant de définir le principe, justifions la raison de cette remarque. Lors de la conception, si votre montage nécessite un circuit (4071) partiellement utilisé, puisque seule une porte OU est câblée, il est possible de remplacer cette porte par des diodes et un résistor qui est alors plus économique (ce n'est pas le cas industriellement !). Lors de modifications de prototype, il peut être nécessaire de modifier le circuit, et il est plus simple de câbler un OU à diodes côté cuivre qu'un circuit intégré. De plus, si des opérateurs ou entrées libres sont polarisés par un résistor (fig. 2.5), il est alors très aisé d'assurer la modification.

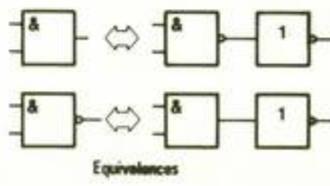
La figure 4a présente la cellule OU à deux entrées, qui utilise deux diodes D et un résistor R polarisé au 0 V. Si A = B = ϕ , les diodes sont bloquées, il n'y a pas de tension aux bornes de R (état ϕ). Si une des entrées est à 1, la diode correspondante conduit et on retrouve la tension d'entrée, à la chute de tension de D près, donc un état 1. Il en est de même si les deux entrées sont à 1, où un équilibre s'établit entre la conduction simultanée des diodes. Si on veut rajouter une (ou plusieurs) entrée(s), il suffit de connecter une (ou plusieurs) diode(s) comme indiqué en pointillé sur la figure. Mais ce montage a un inconvénient : l'état de la sortie (aux bornes de R) varie



(a)

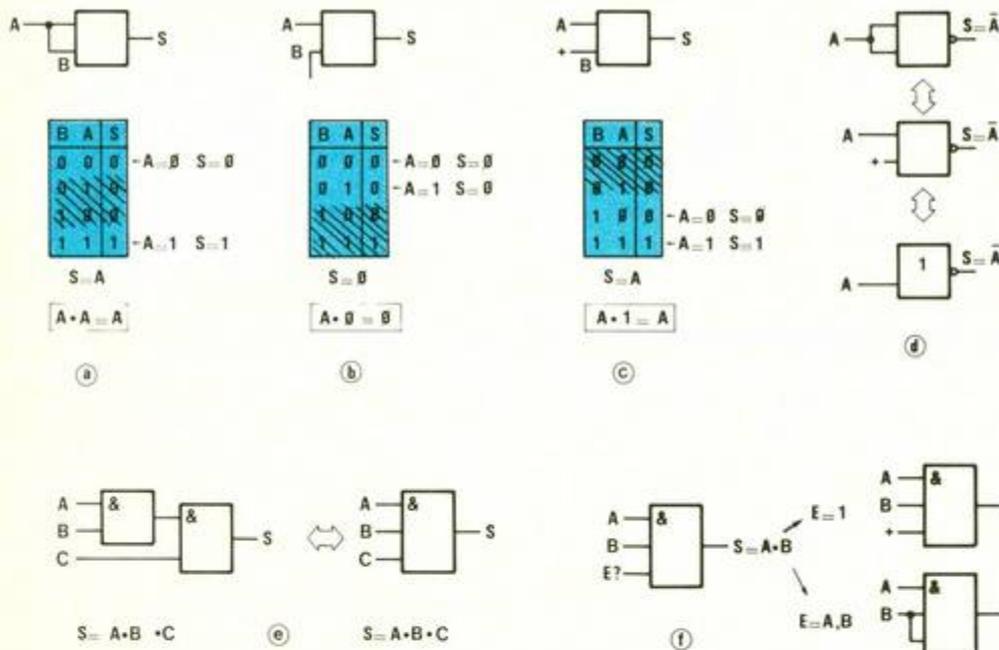


(b)



(c)

5 Porte ET et porte ET-NON.



selon la tension d'entrée et le courant en sortie. Le moyen de s'en affranchir est de commander les entrées de la porte à diodes par des signaux issus de portes CMOS et de connecter sa sortie à une porte CMOS. Si on veut une porte OU, on connectera en sortie une porte OUI ou deux portes NON en série (S_2) ; si on veut une porte OU-NON, on connectera une porte Non (S_1).

La figure 4b est la variante économique. Elle vous permet d'économiser une diode. Sachant que le courant à l'entrée de la porte CMOS est quasiment nul, il n'y a pas de chute de tension dans R, ainsi câblée. Ainsi, si D est bloquée, l'état est défini par l'entrée A. La diode est bloquée si $B = \phi$. Si $B = 1$, la diode ne conduit que si $A = \phi$, mais l'état en entrée de la porte CMOS reste 1 quel que soit A ; si $A = 1$, la diode ne conduit pas, mais l'état reste 1. En conclusion, l'état à l'entrée de la porte CMOS ne sera ϕ que si $B = \phi$ (D bloquée) et $A = \phi$ (car, pour $B = \phi$, A définit l'état), réalisant bien la fonction OU. On augmente le nombre d'entrées comme précédemment, en rajoutant des diodes.

La méthode décrite en 3 doit vous permettre de vérifier cette remarque à l'aide du module LO-2. La diode D sera une 1N4148, et R vaudra indifféremment de 10 k Ω à 100 k Ω . La tension d'alimentation est quelconque et dé-

finie par celle de la porte C.MOS. Il est possible de remplacer les portes NON utilisées sur l'exemple par des portes d'autres types, mais le moyen le plus simple lors de la manipulation d'essai est d'utiliser directement une cellule de visualisation puisque son entrée est compatible CMOS.

PORTES ET ET ET-NON

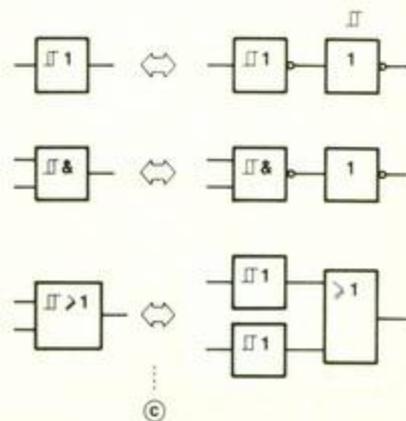
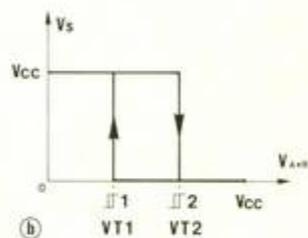
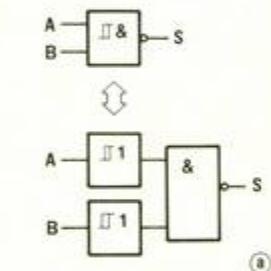
Fig. 5

