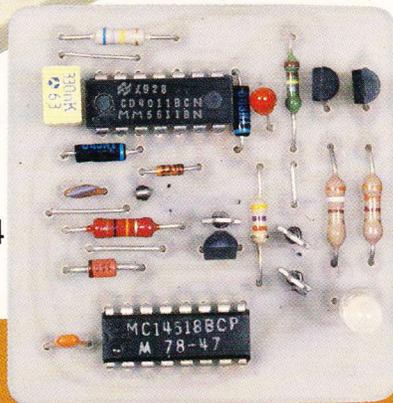
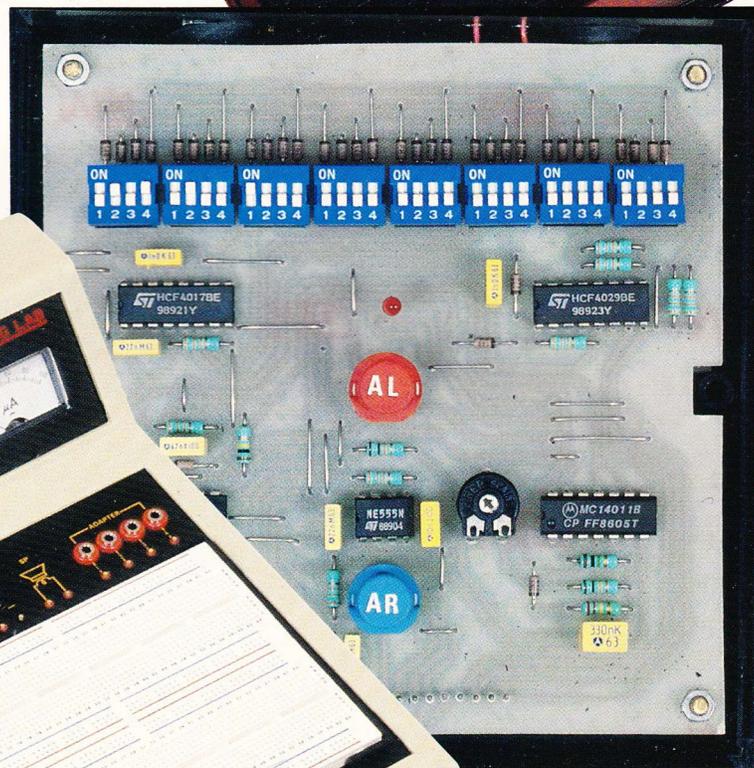
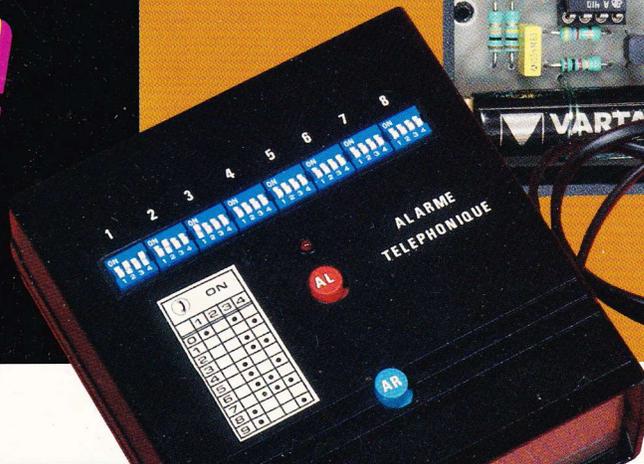


Electronique pratique

- DETECTEUR D'ACCELERATION AUTO
- TELECOMMANDE INFRAROUGE
- DIAGNOSTIC DE RUPTEUR
- ADAPTATEUR TV-HIFI
- ALARME TELEPHONIQUE
- PUITRE IDL 600
- TESTEUR DE PILES, etc.



MARS 1990

T 2437 - 135 - 22,00 F



Sommaire détaillé page 34

BELGIQUE : 158 FB - LUXEMBOURG : 158 FL - SUISSE : 6.20 FS - ESPAGNE : 450 Ptas - CANADA : \$ 4.25

Electronique pratique

FICHE TECHN.



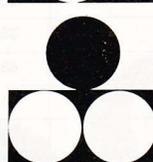
CONFORT



AUTO



JEUX



MODELISME



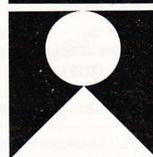
MESURES



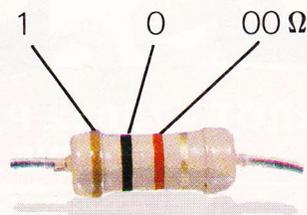
HIFI



GADGETS



INITIATION



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	

ADMINISTRATION-REDACTION-VENTES : Société des Publications Radio-Électriques 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
Guy Isabel, Robert Knoerr, Philippe Bajcik, Olivier Bouthillon, Patrice Wallerich, Francis Bernard, 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 92 000 ex. »

SOMMAIRE N° 135 – MARS 1990

REALISEZ VOUS-MEMES

Un indicateur d'accélération	35
Un testeur de piles	43
Une alarme téléphonique	47
Un effet pseudo-stéréo pour TV	59
Une télécommande infrarouge 3 canaux	71
Un diagnostic pour rupteur	86

EN KIT

L'Unilab SELECTRONIC	95
----------------------	----

PRATIQUE ET INITIATION

Initiation à la mesure CDA (III)	65
Technologie au collège (X)	89
IDL-600 Française d'Instrumentation	101
Comprendre les C.I. : le 4490	105
LOGIC 4	107
Les composants japonais LA 4050 P/4051 P	115

DIVERS

Nouveautés	103
Bibliographie	104
Courrier des lecteurs	127

UN INDICATEUR D'ACCELERATION ET DE FREINAGE



Notre réalisation matérialise parfaitement la force d'accélération ressentie à bord d'un véhicule automobile lors d'un démarrage brutal, c'est-à-dire sur les chapeaux de roues. Elle indique également le degré ou la puissance du freinage lors d'un ralentissement. Elle ne fait appel qu'à des composants très ordinaires, et viendra compléter l'équipement de votre tableau de bord, en vous rappelant sans cesse qu'il y va de votre consommation de carburant ou de pneumatiques.



A - PRINCIPE DU MONTAGE

L'idée première de cette maquette nous vient de l'observation d'un objet posé un jour négligemment sur la planche de bord d'un véhicule, et ne tenant naturellement pas en place lors du trajet. Au démarrage, cet objet tombe à terre en raison de l'accé-

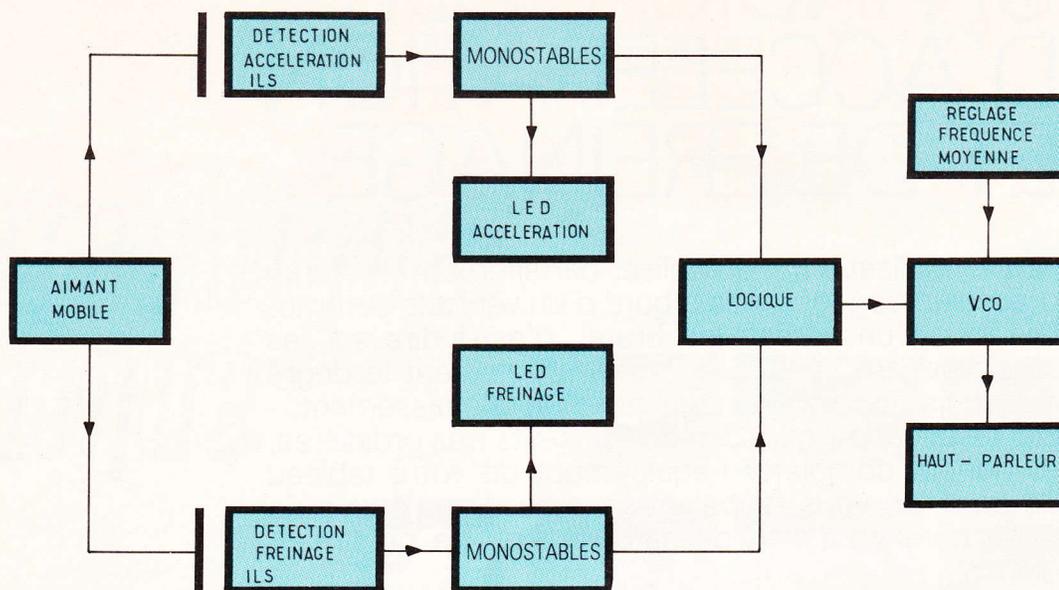
lération du véhicule d'une part et à cause de son inertie propre d'autre part. En freinant, il vient taper dans le pare-brise, tout comme le ferait le conducteur en cas de choc frontal violent. Nous ne cherchons pas à démontrer ici le rôle important de la ceinture de sécurité et de l'appui-tête ! Une simple peluche pendue à un fil au bout du rétroviseur s'anime elle

aussi de mouvements caractéristiques bien révélateurs quant à leur amplitude de l'effort exercé par la fameuse force G.

A ce propos, l'unité d'accélération dans le système international est le m/s^2 (= mètre par seconde au carré). On peut imaginer sans peine les efforts désagréables que doit subir un pilote à bord de son avion de chasse supersoni-

1

Le schéma synoptique.