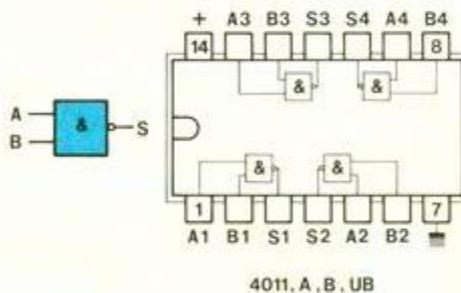
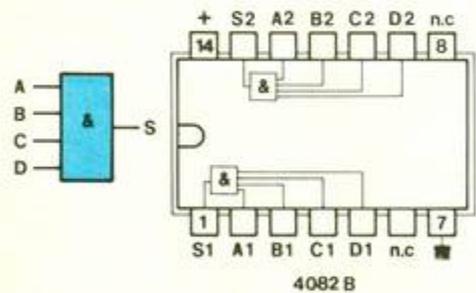
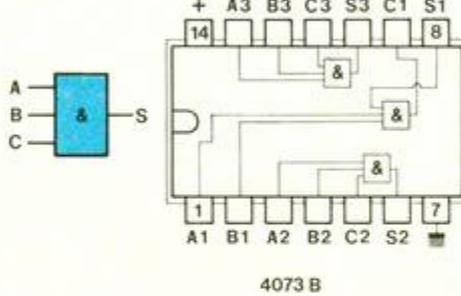
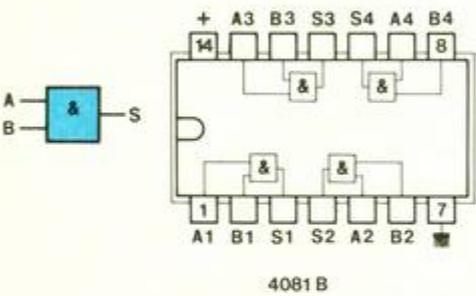
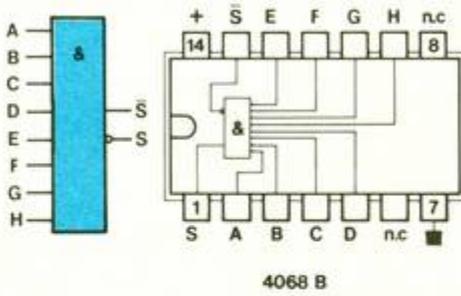
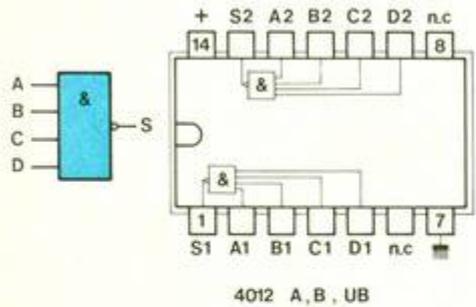
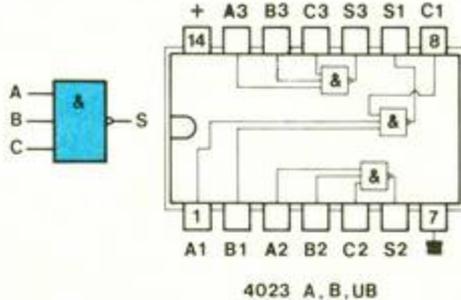
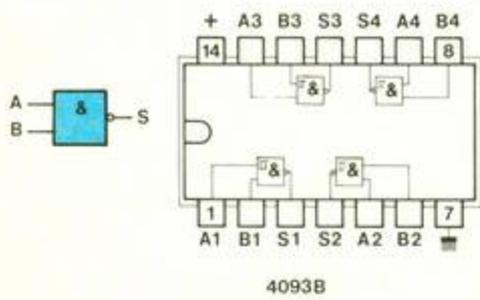
On représente une porte ET (« AND ») et une porte NON-ET (« NAND »), par des symboles semblables [&], qui se différencient entre eux par la boule de complémentation, comme c'était le cas pour les portes OU et OU-NON. Comme l'indiquent les tables de vérité, une porte ET (fig. 3.5a) ne verra sa sortie à 1 que si l'entrée A ET l'entrée B sont à l'état 1, qui est bien sûr le cas unique de la table de vérité $BA = 11$ $S = 1$. On note la relation $S = A*B$ (en informatique binaire, on écrit $S = A*B$ au lieu de $A.B$, autre écriture possible, car « * » est le symbole - multiplié - comme le « . » en mathématiques) pour exprimer une relation ET entre A et B ; l'écriture respecte les mêmes règles qu'en algèbre classique. On pourrait omettre le « . » ou le « * », mais c'est déconseillé car les variables peuvent prendre plusieurs lettres et il y a risque d'ambiguïté. Le texte de LOGIC-n utilise la nota-

tion informatique, contrairement aux figures, ceci afin d'éviter la confusion avec les « . » de fin de phrase ; alors rappelez-vous que $A*B = A.B$!

La porte ET-NON (figure 5b) s'obtient en complémentant S, donc une porte qui ne se caractérise par un état ϕ que si $A = B = 1$, et l'équation est $S = \overline{A*B}$. La figure 5b présente les équivalences pour réaliser une porte ET avec une porte ET-NON et une porte NON, ainsi que l'inverse.

On peut également réaliser une porte ET à diodes en inversant les sens des diodes de la figure 3.4 et en reliant R au + V_{cc} dans la figure 4a. Dès qu'une entrée sera à ϕ , la diode correspondante conduira et fixera l'entrée de la porte CMOS à ϕ . Cette entrée ne sera à 1 que si toutes les diodes sont bloquées, donc pour toutes les entrées du ET à diodes à l'état 1. La version optimisée est





également possible, en inversant simplement le sens des diodes. Procédez à la manipulation de vérification, comme pour la porte OU à diodes, et comparez la table d'analyse obtenue avec celle de la porte ET. Sauf erreur de montage, les tables sont identiques puisque la fonction est la même. Il n'est pas possible d'associer directement des portes à diodes, de type identique ou différent, pour les raisons définies en 4.

ASSOCIATIONS ET LOIS Fig. 6

Comme en figure 2.10, diverses lois s'appliquent sur la fonction logique ET, lois que l'on retrouve de la même manière que pour la porte OU. Ainsi, en 6a, entrées reliées, soit $A = B$; $A = \phi$, $S = \phi$, $A = 1$, $S = 1$, donc $S = A$ et la première loi est $A * A = A$. En 6b, une entrée à ϕ , $A = \phi$, $S = \phi$, $A = 1$, $S = \phi$, donc S reste à ϕ quel que soit A , et la loi est $A * \phi = \phi$. En 6c, une

entrée au + Vcc, donc à l'état 1, $A = \phi$, $S = \phi$, $A = 1$, $S = 1$, donc $S = A$ et la loi est $A * 1 = A$. En 6d, on résume les lois s'associant à la porte ET-NON puisqu'il suffit de compléter celles définies précédemment. On constate l'équivalence avec une porte NON, si on câble l'entrée libre au + Vcc ou à l'autre entrée, donc $S = /A$.

En 6e, on câble deux portes ET ensemble, ce qui vérifie l'associativité, soit $S = (A * B) * C = (A * B * C) = A * B * C$; les parenthèses n'apparaîtront que pour mettre en valeur un terme, ou par nécessité d'écriture. On pourra donc associer des portes ET ou utiliser des portes à plusieurs entrées.

En 6e, on veut utiliser une porte à trois entrées, comme si c'était une porte à deux entrées (afin d'optimiser le montage). Quel état doit-on appliquer en E pour avoir l'équivalence? On a $S = A * B * E$ et on désire $S = A * B$. Pour trouver, il faut se servir des lois sur la relation ET. On sait que $A * A = A$. Ainsi, si $E = A$, $S = A * B * A = (A * A) * B = A * B$; de même, si $E = B$; mais aussi, sachant que $A * 1 = A$, donc si $E = 1$, on a $S = A * B * 1 = A * B$. Ces deux remarques s'appliquent également aux portes ET-NON.

Cette analyse rapide parce que simple peut être vérifiée en utilisant le module LO-2, conformément à la méthode présentée, en choisissant les circuits dans le tableau de la figure 8.

Pour compléter ce paragraphe, voici deux lois dont une avait été oubliée pour la relation OU (fig. 10) : elles font intervenir le complément, soit $A + (/A) = 1$ et $A * (/A) = 0$, deux lois que l'on peut vérifier dans les tables de vérité en hachurant les lignes qui ne résument pas cette condition. Ainsi pour $A + (/A)$, on a les deux cas $\phi 1$ et 1ϕ qui donnent $S = 1$ et pour $A * (/A)$, les deux mêmes cas qui donnent $S = \phi$. La vérification pratique est conseillée, aussi bien statique que dynamique. Après avoir manipulé (algébriquement) avec la relation ET, vous pouvez revenir à la figure 3 et comprendre la simplification.

PORTES "TRIGGER"

Fig. 7

Petit retour et conclusion sur les portes à détection de seuil (« trigger »). Il existe des portes ET-NON à détection de seuil, et elles

sont équivalentes à une porte ET-NON, précédée de portes OUI-trigger sur chaque entrée (fig. 7a). L'état logique des entrées dépend donc des seuils de tension des signaux en entrée (V_{T1} et V_{T2}), et de même la sortie qui est $/(A \cdot B)$. Ainsi, si l'entrée A vaut 0 V et l'entrée B = ($V_{cc}/2$), l'état de la sortie est défini par l'évolution de B, car B se situe entre les deux seuils de l'entrée. La figure 7b rappelle la fonction de transfert d'une porte NON, et donc de l'équivalence pour la porte ET-NON-trigger.

Toutes les portes ne sont pas à détection de seuil. Les seules disponibles sont les portes NON et ET-NON. Pour les autres types de portes, si vous désirez qu'elles possèdent une détection de seuil, il faudra utiliser des associations à partir de portes « trigger » comme proposé en figure 7c. Il existe une autre solution pour réaliser une porte OU, avec des portes ET-NON, que vous découvrirez en figure 10 et qui sera commentée dans le prochain volet. De toute façon, il est aisé de se ramener aux deux seuls types de portes « trigger », lors de la conception d'un montage.

CIRCUITS

Fig. 8

Le tableau indique la référence, le brochage et le symbole de chacun des circuits. Comme pour tous les circuits CMOS qui seront décrits, les broches d'alimentation sont extrêmes au boîtier.

Les portes ET se retrouvent en trois types, à 2, 3 ou 4 entrées, toujours amplifiées ($4 \times \times B$) ; le 4081 intègre quatre portes ET 2 entrées, le 4073 trois portes à 3 entrées et le 4082 deux portes à 4 entrées. Les portes ET-NON se trouvent en 2, 3 ou 4 entrées en version ($4 \times \times A$, $4 \times \times B$ et $4 \times \times UB$). Le 4011, certainement le plus connu des circuits CMOS, intègre quatre portes ET-NON 2 entrées ; le 4023 trois portes 3 entrées et le 4012 deux portes 4 entrées. Le 4093, dont seule bien sûr la version $4 \times \times B$ existe, est la version « trigger » du 4011, et respecte son brochage. Il existe une porte double à 8 entrées, le 4068B, qui dispose de deux sorties complémentaires et réalise aussi bien une fonction ET que ET-NON.

Pour vos manipulations, un circuit de chaque est nécessaire pour bien appréhender leur mise en œuvre et vérifier chacun des chapitres théoriques. Pour votre stock, les circuits les plus utilisés sont les 4011B et 4093B, aussi voici les quantités proposées :

4011B	---x10	4093B	---x10
4023B	---x2	4012B	---x1
4081B	---x2	4082B	---x1
4068B	---x2		

MANIPULATIONS

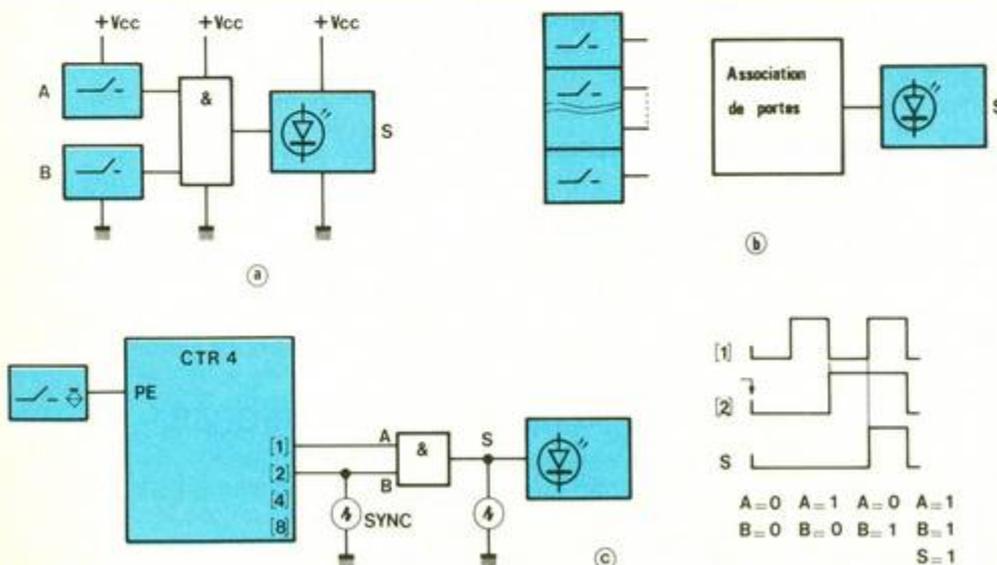
(fig. 9)

Les manipulations peuvent être réalisées de plusieurs manières ; avec le module LO-1 comme en

figure 9a, qui, bien que lent pour le relevé, est mis en œuvre rapidement et permet de prendre son temps pour vérifier les états. La variante 9b est à utiliser pour des portes à plus de deux entrées ou pour une association de portes ; on augmente uniquement le nombre d'interrupteurs de commande en entrée. En figure 9c, on utilise le module LO-2, associé au module LO-1 pour forcer PE et visualiser la sortie S. Sans oscilloscope, la méthode est statique, et N définit les combinaisons des signaux de commande (A, B...), mais cette méthode est déconseillée à cause des interrupteurs mini-dip, peu pratiques à manœuvrer souvent. Il y a aussi la méthode pseudo-statique avec une cadence faible d'horloge. Avec l'oscilloscope, méthode dynamique, on visualise le chronogramme de S en synchronisant sur le front descendant du dernier signal de commande (signal PE inhibé). La figure présente le chronographe pour une porte ET à deux entrées et indique le déclenchement de l'oscilloscope (flèche). Il peut être utile de vérifier les signaux de commande (A, B...) si ce n'est pour ajuster la base de temps à un cycle. On pourrait agir sur PE à condition de changer la synchronisation de l'oscilloscope.

En pratique, il existe des pics parasites (aléas ou « glitch ») car deux variables ne peuvent physiquement changer d'état en même temps ; nous reviendrons plus tard sur cette remarque (chapitre logique séquentielle) ; alors, ignorez les pics parasites (durée inférieure à 500 ns) qui peuvent apparaître sur la sortie S en mode dynamique quand les signaux A, B, C et D changent d'état. Ces « glitch » sont très visibles à des fréquences élevées, mais vous pouvez les apercevoir, sur le signal S, en augmentant la luminosité de l'oscilloscope.

Remarque : il est possible d'utiliser d'autres sorties du module LO-2, mais elles doivent être consécutives. L'incidence est une base de temps plus faible. Par exemple, pour la porte ET 2 entrées, utilisez les sorties [4] et [8] du module LO-2 en vous synchronisant bien sûr sur le dernier signal, soit [8]. Modifiez la base de temps et constatez le même chronogramme en sortie, avec le seul avantage d'avoir di-



minué la luminosité des « glitch ».