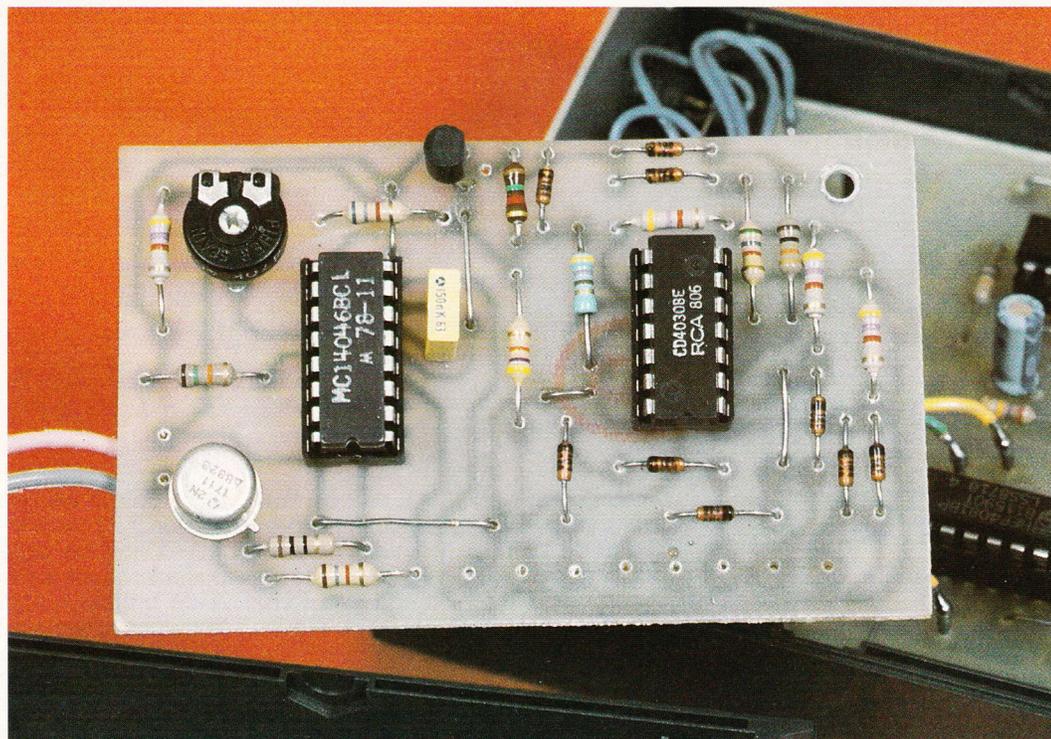


que. Il est littéralement plaqué sur son siège ; par compression ou par déplacement des masses, les poumons, le cerveau et les intestins sont perturbés. De même pour le rythme cardiaque et la circulation sanguine. Il existe heureusement des combinaisons « anti-G » qui compriment automatiquement la partie inférieure du corps au moment où s'exer-

cent ces forces. Le lecteur aura sans doute entendu parler du voile gris ou noir qui altère temporairement la vision et peut aller jusqu'à la perte de connaissance. Il n'en va heureusement pas de même au volant de notre voiture, même si quelquefois nous avons tendance à faire crisser nos pneus au pied d'un feu rouge un peu trop long à notre égard. On

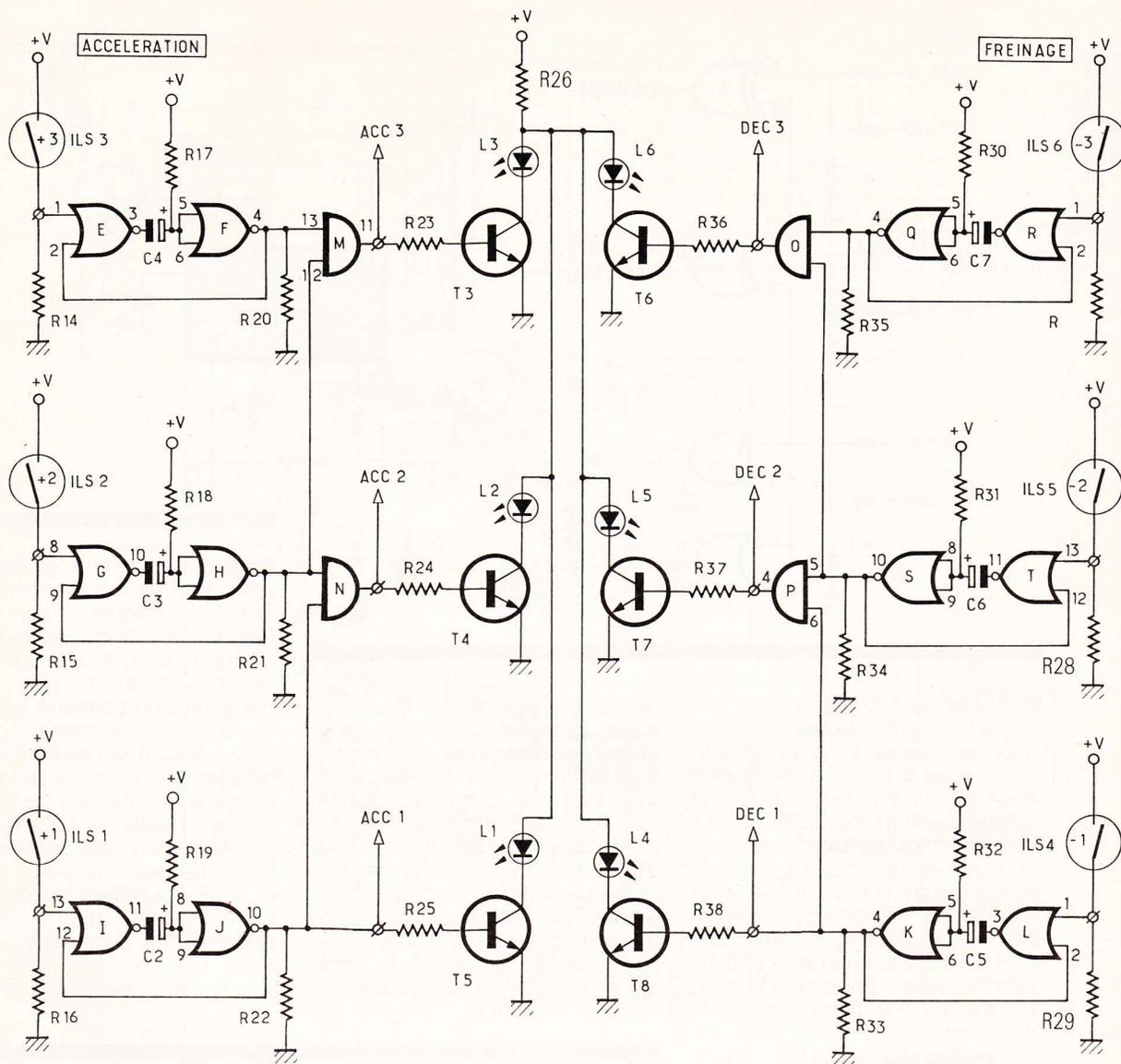
peut imaginer sans mal également les conséquences d'un coup de frein brutal et imprévu. Il restait à trouver une astuce pour capter ces forces fugitives et surtout les matérialiser aux yeux de l'automobiliste. Nous vous proposons un minuscule aimant permanent, généreusement lesté de quelques rondelles métalliques au bout d'un ressort

Photo 2. - Vue de la platine de sonorisation : l'ajustable règle la hauteur du son.



2

Le traitement électronique de « l'accélération » est identique à celui du freinage : 3 I.L.S. alignés déclenchent des monostables. Ceux-ci pilotent des LED indiquant l'intensité de la force appliquée au véhicule.



de suspension. Au repos, l'aimant est attiré par une petite plaque de fer, ce qui lui donne une certaine insensibilité aux faibles accélérations ou freinages. Seuls les efforts plus violents parviendront à le faire bouger dans un sens ou dans l'autre, et il ira se balancer plus ou moins loin au-dessus de quelques ampoules ILS (interrupteurs à lames souples). Ces composants particuliers consistent en des lames métalliques disposées dans une ampoule de verre vide d'air et actionnées par la présence d'un champ magnétique. L'entrefer est faible, mais le temps de réponse fort court, à condition que l'aimant passe très près du contact. Il convient ensuite de transformer les impulsions fugitives des ILS en créneaux plus longs à l'aide de quelques bascu-

les monostables, activant à leur tour des diodes électroluminescentes à la manière d'un classique vu-mètre. Pour ne pas monopoliser le regard du conducteur et lui laisser le soin de se consacrer à la route, un signal sonore est créé, dont les fréquences seront différentes selon le degré de l'accélération ou du freinage.