Pour toutes les manipulations proposées, et pour toutes réalisations, n'oubliez pas de polariser les entrées des portes CMOS inutilisées !

EXERCICES

Fig. 10

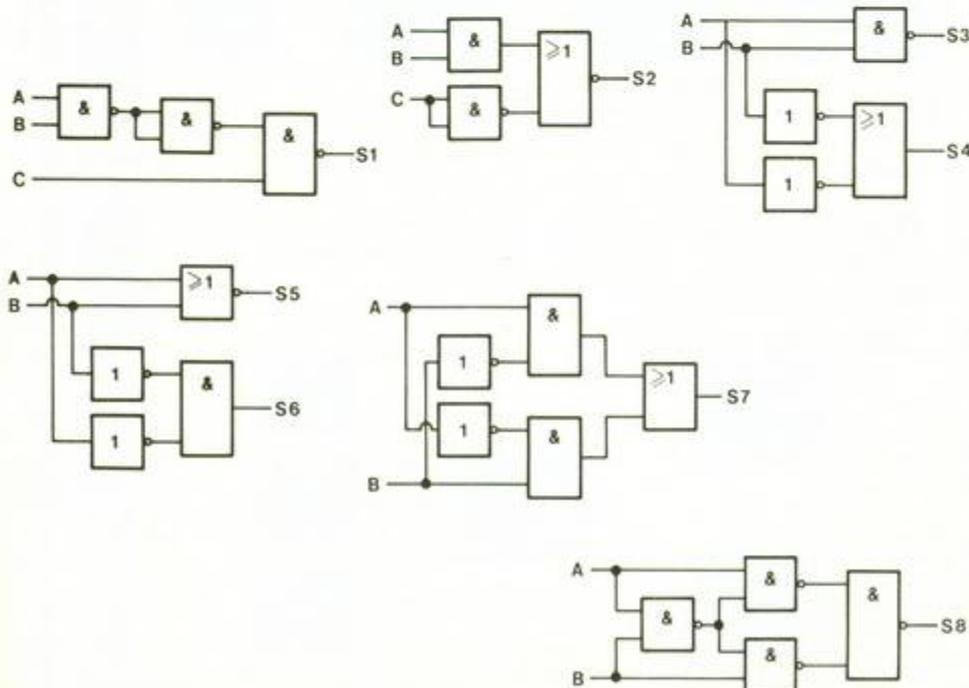
Voici quelques exercices mêlant théorie et pratique : la théorie se résume à définir sous une forme simple l'équation de la sortie, en suivant le cheminement des variables et les symboles des fonctions. Le tracé de la table d'analyse se fera en définissant l'état des points intermédiaires pour trouver S pour chacune des combinaisons ; c'est d'ailleurs une méthode de vérification qui se fera automatiquement, en pratique. On rappelle que le nombre d'états de la table d'analyse vaut 2^n pour n entrées (8 cas en a et b, 4 cas en c, d, e et f). La pratique consiste à vérifier la table d'analyse, pour la sortie S (mais il est possible de la faire aussi pour les points intermédiaires), comme proposé en 3 et 9 ; la méthode pseudo-statique permettra de lire directement l'état de tous les points intermédiaires avec plusieurs cellules de visualisation. La synthèse se fera en écrivant l'équation de la sortie S, en utilisant les résultats de la manipulation, comme en 3. Les

montages c, d permettront d'introduire un théorème important (théorème de Morgan) et les montages e, f, un autre type de porte, que nous détaillerons dans le prochain volet ; mais vous pouvez déjà comparer les sorties S₃, S₄ et S₅, S₆ et découvrir ce théorème. La synthèse sera de remplacer les portes NON (entre autres) dans les figures 10b, c, d, e pour utiliser au maximum deux circuits intégrés dans chaque cas. Cette étape s'appelle « l'optimisation » d'un montage – ou analyse de la valeur – et permet de diminuer le nombre de circuits (donc le coût et les risques d'erreur).

CONCLUSION

Afin d'inclure les fiches d'utilisation et limiter la longueur de ces articles, chaque volet se limitera désormais à 10 figures. Le module LO-3 est repoussé au volet suivant. Ceci devrait vous permettre de confirmer vos connaissances, surtout par la pratique. Dans le prochain volet, nous analyserons les portes OU-EXCLUSIF et IDENTITE, réaliserons le module LO-3 qui permet de visualiser huit signaux sur un oscilloscope monocourbe et jusqu'à 16 signaux sur un modèle bicourbe.

P. WALLERICH



400 SCHEMAS Herrmann SCHREIBER
Audio Hi-Fi Sono BF

- Préamplificateurs
- Correcteurs de réponse
- Amplificateurs
- Filtres, indicateurs
- Protections
- Téléphone, Interphone
- Effets sonores et acoustiques

EDITIONS RADIO

400 SCHEMAS

H. SCHREIBER

Probablement, ces 400 schémas vous intéressent moins que les idées qu'ils contiennent. Le schéma de vos rêves, vous ne le trouverez pas toujours. Mais, certainement, vous puiserez ici les idées qui vous permettront de l'établir vous-même.

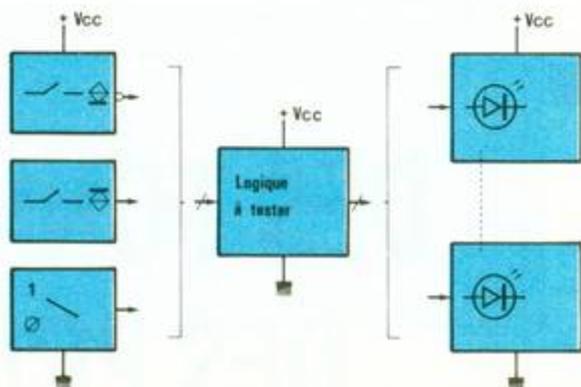
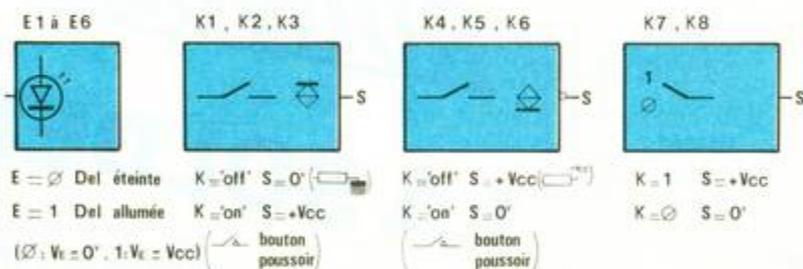
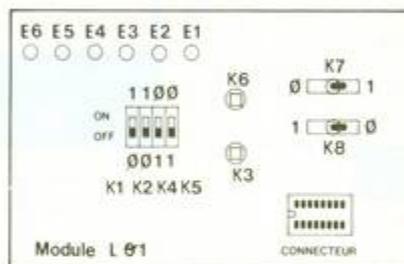
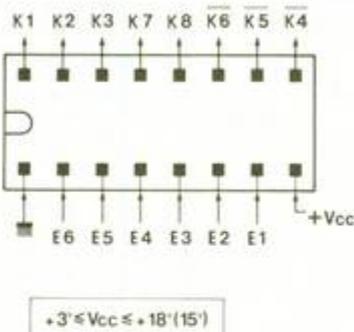
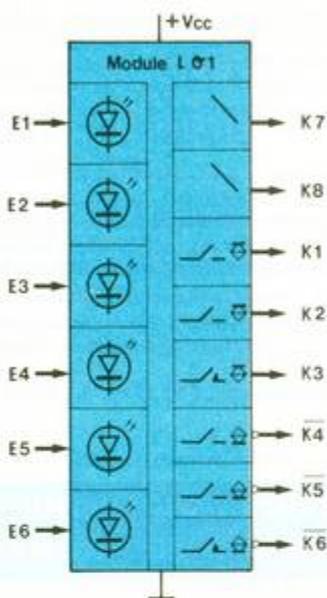
Pour que le délice du choix ne se mue pas en supplice d'abondance, nous avons prévu des accès multiples : index alphabétique des mots clés, répertoire des circuits intégrés qui sont utilisés dans les schémas, et divers classements numériques en fonction de la puissance, de la tension d'alimentation, et de la résistance de charge des amplificateurs.