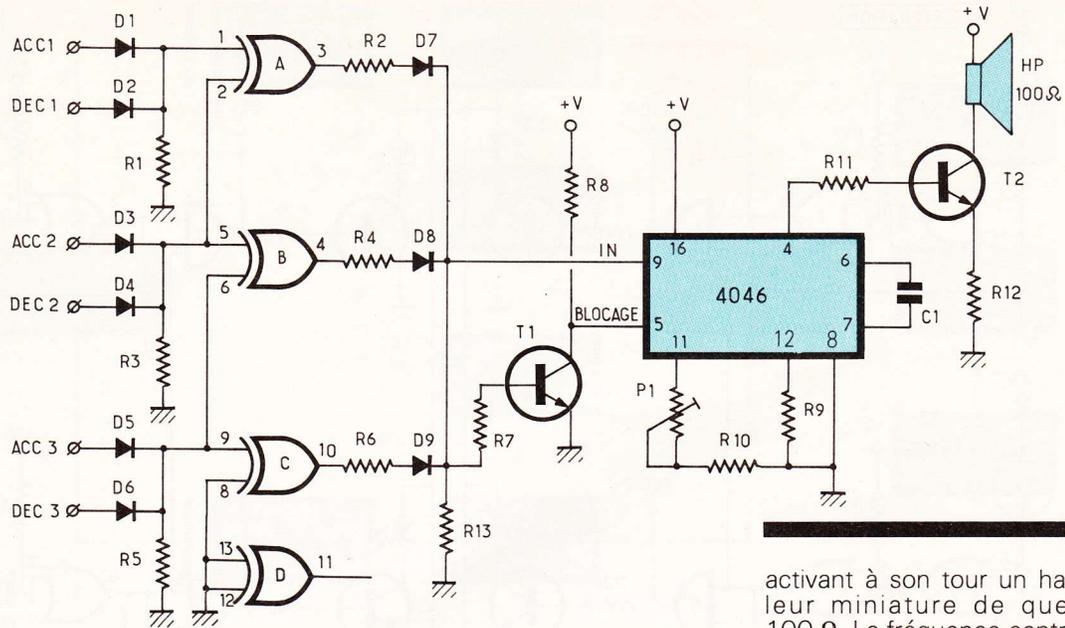
B - ANALYSE OU SCHEMA ELECTRONIQUE

A bord de la voiture, nous n'aurons aucun mal à prélever l'alimentation à partir de la batterie à l'aide de la prise d'allume-cigare. Un simple régulateur intégré est utilisé pour stabiliser quelque peu la tension parfois capricieuse délivrée par l'alternateur. Le

condensateur chimique C8 assure un minimum de filtrage. L'essentiel du schéma se trouve à la figure 2. On pourra d'ailleurs noter la parfaite symétrie du montage, c'est-à-dire que l'accélération et le freinage sont traités de la même manière : seules diffèrent les LED allumées. Voyons ce qui se passe à l'accélération ! le contact ILS₁ se ferme au passage de l'aimant mobile et déclenche la première bascule monostable construite autour des portes NOR I et J, selon un schéma désormais classique. Le signal positif illumine la première LED L₁ dont l'intensité est limitée à travers la résistance unique R₂₆. Si l'aimant parvient jusqu'à l'ampoule ILS₂, un second signal est produit à l'aide des portes NOR G et H. On trouve à ce niveau une porte

3

La partie sonorisation du montage : le BIP produit provient du V.C.O. d'un 4046.

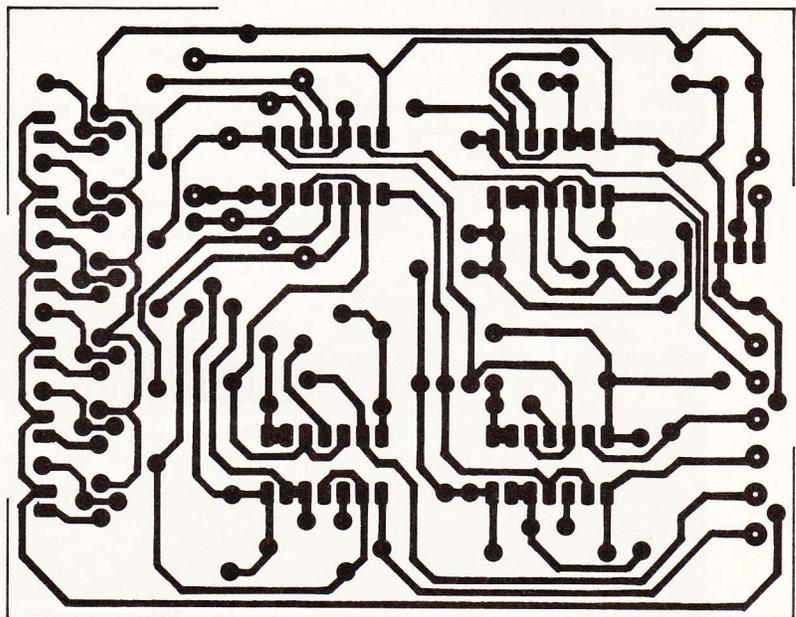


AND dont le rôle est simple : elle valide le second signal si la premier est assez long et encore présent sur la borne 8 de la porte AND N. On pourra ainsi obtenir différents effets optiques sur les LED en produisant des créneaux plus ou moins longs sur les monostables successifs. Il suffira de modifier la valeur des résistances R17, R18 et R19. Le troisième contact ILS commande la LED L3 selon le même principe. On peut signaler encore qu'il est possible de remplacer les portes AND par des portes OU EXCLUSIF, en inversant toutefois l'ordre de commande des ILS, à savoir ILS₁ devient ILS₃. Cette variante permet de n'allumer qu'une seule diode, que l'on pourra choisir d'une couleur différente des deux autres. Le même raisonnement s'applique au freinage pour les LED L4 à L6. Les divers signaux de commande sont également prélevés pour actionner la platine de production du signal sonore ; son schéma est donné à la figure 3.

Nous avons choisi de produire le même son pour le même échelon, quel que soit le sens des forces détectées. C'est pourquoi les signaux ACC₁ et DEC₁ se mélangent à travers les diodes D1 et D2 et sont forcés à la masse à travers la résistance R1. Une porte OU EXCLUSIF fait la différence entre les divers signaux et ne délivre finalement que le signal

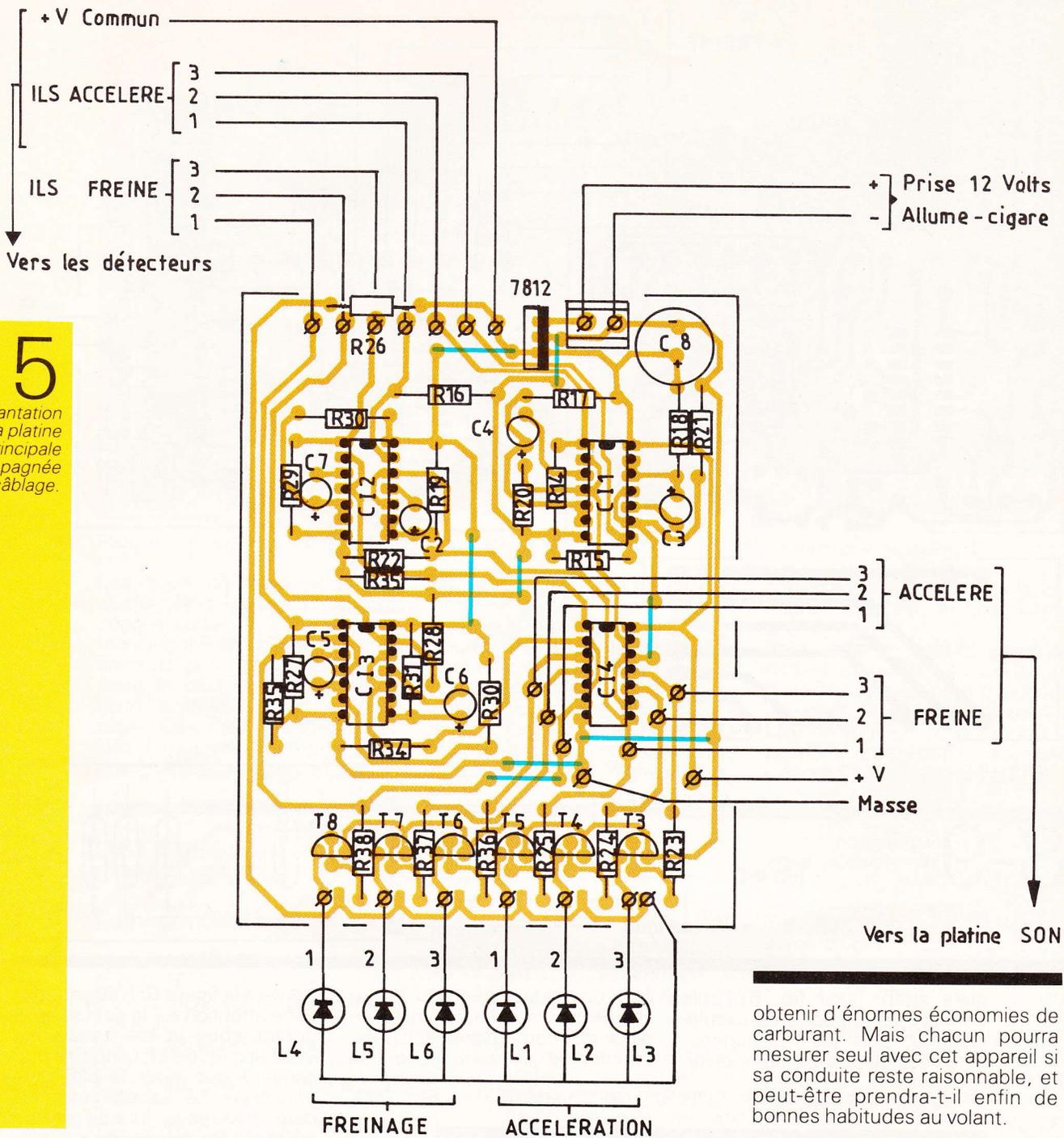
de rang le plus élevé. Pour produire un signal sonore, on peut utiliser la transformation tension-fréquence à l'aide d'un dispositif VCO (Voltage Controlled Oscillator). Nous avons choisi un circuit complexe C.MOS, le modèle 4046 qui comporte entre autres choses un tel VCO : nous n'utiliserons pas les deux comparateurs de phase cette fois-ci. Le circuit produit un signal de sortie sur sa borne 4 et alimente à travers R11 la base du transistor T2,

activant à son tour un haut-parleur miniature de quelques 100 Ω. La fréquence centrale est fonction des composants P1, R10 et R9 ainsi que du condensateur C1. Elle est de plus variable par la tension continue appliquée sur la borne 9. Un simple pont diviseur assure la production de la tension disponible sur la fameuse borne 9. L'une des résistances est R13, l'autre sera R2, R4 ou R6 à travers les diodes antiretour D7, D8 et D9 selon la porte OU EXCLUSIF qui délivre un état haut. Le choix des trois résistances précédentes détermine directement les trois fréquences émises, qui seront choisies très différentes.