Chacun des 400 schémas est accompagné d'un commentaire succinct, ne contenant que des indications d'ordre pratique. Ce commentaire peut paraître maigre à celui qui n'a pas encore une certaine habitude des circuits d'un type donné. A son intention, nous avons mentionné l'origine des schémas reproduits, dans la mesure où ladite origine (périodique, livre, manuel de fabricant) contient des informations complémentaires, ne serait-ce que pour les caractéristiques des composants utilisés.

Se distinguant par sa structure des autres compilations de schémas, ce livre vous aide à accéder rapidement à ce que vous lui demandez, tout en vous permettant d'aller au-delà de ce que peuvent contenir ses pages. Prix : 170 F

Diffusion : Editions Radio, 189 rue Saint-Jacques, 75005 Paris.

FICHE UTILISATION MODULE LO-1



USAGE

Visualisation de six signaux logiques.

Génération de huit variables logiques.

CARACTERISTIQUES

Entrées/sorties compatibles CMOS.

Alimentation V_{CC} : + 3 à + 18 V maxi (5 V à 15 V conseillé).

La figure 1 présente son symbole fonctionnel, le brochage du connecteur et le repérage des éléments « actifs » du module. Le module est constitué de six cellules de visualisation identiques (DEL éclairées pour un état 1 CMOS). Il y a quatre types de cellules pour générer un état logique. Leurs symboles sont similaires aux symboles de circuits logiques. K_1, K_2, K_3 sont des sorties dont l'état de repos ϕ est fixé par un résistor de polarisation, et l'état actif 1 est + V_{CC} (action sur K_1, K_2 « mini-dip » ou K_3 poussoir) ; d'où le symbole caractéristique (\diamond). K_4, K_5, K_6 sont des sorties dont l'état de repos 1 est fixé par un résistor de polarisation, et l'état actif ϕ est 0 V (action sur K_4, K_5 « mini-dip » ou K_6 poussoir ; symbole \diamond). K_7 et K_8 sont des inverseurs qui définissent un état, ϕ ou 1, par le 0 V ou + V_{CC} (position de repos quelconque). La figure 2 effectue la synthèse de ces explications.

L'utilisation du module, comme présentée succinctement en figure 3, permet le test ou la manipulation, sur un bloc logique CMOS. Les cellules générateur d'état permettent de fixer l'état des variables d'entrée du bloc logique. Les cellules de visualisation permettent la visualisation des états des sorties (et des liaisons intermédiaires) du bloc logique, en correspondance avec les variables d'entrée, ce qui permet de vérifier ou de déterminer l'équation des sorties.

1

Mise en œuvre du module LO-1

2

Caractéristiques des blocs distinctifs.

3

Utilisation

LES CIRCUITS INTEGRES JAPONAIS : LA 3361, DEMODULATEUR PLL-FM



Le LA 3361 est un démodulateur PLL-FM stéréophonique à multiplexage fonctionnant en très basse tension d'alimentation. On le trouve le plus souvent dans les postes radio-portatifs et les autoradios.

PHYSIONOMIE GENERALE

Le LA 3361 est capable de fonctionner moyennant de très faibles potentiels d'alimentation pouvant descendre jusqu'à 3 V. La recherche des canaux s'effectue par le biais d'une seule broche (VCO). Le circuit se caractérise également par un très bon facteur de réjection. Il dispose d'une

très grande sensibilité du niveau d'indication d'accrochage et visualisé par LED.

De plus il dispose d'un gain élevé. Enfin, sa consommation est très modeste : de l'ordre de 8,5 mA.

PARAMETRES DE FONCTIONNEMENT

Valeurs limites

Potentiel d'alimentation : 16 V (broches 6-7)
Débit sur indicateur de signalisation : 40 mA
Puissance dissipée : 400 mW
Température de fonctionnement : -20 à +70 °C
Température de stockage : -40 à 125 °C

VALEURS RECOMMANDEES

Potentiel d'alimentation : 6 V

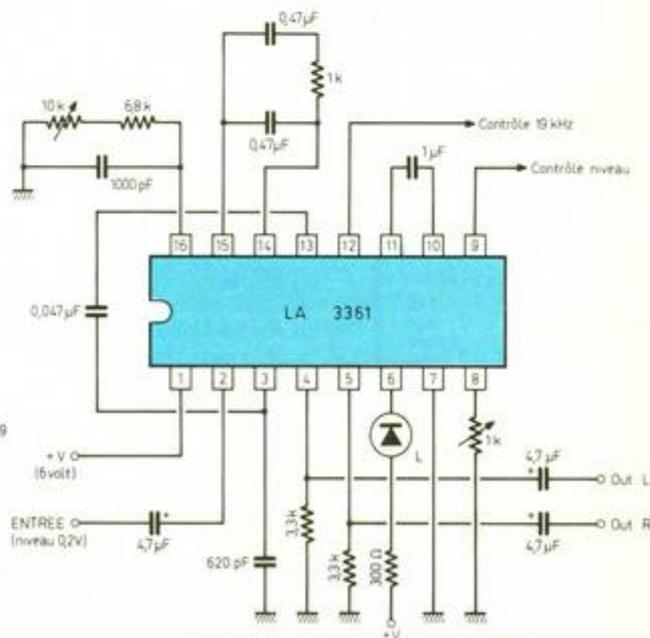
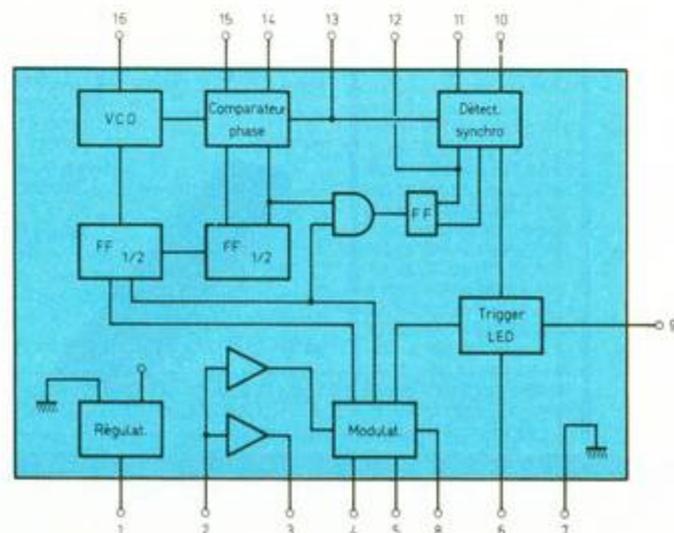
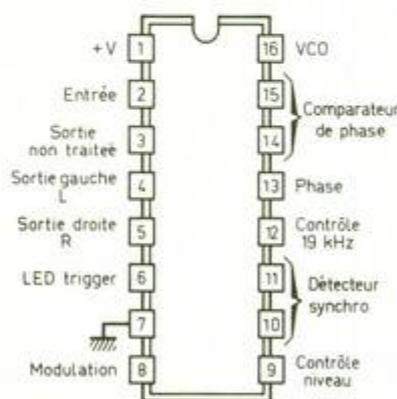
Potentiel d'entrée : 100 à 200 mV