4

Le tracé du circuit imprimé pourra être réalisé à l'aide de transferts type Mécanorma.



5

L'implantation de la platine principale accompagnée du câblage.

On pourra aussi les remplacer par des ajustables, plus pratiques. Un signal aigu a été choisi sur la maquette pour accompagner l'accélération ou la décélération la plus forte. En l'absence d'un signal sur la base du transistor T₁, on applique un niveau haut à travers R₈ sur la borne 5 du VCO, bloquant ainsi toute émission d'un signal sonore, en dehors des illuminations d'une

quelconque LED. En résumé, on peut obtenir l'allumage d'une seule ou de plusieurs LED, avec émission d'un signal plus ou moins aigu. Selon le soin que l'on pourra consacrer à la réalisation du module détecteur, on pourra obtenir une sensibilité capable de ne pas réagir à un départ « en douceur ». Bien entendu, cette maquette ne prétend pas transformer le conducteur au volant, ni

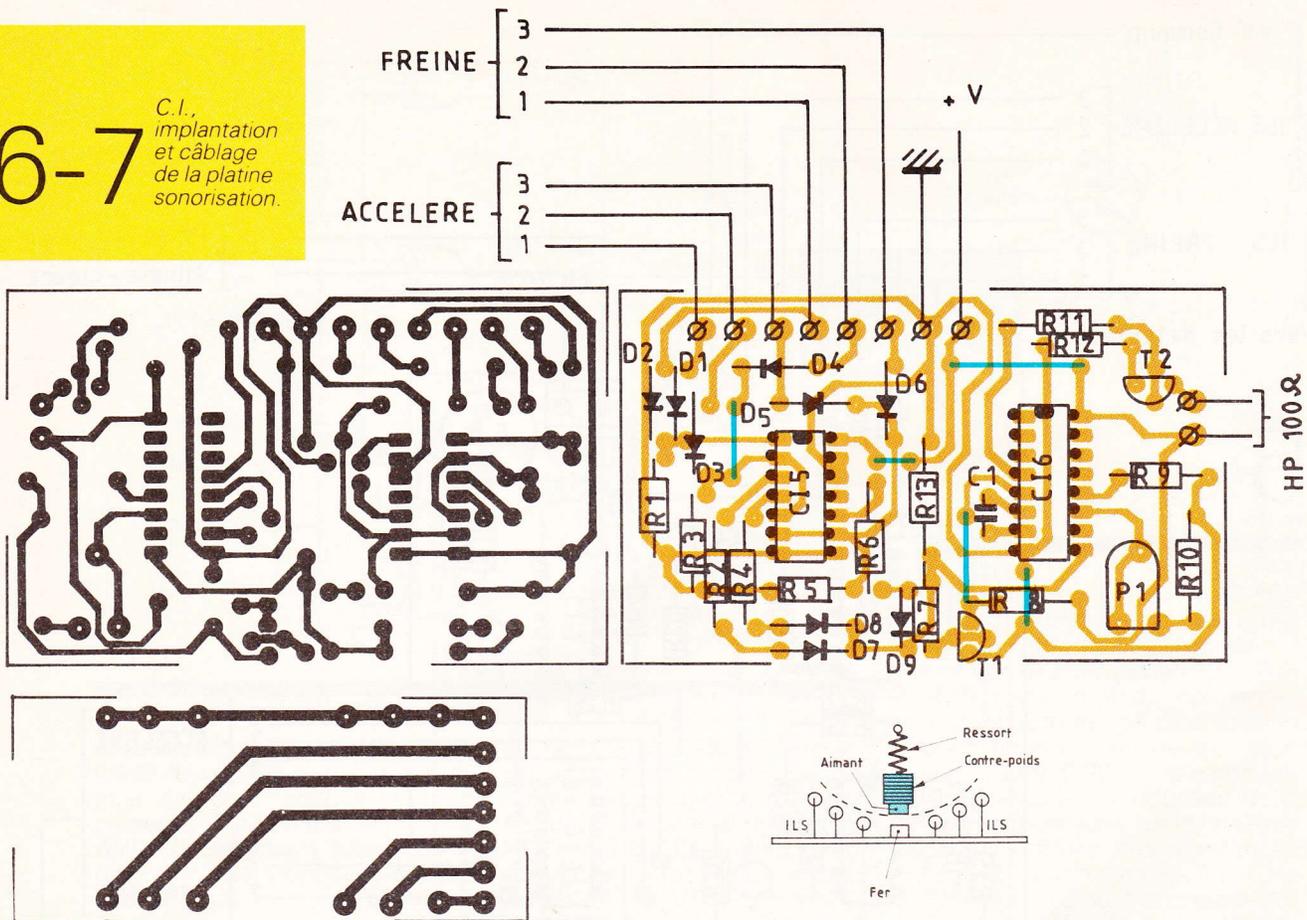
obtenir d'énormes économies de carburant. Mais chacun pourra mesurer seul avec cet appareil si sa conduite reste raisonnable, et peut-être prendra-t-il enfin de bonnes habitudes au volant.

C - REALISATION PRATIQUE

Vous trouverez à la figure 4 le tracé des pistes de cuivre du module principal, à l'échelle 1 comme à l'habitude. La reproduction photographique semble la plus raisonnable, mais avec un peu de patience, on peut également appliquer sur le cuivre décapé des pastilles et ruban transferts. La mise en place des composants débute par quel-

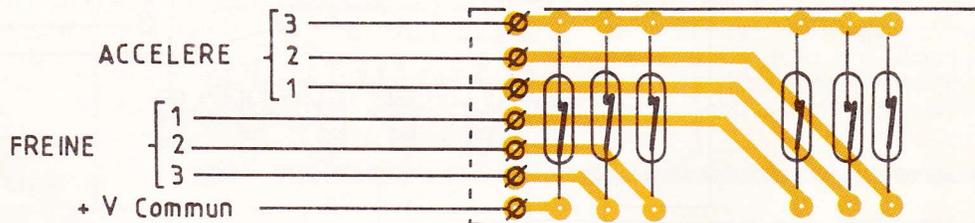
6-7

C.I.,
implantation
et câblage
de la platine
sonorisante.



8-9

C.I. et
implantation
du module
détection.



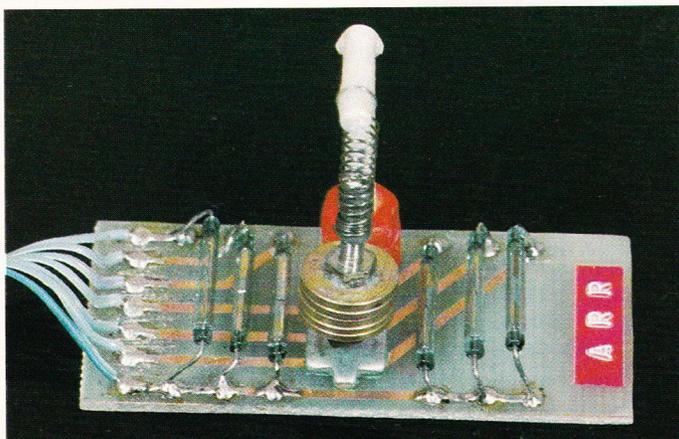
ques straps (voir fig. 5), puis viennent les supports de circuits intégrés, puis les résistances, condensateurs, transistors et pi-

cots ou bornes diverses. Veillez simplement au sens de mise en place des composants polarisés. Le module de sonorisation se

trouve à la figure 6. Nous attirons votre attention sur le petit strap figurant sous la résistance R8. Vous appliquerez les mêmes précautions que pour la plaquette principale. La liaison entre les deux modules se fera à l'aide de quelques fils souples de couleur, en respectant scrupuleusement le repérage de la figure 5. Il faut non seulement ne pas confondre le freinage et l'accélération, ni le degré 1, 2 ou 3 pour chaque sens.

Le point le plus délicat consiste donc à réaliser le module détecteur comportant les ampoules ILS et l'aimant mobile. Le tracé du circuit est donné cette fois à la figure 8, et notez-le bien, les ILS sont tous soudés côté cuivre, afin de pouvoir coller sans

Photo 3. - L'équipage mobile comportant l'aimant dispose d'un contre-poids fait de rondelles empilées.



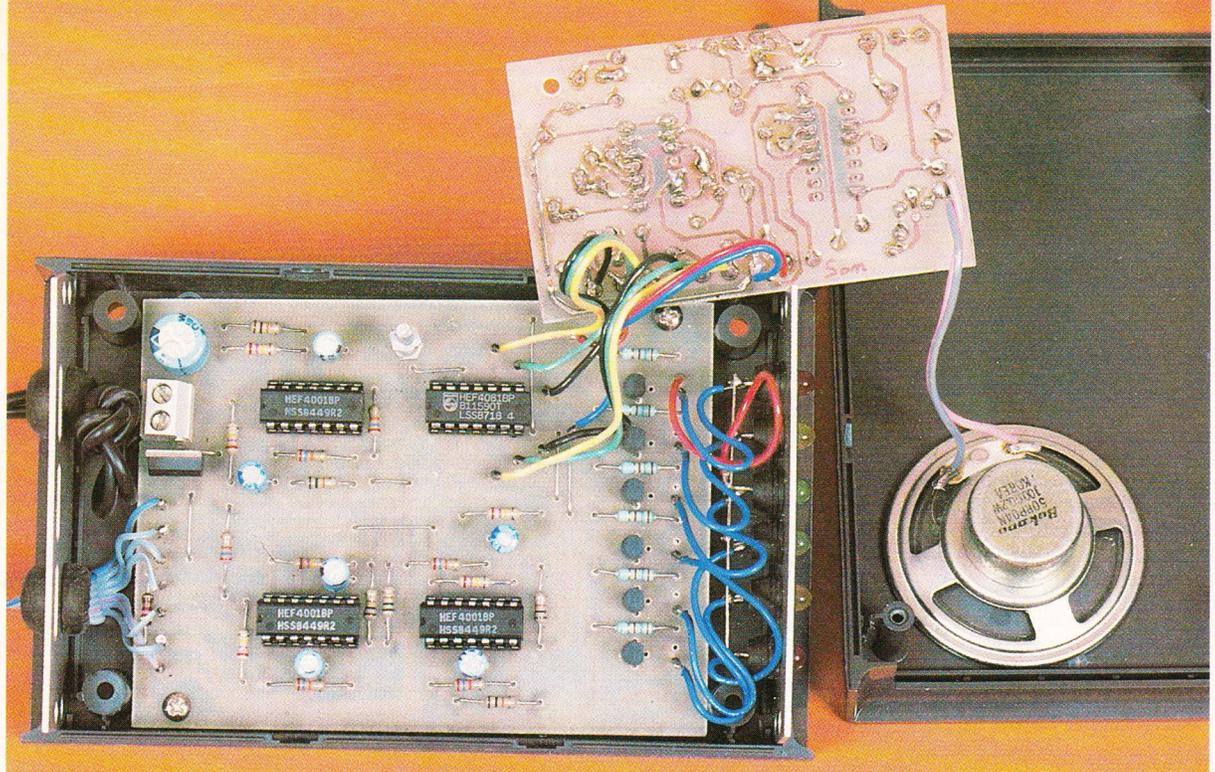


Photo 4. – Aperçu de quatre C.I.-CMOS bon marché et du haut-parleur fixé sur la face supérieure du coffret.

risque de court-circuit la plaque dans le fond d'un quelconque boîtier. Vous devrez installer les ILS en dégradé et vous arranger pour faire passer l'aimant le plus près possible du verre, sans le toucher naturellement. Quelques rondelles empilées feront un contrepoids fort acceptable. Une petite pastille

ferromagnétique assure l'immobilisation de l'équipage mobile en l'absence de sollicitations extérieures. Le ressort de suspension sera relativement rigide pour éviter des oscillations trop aisées. Pour tester l'appareil assemblé, il suffit à l'aide d'un fil souple de shunter les divers contacts sur le détecteur. Aucun réglage n'est

nécessaire, sauf peut-être la fréquence centrale de l'oscillateur final.

Vous voilà en possession d'un gadget très particulier qui saura peut-être calmer vos impatiences au volant, et contribuera ainsi à faire de vous un conducteur à la conduite très souple, au style « cool » !

Guy ISABEL

LISTE DES COMPOSANTS

Semi-conducteurs

IC₁ : C.MOS 4001, portes NOR E, F, G, H
 IC₂ : C.MOS 4001, portes NOR I, J, K, L
 IC₃ : C.MOS 4001, portes NOR Q, R, S, T
 IC₄ : C.MOS 4081, AND M, N, O, P
 IC₅ : C.MOS 4030, portes A, B, C, D, OU EXCLUSIF
 IC₆ : C.MOS 4046, VCO
 D₁ à D₉ : diodes signal 1N 4148
 T₁ : transistor NPN BC 337
 T₂ : transistor NPN 2N 1711
 T₃ à T₈ : transistor NPN BC 337
 L₁, L₄ : diodes LED ø 5 mm verte
 L₂, L₅ : diodes LED ø 5 mm jaune
 L₃, L₆ : diodes LED ø 5 mm rouge
 Régulateur intégré 12 V positif 7812

Résistances (toutes valeurs 1/4 W)

R₁, R₃, R₅ : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
 R₂ : 10 kΩ (marron, noir, orange)
 R₄ : 5,6 kΩ (vert, bleu, rouge)
 R₆ : 470 Ω (jaune, violet, marron)
 R₁₃ : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
 R₇ : 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)
 R₈ : 6,8 kΩ (bleu, gris, rouge)
 R₉ : 15 kΩ (marron, vert, orange)
 R₁₀ : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
 R₁₁ : 1,8 kΩ (marron, gris, rouge)
 R₁₂ : 10 Ω (marron, noir, noir)
 R₁₄, R₁₅, R₁₆ : 27 kΩ (rouge, violet, orange)
 R₁₇, R₁₈, R₁₉ : 270 kΩ (rouge, violet, jaune)
 R₂₀, R₂₁, R₂₂ : 10 kΩ (marron, noir, orange)
 R₂₃, R₂₄ : R₂₅ : 2,7 kΩ (rouge, violet, rouge)
 R₂₆ : 470 Ω (jaune, violet, marron)
 R₂₇, R₂₈, R₂₉ : 27 kΩ (rouge, violet, orange)
 R₃₀, R₃₁, R₃₂ : 270 kΩ (rouge,

violet, jaune)

R₃₃, R₃₄, R₃₅ : 10 kΩ (marron, noir, orange)

R₃₆, R₃₇, R₃₈ : 2,7 kΩ (rouge, violet, rouge)

P₁ : ajustable horizontal pas de 5 mm, 470 kΩ

Condensateurs

C₁ : plastique 150 nF

C₂ à C₇ : chimique vertical ou tantale 22 μF, 16 V

C₈ : chimique vertical 470 μF, 25 V

Divers

Boîtier Retex Elbox RE1 90 x 41 x 145 mm

Haut-parleur miniature 100 Ω

Supports à souder pour CI

Bloc de 2 bornes vissé-soudé pas de 5 mm

Prise d'alimentation pour allumecigare

Fil souple multicolore

Passe-fil

Supports de LED, etc.

UN TESTEUR DE PILES



Les appareils utilisant des piles comme source d'énergie sont de plus en plus nombreux dans notre vie quotidienne : walkman, postes à transistors, émetteurs-récepteurs, pèse-personne, pendulettes... Aussi est-il intéressant de disposer d'un moyen simple et fiable pour distinguer rapidement les piles franchement usagées de celles à qui il reste encore un potentiel énergétique en réserve.

I - LE PRINCIPE

La mesure d'une tension à vide d'une pile, donc de sa f.e.m., (force électro-motrice) ne renseigne pas sur son état de décharge. En effet, il y a très peu de différence entre la f.e.m. d'une pile neuve et celle qui caractérise une pile qui a déjà beaucoup servi. Si on voulait déceler une pile usagée à l'aide d'une simple mesure effectuée avec un voltmètre, il faudrait qu'elle soit complètement à bout de souffle, c'est-à-dire tout à fait incapable de fournir la moindre puissance pour assurer le fonctionnement d'un appareil.

Le montage que nous vous proposons dans cet article place la pile à tester dans des conditions de débit. Un dispositif de comparaison de potentiel réalise alors une classification de la pile dans l'une des trois catégories suivantes :

- pile en très bon état de charge, signalisée par une LED verte ;

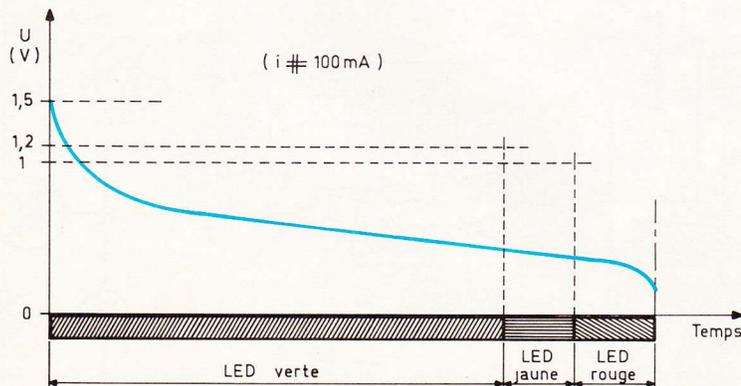
- pile commençant à présenter des faiblesses, indiquée par une LED jaune ;

- pile franchement défectueuse, matérialisée par l'allumage d'une LED rouge.

Le testeur est conçu pour contrôler les piles les plus fréquemment utilisées : à savoir celles du type R6, se caractérisant par une f.e.m. de 1,5 V. La figure 1 indi-



que les critères entrant dans la classification des piles testées en trois classes, tandis que la figure 2 reprend le synoptique général du fonctionnement du testeur.