Caractéristiques d'utilisation

Consommation : 8,5 mA
Impédance d'entrée : 20 kΩ
Séparation des canaux : 45 dB
Distorsion : 0,2 %
Potentiel sortie : 85 mV
Niveau d'allumage de l'indicateur d'accrochage : 65 mV
Hystérésis : 3,5 dB

UTILISATION

La figure 3 illustre un exemple type de mise en œuvre d'un LA 3361. La sélection du canal se réalise par l'intermédiaire de l'ajustable de 10 kΩ, relié à la broche n° 16. Quant à la profondeur de modulation, elle s'effectue par l'intermédiaire de l'ajustable de 1 kΩ qui est en liaison avec la broche n° 8.



LA PAGE COURRIER



Petites Annonces

A VENDRE Nombreux composants, circuits intégrés et hybrides, encentes JAMO, etc...
KERTEC Tél. : 30.55.90.33
51, rue de la gare 78370 PLAISIR

BREVETEZ VOUS-MÊME VOS INVENTIONS

Grâce à notre Guide complet, vos idées nouvelles peuvent vous rapporter gros, mais pour cela il faut les breveter. Demandez la notice 78 « Comment faire breveter ses inventions » contre 2 timbres à :

ROPA

BP 41 - 62101 CALAIS

Appareils de Mesures Electroniques d'Occasion. Achat et Vente.

HFC AUDIOVISUEL Tour de l'Europe
68100 MULHOUSE - Tél. : 89.45.52.11

LA MAISON DE LA BATTERIE

Toutes piles
Toutes batteries
Disponible aux meilleurs prix.

SAFE

11, rue Crozatier 75102 PARIS
Tél. : 43.40.17.50 Ouvert du lundi au vendredi.

Distributeur important

Recherche Jeunes Techniciens composants et instrumentations pour **Direction Technique de Magasin** Différents Secteurs disponibles Ile-de-France et Province Adresser candidature au journal qui transmettra N° 01.10

RÉPAR' MESURE

Réparation appareils de mesure analogiques. Marques : Métrix et CDA de 1970 à nos jours. Professionnels et Grand Public.
Tél. : 69.90.00.58 - 93370 MONTFERMEIL
118, avenue des Coquelicots

MONACOR RECHERCHE

Représentant motivé, pour région France-Nord Libre de voyager. Poste à pourvoir rapidement.
Contact téléphonique : P. GHENASSIA
(16) 44.21.42.40 ou écrire : Groupe SODEL
32340 MIRADOUX

IMPRELEC

B.P. 5 - 74550 PERRIGNIER

Tél. : 50.72.46.26

Réalise vos C.I. étames, percés sur V.E. : 30 F/Dm² en S.F., 40 F/Dm² en D.F., métallisation par ondes en suppl. Qualité professionnelle. Chèque à la commande + 15 Frs de frais de port.

S.N. RADIO PRIM

5, rue de l'Aqueduc 75010 PARIS

Tél. : (1) 40.35.70.50

Recherche un vendeur technique niveau BAC F2. Expérience souhaitée. Envoyer CV avec photo. Poste à pourvoir immédiatement.
Contactez : M^{me} MARIE

VENDS APPAREILS DE MESURE B.F. et H.F. (OSCILLOS-COPEES ET MATERIELS DIVERS DE LABORATOIRE).
TELEPHONEZ DE 19 h 30 à 21 h 30 AU 45.21.16.96

Le service du Courrier des Lecteurs d'Electronique Pratique est ouvert à tous et est entièrement gratuit. Les questions d'intérêt commun feront l'objet d'une réponse par l'intermédiaire de la revue. Il sera répondu aux autres questions par des réponses directes et personnelles dans les limites du temps qui nous est imparti.

COLLABORATION DES LECTEURS - Tous les lecteurs ont la possibilité de collaborer à « Electronique Pratique ». Il suffit pour cela de nous faire parvenir la description technique et surtout pratique d'un montage personnel ou bien de nous communiquer les résultats de l'amélioration que vous avez apportée à un montage déjà publié par nos soins (fournir schéma de principe et réalisation pratique dessinés au crayon à main levée). Les articles publiés seront rétribués au tarif en vigueur de la revue.

PETITES ANNONCES - 40 F la ligne de 33 lettres, signes ou espaces, taxes comprises - Supplément de 40 F pour domiciliation à la Revue - 50 F pour encadrement de l'annonce.

Toutes les annonces doivent parvenir avant le 5 de chaque mois à la Société AUXILIAIRE DE PUBLICITE (Sce EL Pratique), 70, rue Compans, 75019 Paris C.C.P. Paris 3793-60. Prière de joindre le montant en chèque C.P. ou mandat poste.

Ils sont encore disponibles!

LISTE DES ANCIENS NUMÉROS

N° 101 - N° 102 - N° 103 - N° 104 - N° 105
N° 106 - N° 107 - N° 108 - N° 109 - N° 110
N° 111 - N° 112 - N° 113 - N° 114 - N° 115
N° 116 - N° 117 - N° 118 - N° 119 - N° 120
N° 121 - N° 122 - N° 123 - N° 125 - N° 126
N° 127 - N° 128 - N° 129 - N° 130 - N° 131
N° 132

Pour recevoir chez vous, franco de port, l'un ou plusieurs des numéros encore disponibles de votre revue

ELECTRONIQUE PRATIQUE

adressez votre commande ainsi que le règlement par chèque (1 numéro : 20 F) à l'ordre de :

ELECTRONIQUE PRATIQUE
Service abonnements

2 à 12, rue de Bellevue - 75940 Paris Cedex 19

Photocomposition :
ALGAPRINT - 75020 PARIS
Distribution :

S.A.E.M. TRANSPORT PRESSE
Le Directeur de la publication :
M. SCHOCK

DEPOT LEGAL
FEVRIER 1990
N° D'EDITEUR 1170

Copyright © 1989
Société des PUBLICATIONS
RADIOELECTRIQUES et SCIENTIFIQUES



La reproduction et l'utilisation même partielles de tout article (communications techniques ou documentation) extrait de la revue « Electronique Pratique » sont rigoureusement interdites ainsi que tout procédé de reproduction mécanique, graphique, chimique, optique, photographique, cinématographique ou électronique, photostat tirage, photographie, microfilm, etc.
Toute demande d'autorisation pour reproduction, quel que soit le procédé, doit être adressée à la Société des Publications Radio Electriques et Scientifiques.

Direction de la Publication : M. SCHOCK. - Imprimeur : LA HAYE-MUREAUX
Commission paritaire 60165.