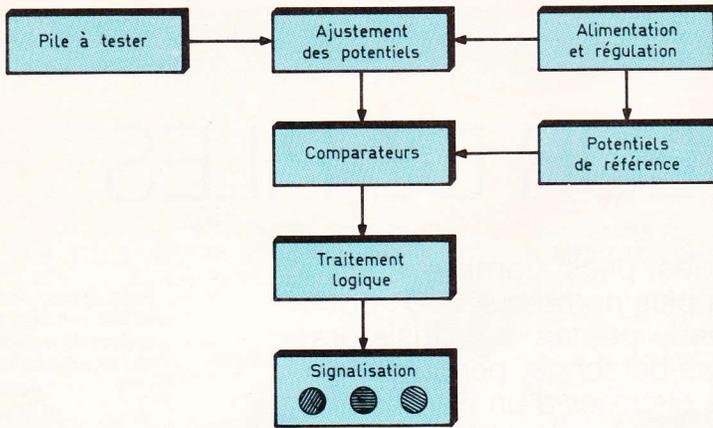
1

Courbe de décharge d'une pile de 1,5 V.

II - FONCTIONNEMENT (fig. 3)

Alimentation

L'énergie nécessaire au fonctionnement du testeur sera fournie par une pile de 9 V. S'agissant de comparaisons de potentiels relativement précises requérant une fidélité acceptable, il est indispensable de disposer d'une alimentation stabilisée... quel que soit le degré d'usure de la pile d'alimentation. A cet effet, le transistor T₁ délivre sur son émetteur une tension régulée à



environ 7,5 V, grâce au maintien de sa base à un potentiel fixe par la présence de la diode Zener de 7,5 V D_Z et la diode-signal D. Notons que l'ensemble est sous tension seulement lorsque l'on appuie sur le bouton-poussoir BP.

Les comparateurs de potentiel

L'appui sur le bouton-poussoir a une seconde conséquence : celle de faire débiter la pile à tester dans une résistance de 10 Ω, si bien que le courant fourni par la pile est de l'ordre de 100 à 120 mA, suivant son état. Une différence de potentiel, pouvant aller de zéro à 1,5 V, se manifeste alors aux bornes de R₁. Cette dernière s'ajoute à un potentiel de référence fixe de :

$$\frac{7,5 \text{ V}}{2} = 3,75 \text{ V}$$

tension que l'on peut relever au point commun des résistances d'égale valeur R₃ et R₄. Les cir-

cuits intégrés IC₁ et IC₂ sont des « 741 » montés en comparateurs de potentiel. Sur leurs entrées directes réunies pour la circonstance, on dispose ainsi d'un potentiel de 3,75 V, auquel s'ajoute la chute de potentiel aux bornes de R₁. Cette disposition est en effet nécessaire afin de faire travailler les « 741 » dans des plages de potentiel acceptables pour lesquelles ils fonctionnent correctement.

Les entrées inverseuses des deux comparateurs sont reliées, chacune en ce qui la concerne, au curseur d'un ajustable permettant d'obtenir le potentiel de réglage souhaité.

Le circuit IC₁ a pour mission de mettre en évidence la fin de la plage verte illustrée à titre d'exemple en **figure 1**. Son entrée inverseuse, dont le potentiel dépend de la position du curseur de l'ajustable A₁, sera donc à régler à la valeur théorique 3,75 V + 1,2 V = 4,95 V.

Ainsi, lorsque le potentiel aux bornes de R₁ est :

- supérieur à 1,2 V, la sortie de IC₁ présente un état haut, étant donné que la valeur à laquelle est soumise l'entrée inverseuse (4,95 V) reste inférieure à celle de l'entrée directe ;
- inférieur à 1,2 V, la sortie de IC₁ présente un état bas.

Le circuit IC₂ décèle la séparation de la zone jaune de la zone rouge du graphique de la **figure 1**. Son entrée inverseuse est donc à régler sur la valeur 3,75 V + 1 V = 4,75 V.

Dans ces conditions, lorsque le potentiel aux bornes de R₁ est :

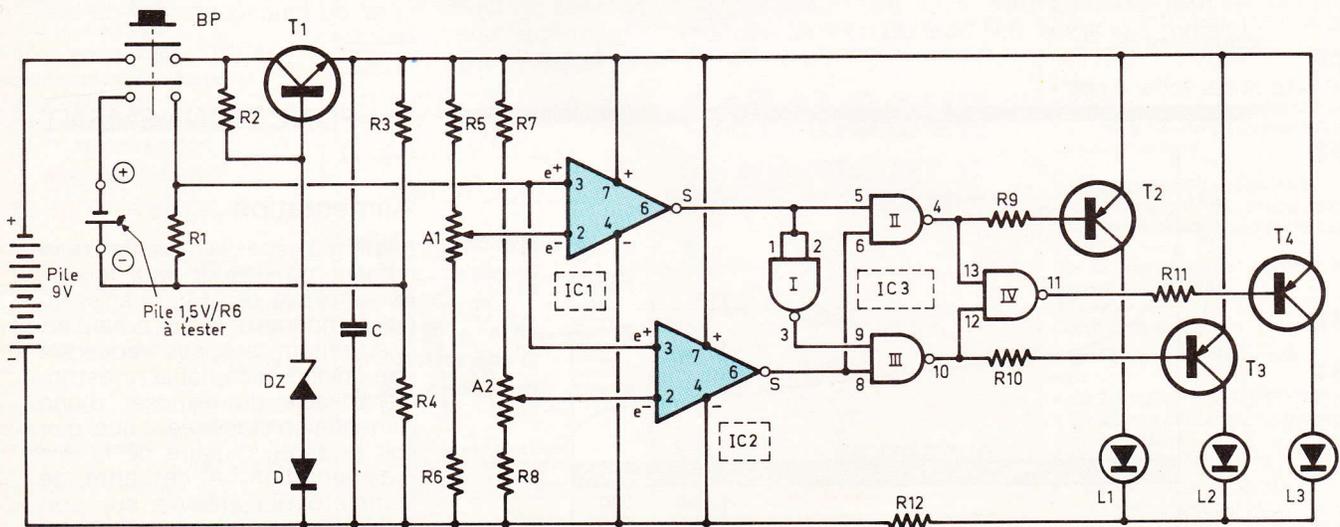
- supérieur à 1 V, la sortie de IC₂ présente un état haut ;
- inférieur à 1 V, elle passe à l'état bas.

Les oscillogrammes de la **figure 4** mettent en évidence ces règles de fonctionnement.

La signalisation

Le tableau de la **figure 5** reprend les trois cas de figure possibles, compte tenu de la valeur de « u », chute de tension introduite par la résistance R₁. Les portes NAND I à IV de IC₃ constituent un dispositif décodeur dont le lecteur peut aisément établir les règles logiques en utilisant à cet effet la table de vérité d'une porte NAND rappelée à la même figure. Le résultat de cette analyse montre que les sorties des portes II, III et IV présentent respectivement un état bas pour les trois zones suivantes :

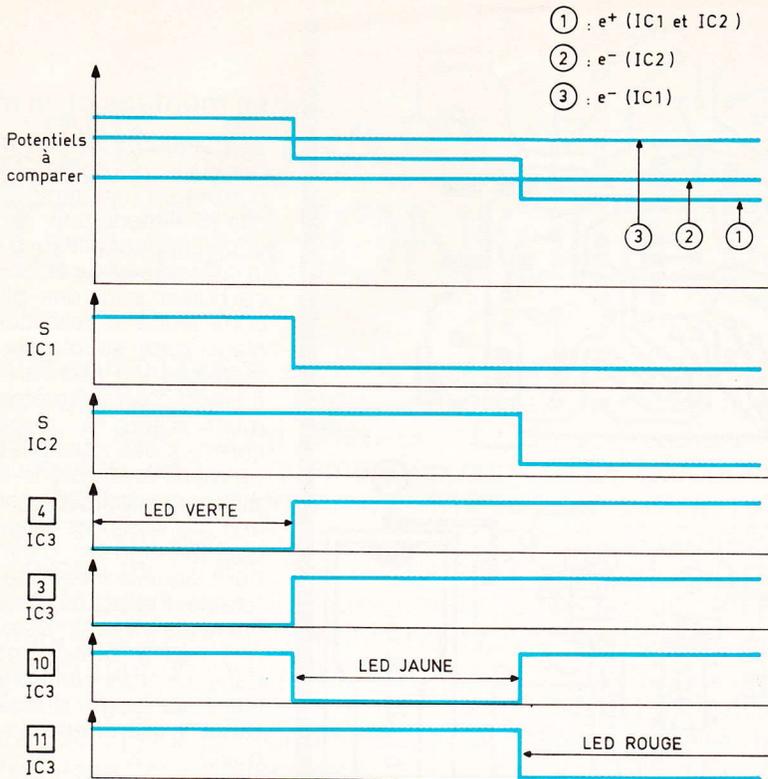
- u > 1,2 V
- 1 V < u < 1,2 V
- u < 1 V



3 Le schéma électronique : deux A.O.P. montés en comparateur de potentiel déterminent l'état de la pile en commandant, via un traitement logique, trois LED (verte, orange, rouge).

4

Chronogrammes de fonctionnement du montage.



5

Table de vérité du traitement logique.