Répertoire des Annonceurs

ABONNEMENT	32
ACER	II ^e et III ^e Couv. + 3
A.F.I.	48
ARQUIÉ	22
BRAY FRANCE	6
C.I.F.	19
CIBOTRONIC	48-49-89
COMP'AS	25
COMPO PYRÉNÉES (STCE)	17
CYCLADES (LES)	33
DIFECO	14
DILEC	6-7
EDUCATEL (UNIECO)	12-13
ELECTRON SHOP	5
ESM	98
EUROTECHNIQUE	112
FRANÇAISE INSTRUMENTATION	5
GODEFROY	127
INSTITUT CONTROL DATA	17
ISKRA	58
JAJ COMPOSANTS / ICS	122
KN ELECTRONIC	128
LEXTRONIC	26
LIBRAIRIE PARISIENNE	
DE LA RADIO	24
MABEL	122
MARLIN SOFTWARE	124
MESURELEC	15
M.M.P.	48
PENTASONIC	9-10-11
PERLOR RADIO	4
R.A.M.	8
RADIO MJ	27
REUILLY COMPOSANTS II ^e et III ^e Couv. + 3	
RC 51	14
RETEX	15
ROCHE	16
SAINT-QUENTIN RADIO	20-21
SELECTRONIC	18-44
SIEL	14
SLOWING	126
SOLDERIE ELECTRONIQUE (LA)	124
STCE (COMPO PYRÉNÉES)	17
STE NOUVELLE RADIO PRIM	23
SUPER BOY	25
SVE ELECTRONIC	130
TEKTRONIX	41
TELE S ^t MARC (TSM)	28-29-30-31
TERAL	IV ^e Couv.
TSME	18
TOUT POUR LA	
RADIO ELECTRONIQUE	127
TOUTE L'ELECTRONIQUE	18
TURBO TRONIC	124
UNIECO (EDUCATEL)	12-13
WEKA	(encart jeté)
YAKECEM	5

NOUVEAU
UNAOHM



G 4020, 2 x 20 MHz. Ligne à retard.
Testeur de composant.
Recherche automatique
de la trace. Avec 2 sondes **3730F**

Composants TERAL

HEURES D'OUVERTURE : le lundi de 13 h 30 à 19 h
du mardi au samedi de 9 h 30 à 19 h SANS INTERRUPTION

26

RUE TRAVERSIÈRE
PARIS 12^e
TÉL. : 43.07.87.74 +
MÉTRO : GARE DE LYON

Beckman



9020
Double trace 2 x 20 MHz. Ligne à retard.
Testeur de composants.
Chercheur de trace.
Livré avec 2 sondes combinées **3990F**

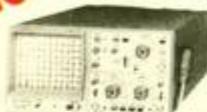
COMPOSANTS - MESURES - LAMPES - SUPPORTS CI TULIPES - CONTACTS DORES
A DES PRIX TERAL

FLUKE
PROMOTION

DM 77 avec housse anti-choc **1499 F**
PRIX T.T.C.

OSCILLOSCOPES

HAMEG



NOUVEAU
HM 203/6
Double trace 2 x 20 MHz 2eV à 20 V, add. soust. déclench.
AC-DC-HF-BF. Testeur de composants.
Livrés avec 2 sondes combinées **3900 F**
HM 100/5
3 x 100 MHz avec 2 sondes **8780 F**

NOUVEAU
HM 205-3
Double trace 2 x 20 MHz. Testeur de composants.
Mémoire numérique 2 x 1 K. Chercheur de trace.
Livrés avec 2 sondes combinées **6980 F**
HM 604. 2 x 60 MHz avec expansion Y X 5. Post.
accéléré 14 KV avec 2 sondes combinées **6760 F**
HM 8001. Appareil de base avec alimentation
permettant l'emploi de 2 modules **1550 F**
HM 8021-2. Fréquence-mètre
10 Hz à 1 MHz Digital **2478 F**
HM 8032. Générateur sinusoïdal
20 Hz à 20 MHz. Affichage de la fréquence. **1850 F**
HM 8035. Générateur d'impulsions
2 Hz à 30 MHz **PROMOTION 2355 F**

UNAOHM

G 4030
Double base de temps. Double trace.
2 x 20 MHz. Bases de temps
réglables. Testeur composant
chercheur de trace
avec 2 sondes. **4680F**



OSCILLOSCOPE
METRIX OX 722

Base de temps variable
2 x 20 MHz
Avec 2 sondes **3900F**

FER WELLER

Station soudage. Fer 24 Volts 50 W.
Bloc alimentation.
Support fer.

L'ENSEMBLE
EN PROMO **865F**

Accessoires mesure. Pince de test.
Adaptateur. Cordons. Pointe de touche.

Fers
Antex CS 17 LD **134 F** JBC 15 W LD **135 F**
Antex XS 25 LD **134 F** JBC 30 LD **135 F**
Panne LD à partir de **29 F** JBC 40 LD **135 F**

FERS WELLER
également disponible

TERAL LE SPECIALISTE
DES COMPOSANTS ET DE LA
MESURE. UNE VISITE S'IMPOSE
A VOUS DE JUGEZ

MULTIMETRES
Beckman

DM 10 - Modèle de poche **359 F**
DM 15 B - AD/DC - 10 A - Bip **479 F**
DM 20 L - Gain trans. Bip **539 F**
DM 23 - Précision 0,5 % HFE **619 F**
DM 25 L - Test trans. et Capa **665 F**
DM 71 **419 F**
DM 73 - Gamme Auto-Mini **559 F**
DM 77 - Gamme Auto-Hold **PROMO**
DM 850 **1690 F**
T 100 B - 2000 points - Bip **939 F**
T 110 B - 2000 points - Hold **1089 F**
DM 78 - Multi de poche. Avec étui **249 F**
CM 20 - Capacimètre **829 F**
EDM 122 - Multimètre digital. Très grand display. 11 fonctions. Test de continuité sonore. Fréquence-mètre. Test capacité. Test diode **649 F**

METRIX

MULTIMETRES

● MX 112 A avec boîtier de transport **680 F**
● MX 512 **940 F**
● MX 562. 2000 points 3 1/2 digits. Précision 0,2 %. 6 fonctions. 25 calibres **1410 F**
● MX 51. Affichage 5000 points. Précision 0,1 %. Mémoire 5 mesures. Buffer interne **1760 F**
● MX 573. Multimètre digital analogique **2950 F**
● MX 453. 20 000 Ω/V CC. VC : 3 à 750 V.LC : 30 mA à 15 A IA : 30 mA à 15 A. Ω : 0 à 15 kΩ **865 F**
● MX 202 C. T. DC 50 mV à 1000 V.T. AC 15 à 1000 V. Int. DC 25 μA à 5 A. AC 50 mA à 5 A. Résist. 10 Ω à 12 MΩ. Décibel 0 à 55 dB. 40 000 Ω/V **1120 F**
● MX 462 G. 20 000 Ω/V CC/AC. 1,5 VC : 1,5 à 1000 V. VA : 3 à 1000 V. IC : 100 μA à 5 A. IA : 1 mA à 5 A. Ω à 10 MΩA **940 F**



FREQUENCEMETRES
Beckman

UC 10. 5 Hz à 100 MHz. Compteur. Intervalles. Périodes. 8 afficheurs **3195 F**

CENTRAD

346 - 1 Hz 600 MHz **1880 F**
MC 713 - Mesureur de champ **3499 F**

GENERATEURS DE FONCTIONS

FG2. 7 gammes. Sinus carrés triangles. Entrée VCF-OFFSET Beckman **2090 F**
AG 1000. Générateur BF. 10 Hz à 1 MHz. 5 calibres. Faible dist. imp. 600 ΩMonacor **1500 F**
SG 1000. Générateur HF. 100 kHz à 150 MHz. 6 calibres. Précis. 1,5 %. Sortie 100 mV Monacor **1460 F**
368. Générateur de fonction. 1 Hz à 200 kHz. Signaux carrés sinus triangle Centrad **1420 F**
869. Générateur de fonctions de 0,01 Hz à 11 MHz Centrad **3490 F**