NAND			S IC1	S IC2	3 IC3	4 IC3	10 IC3	11 IC3
E1	E2	S						
0	0	1	1	1	0	0	1	1
0	1	1	0	1	1	1	0	1
1	0	1	0	0	1	1	1	0
1	1	0	1	1	0	0	0	0

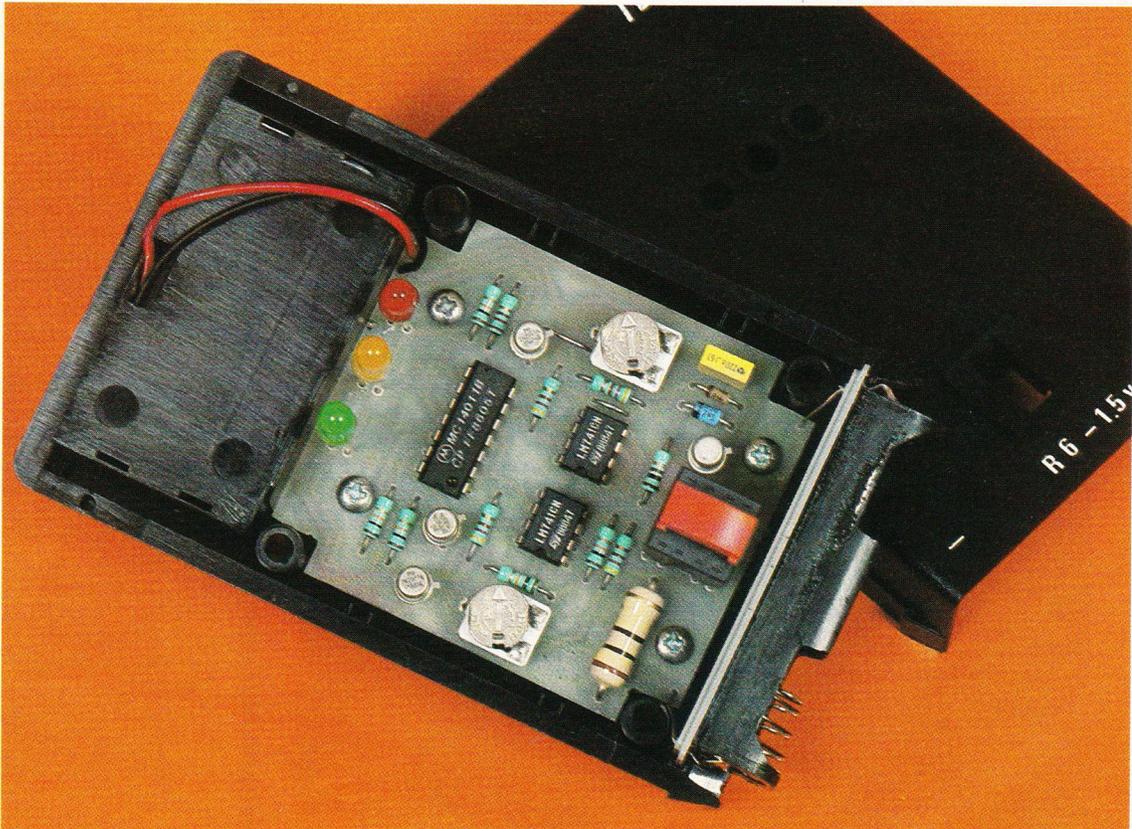
Ces trois sorties sont reliées aux trois bases des transistors PNP T₂ à T₄ par l'intermédiaire des résistances de limitation R₉, R₁₀ et R₁₁. Les transistors comportent dans leur circuit collecteur les LED L₁, L₂ et L₃ qui se caractérisent respectivement par une couleur verte, jaune et rouge. Leur courant est limité par la résistance R₁₂.

III - LA REALISATION PRATIQUE

Le circuit imprimé (fig. 6)

Il est de configuration plutôt simple. On peut le reproduire en appliquant directement les éléments de transfert Mécanorma sur le cuivre bien dégraissé d'une plaque de verre Epoxy. Après attaque dans un bain de perchlore de fer, le circuit sera abondamment rincé. Toutes les pastilles sont ensuite percées à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre. Certains trous tels que ceux destinés aux ajustables seront à agrandir à 1,2 mm. On pourra avantageusement étamer le circuit imprimé, directement au

Photo 2. - Vue du poussoir double-contact « MEC ».

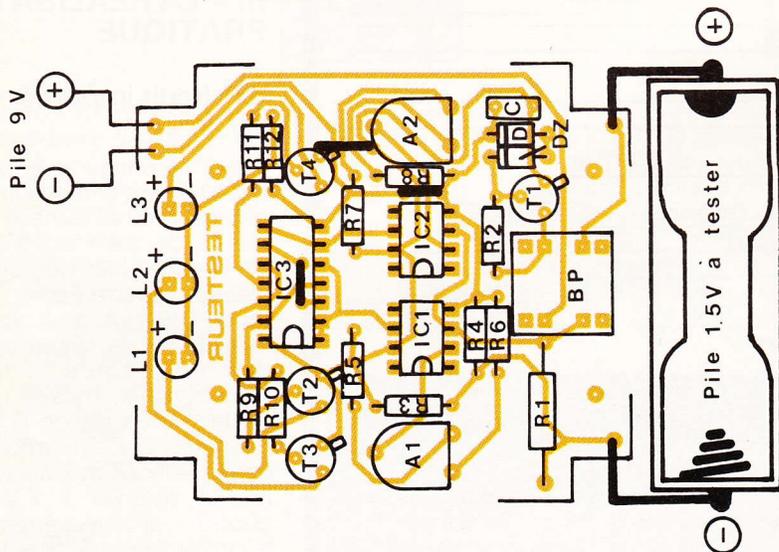
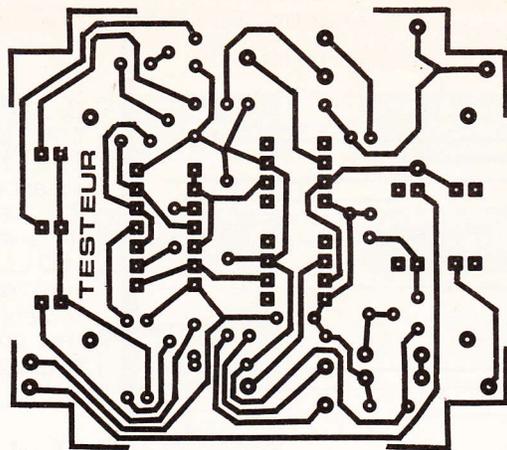


6

Tracé du circuit imprimé du testeur logique.

7

Implantation des composants.



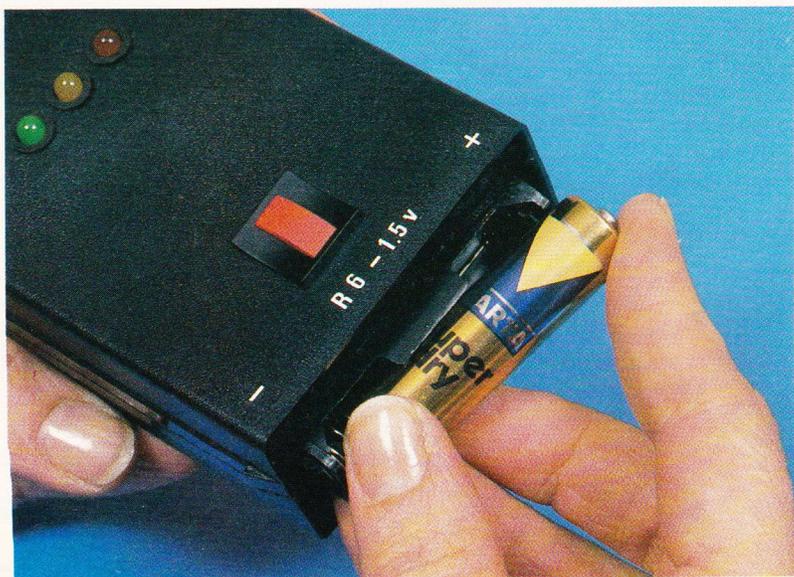
fer à souder. Les traces laissées par le vernis peuvent être atténuées à l'aide d'un pinceau imbibé d'un peu d'acétone.

L'implantation des composants (fig. 7)

Peu de remarques sont à faire sur cette partie si ce n'est celle sur laquelle on n'insistera sans doute jamais assez : le respect absolu

de l'orientation des composants polarisés. Donc pas de précipitation, et beaucoup de soin dans la réalisation des soudures. Toute soudure d'aspect terne est suspecte et peut être la cause d'un fonctionnement non satisfaisant. Attention également au respect de l'orientation du coupleur : l'isolant rouge correspond au « plus » tandis que le noir est affecté au « moins ».

Photo 3. - Le coupleur de pile 1,5 V se placera sur la face avant du boîtier MMP.



Le montage et le réglage

La maquette publiée a été insérée dans un coffret MMP comportant un mini-tiroir réservé à la pile d'alimentation de 9 V. Un coupleur pour pile R₆ a été collé à la colle époxy sur la face avant de ce boîtier pour une plus grande commodité d'utilisation. Ce réglage peut se réaliser de deux manières. La première consiste, à l'aide d'un voltmètre suffisamment précis, à positionner les curseurs des ajustables A₁ et A₂ de manière à obtenir les valeurs théoriques indiquées au paragraphe 22. Mais ces valeurs ne sont que théoriques ; c'est la raison pour laquelle il est peut-être préférable d'effectuer ces réglages à l'aide de piles à tester usagées que l'on a auparavant classées dans les trois catégories : verte, jaune ou rouge, d'après des critères expérimentaux et pratiques.