ALIMENTATIONS

ELC
AL 841 **190 F**
AL 784 **350 F**
AL 785 **450 F**
AL 745 AX **650 F**
AL 812 **730 F**
AL 813 **730 F**
AL 781 N **1840 F**
PROMOTION DU MOIS ALIMENTATION 13,8 V - 5 A PRIX TERAL 450 F
ALIM - ELC

CATALOGUES ET DOCUMENTATION
SUR TOUTES LA MESURE - KITS - ILP
COMPOSANTS - FICHES - CABLES
A DES PRIX FOUS

MONACOR
DMT 1000 A. Multimètre digital automatique. Grand affichage. 19 mm. Avec mémoire. Clavier avec touches sensibles. 20 A. PROMO **498 F**
DMT 7000. Multimètre digital. Grand affichage. 19 mm. Test capacité. Fréquence-mètre 20 Hz à 200 KHz. Test diode. Test transistor. 20 A. PROMO **597 F**
PT 140 **108 F**
PT 150 **129 F**
MT 250 **230 F**
AG 1000 **320 F**
DMT 2200 **1500 F**
SG 1000 **1460 F**
VM 1000 **1570 F**
LDM 815 **860 F**
CM 300 **576 F**

ANTENNES
EXTERIEURES U.H.F. - V.H.F.
AMPLI ANTENNE
EXTERIEUR, INTERIEUR

ANTENNE INTERIEURE
AMPLIFIÉE
Forme satellite. 30 dB **380 F**

Modules, adaptation video
UNI - 1 A. Module d'adaptation SECAM sur un magnétoscope VHS/PAL. Le module **350 F**
Pour autre adaptation, nous consulter.

TRANSISTORS

PRIX PROMO
AY 102 **15,00 F** BU 134 **16,00 F**
BF 457 **2,90 F** BU 138 **16,00 F**
BF 870 **3,80 F** BU 140 **16,00 F**
BF 871 **3,90 F** BU 141 **16,00 F**
BU 104 **15,00 F** BU 500 D **15,00 F**
BU 109 **15,00 F** BU 800 **15,00 F**

SUPPORTS TULIPE
8 B - 14 B - 16 B - 18 B - 20 B - 24 B - 28 B - 40 B.
La broche **0,20 F**

RELAIS TYPE EUROPÉEN
6 V - 2 RT **43 F** 12 V - 2 RT **33 F**
Support relais 2 RT **7,80 F**

LIGNE RETARD
470 - NS **15 F** Quartz 6-5536 **9,50 F**

PERCEUSES MAXICRAFT
Perceuse 42 W avec 9 outils **99F**
Perceuse 42 W avec 15 outils **176F**
Perceuse 50 W **190F**
Alimentation pour perceuse **135F**
Support perceuse **85F**
Forets, meules, polissoirs **disponibles**

MICRO-PROCESSEUR

MC 1488 **9,50** 41256 **79,00**
MC 1489 **9,50**
MC 6809 E **63,00** **PROMO**
MC 68 A 02 **45,00** 68705 P3 **90,00**
MC 68 A 21 **25,00** 6802 **38,00**
MM 4416 **48,00** 6821 **14,00**
MM 2732 **37,00** MM 2732 **37,00**
MM 2716 **38,00** MM 2114 **19,00**
MM 2784 **35,00** MM 4116 **24,00**
SPO 256 ALL **135,00** TDA 2822 **14,00**

DEPARTEMENT UNIQUE
EN TRANSFORMATEUR

FABRICATION FRANÇAISE
5 VA, 1 second **36,00** 5 VA, 2 second **39,00**
12 VA, 1 second **46,00** 12 VA, 2 second **49,00**
25 VA, 1 second **66,00** 25 VA, 2 second **69,00**
40 VA, 1 second **89,00** 40 VA, 2 second **93,00**
60 VA, 1 second **98,00** 60 VA, 2 second **103,00**

LABOTEC

Pour faire vos circuits imprimés, TERAL s'est équipé de la célèbre machine LABOTEC. Elle est à votre service pour les réaliser vous-mêmes au moindre coût. Tout le matériel nécessaire est, comme d'habitude, disponible chez TERAL.

Résistance 1/2 W, valeur courante
Prix uniquement par quantité
Panachés : **7,50 F** les 100 - Panachés : **32,50 F** les 500
Panachés : **55 F** les 1000

COMPOSANTS

TRIMMER MULTITOURS

AJUSTABLES (25 T)
100 Ω - 200 Ω - 500 Ω - 1 kΩ - 2 kΩ - 5 kΩ - 10 kΩ - 50 kΩ
100 kΩ - 200 kΩ - 500 kΩ **9,70 F**

CONDENSATEURS MKH

De 1 nF à 01 μF **1,20 F** pièce
De 0,15 μF à 0,22 μF **1,90 F** pièce
De 0,27 μF à 0,39 μF **2,15 F** pièce
De 0,47 μF à 0,68 μF **3,20 F** pièce

CANON A SOUDER

9 Br mâle **3,95 F** 25 Br mâle **6,10 F**
9 Br fem. **4,20 F** 25 Br fem. **7,10 F**
Capot 9 B **3,50 F** Capot 25 B **4,50 F**
15 Br mâle **5,30 F** 37 Br mâle **22 F**
15 Br fem. **6,00 F** 37 Br fem. **24 F**
Capot 15 B **4,00 F** Capot **16 F**

COFFRETS

ESM **TEKO**
EC 24-08 **116 F** P 1 **15 F** P 3 **35 F**
EC 26-10-FA **161 F** P 2 **22 F** P 4 **52 F**
ET 32-11 **207 F** ALUS 12 **83 F**
ER 48-09 **355 F** ALUS 22 **89 F**
CAB 222 **88 F**

TOUS LES MODÈLES DISPONIBLES
DOC ET TARIF SUR DEMANDE

LA QUALITÉ PRO
ELP ELECTRONICS
CIRCUITS PREAMPLIFICATEURS
AMPLIS HYBRIDES ET MOS DE
PUISSANCE - ALIMENTATION TORIQUES
TRANSFORMATEURS TORIQUES

FICHES

DINS - JACKS - CANNON - FICHES
BANANES - FICHES ALIM. - ETC.

OK KIT **SAFICO**
PL 68 alm. digitale L'OUTILLAGE POUR
PL 82 freq. 50 MHz L'ÉTUDIANT ET LE PRO
OK 86, freq. 1 MHz **CIF**
PL 61 capac. digit. **PROMO** TOUTE LA GAMME
PL 56 Volt. digit. **NC** DU N° 1 FRANÇAIS
OK 123 Géné BF **KF**
PL 44 Base de temps POUR PROTÉGER VOS
MONTAGES ELECTRONIQUES
ET LES ENTRETEENIR.

MECANORMA

NOUS SOMMES DISTRIBUTEURS
DES
KITS TSM



TOUS LES COMPOSANTS
DES «KITS COLLEGES» SONT
DISPONIBLES SEPARÉMENT.
LISTE ET PRIX SUR DEMANDE

NOUS EXPÉDIONS EN FRANCE ET À L'ÉTRANGER À PARTIR DE 100 F D'ACHAT
CES PRIX SONT DONNÉS À TITRE INDICATIF ET SONT VARIABLES SELON L'APPROVISIONNEMENT.