COMPOSANTS

3 straps (1 horizontal, 2 verticaux)

R₁ : 10 Ω / 1 W (marron, noir, noir)

R₂ : 100 Ω (marron, noir, marron)

R₃ et R₄ : 2 × 10 kΩ (marron, noir, orange)

R₅ à R₈ : 4 × 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)

R₉ à R₁₁ : 3 × 10 kΩ (marron, noir, orange)

R₁₂ : 220 Ω (rouge, rouge, marron)

D : diode-signal 1N4148, 1N914

DZ : diode Zener 7,5 V - 1,3 W

L₁ : LED verte Ø 5

L₂ : LED jaune Ø 5

L₃ : LED rouge Ø 5

C : 0,22 μF, milfeuil

A₁ et A₂ : 2 ajustables 22 kΩ (implantation horizontale, pas de 5,08)

T₁ : transistor NPN BC 108, 109, 2N2222

T₂ à T₄ : 3 transistors PNP 2N2907

IC₁ et IC₂ : 2 × μA 741 (ampli-op)

IC₃ : CD 4011 (4 portes NAND à 2 entrées)

BP : bouton-poussoir « MEC » (2 contacts « marche » et 2 contacts « arrêt »)

Coupleur pour pile 1,5 V à tester Pile 9 V

Coupleur pour pile 9 V

Boîtier MMP avec compartiment réservé (110 × 70 × 33)

UNE ALARME TELEPHONIQUE



Le montage que nous vous proposons dans cet article peut constituer l'aboutissement efficace d'un système d'alarme ; en effet, en cas de sollicitation, il compose automatiquement un numéro de téléphone préalablement programmé et émet un signal d'alerte. Mais il peut également servir utilement dans d'autres applications, telles que la surveillance d'une habitation du point de vue de ses installations : congélateur, chauffage, détections d'incendies, de fuites d'eau... En ajoutant un récepteur radio approprié que nous publierons ultérieurement il devient un dispositif anti-agression pour personne seule, qui portera sur elle un mini-émetteur d'alarme...

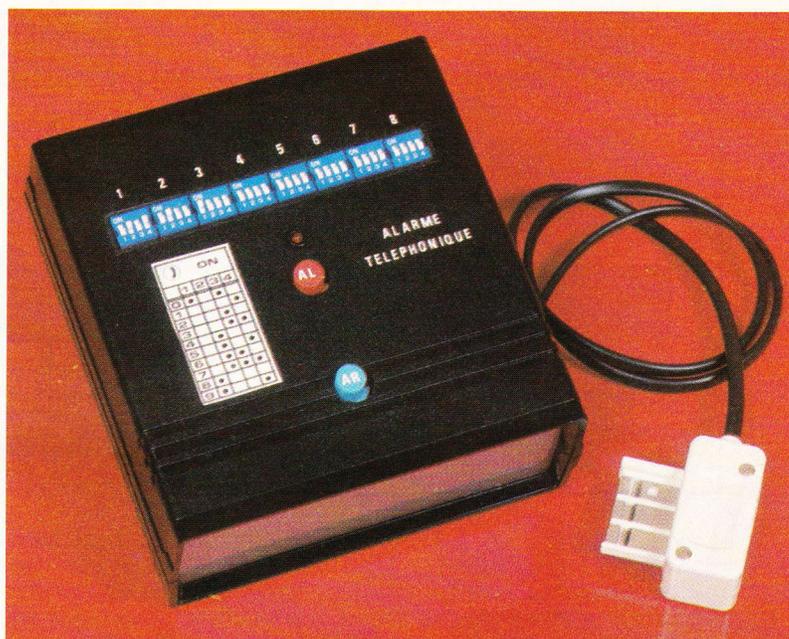
I - PRINCIPE

a) Numérotation téléphonique par impulsions (fig. 1)

La grande majorité des postes téléphoniques dépendent de centraux interprétant le chiffrage du numéro de l'abonné demandé, par le décodage du nombre d'impulsions, qui représente, en fait, un nombre de coupures brèves de la liaison, après établissement de la tonalité.

Signalons cependant qu'un nouveau système de chiffrage est en cours d'élaboration : peu de postes fonctionnent d'après ce principe. Il s'agit de l'émission de signaux constitués de la superposition de deux fréquences musicales, pour davantage de fiabilité. Chaque chiffre correspond à une « note » musicale normalisée. Nous en reparlerons dans un prochain article.

Mais revenons au cas général et examinons la **figure 1**. Tant qu'un poste n'est pas décroché, on relève un potentiel continu de 50 V sur la ligne. Le décrochage du combiné, qui correspond à la fermeture d'un contact, a pour effet la circulation d'un courant, la composante continue, dans l'appareil. De par l'impédance et les caractéristiques de réglage de ce dernier, le potentiel continu se stabilise à une valeur d'environ 10 V, pour un courant de l'ordre



de 40 à 50 mA. C'est alors que s'établit la tonalité qui indique à l'utilisateur qu'il peut procéder à la numérotation. Cette dernière consiste simplement à provoquer autant de coupures que de chiffres formés sur le cadran. Seule exception, le zéro qui correspond conventionnellement à dix impulsions. La fréquence de ces impulsions est de 10 Hz, ce qui équivaut à une période de 100 ms. Le rapport cyclique de la durée de ces coupures par rapport à une période est égal à 2/3. Entre deux chiffres consécutifs, il convient de ménager un temps

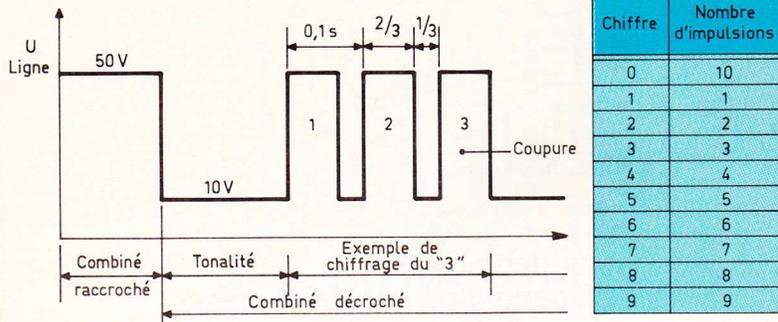
de pause suffisant : généralement de l'ordre de la seconde. L'appareil que nous décrivons peut ainsi composer un numéro de huit chiffres.

b) Principe de fonctionnement du dispositif (fig. 2)

Le montage s'arme par l'appui sur un bouton-poussoir, ou tout autre moyen ayant pour origine la fermeture continue ou intermittente d'un contact extérieur. Il se produit alors la prise de ligne téléphonique. Après une tempori-

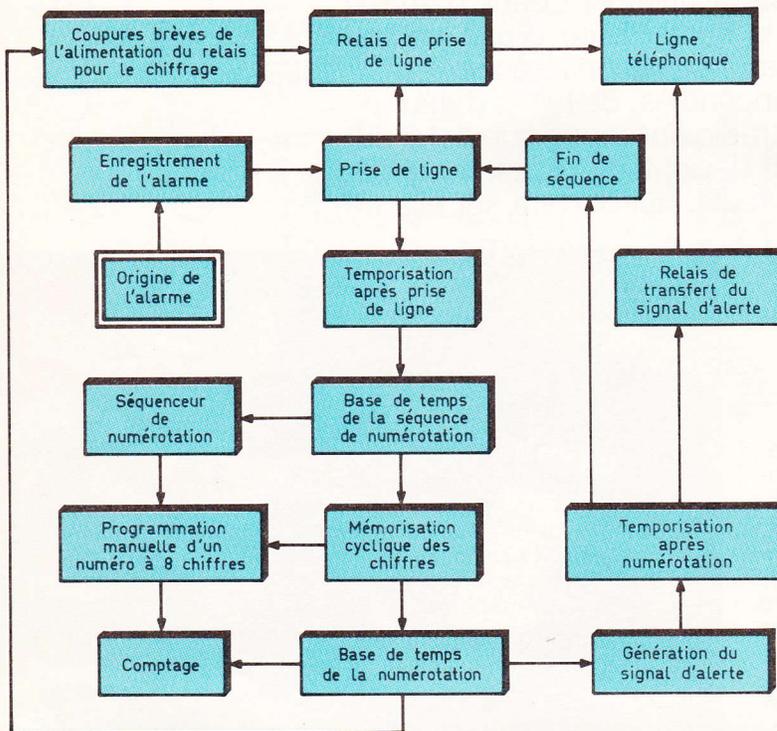
1

Principe de la numérotation téléphonique par impulsions.



2

Synoptique de fonctionnement de l'alarme.



sation de l'ordre de 7 à 10 secondes, qui correspond à l'établissement de la tonalité, un séquenceur à huit positions prend son départ. Pour chacune de ses positions, un « décompteur » se positionne d'abord sur la valeur programmée du chiffre à composer. Puis, aussitôt, une base de temps assure la commande du « décomptage ». Le phénomène cesse lorsque le décompteur atteint la valeur zéro. Il suffit alors d'exploiter les impulsions de comptage pour provoquer autant de coupures du relais de prise de ligne. Une fois la numérotation achevée, après une temporisation de l'ordre de 5 secondes, une dernière temporisation prend son départ. Elle se caractérise par une durée d'environ 60 à

70 secondes. Tout au long de cette dernière, un relais se ferme : il relie un générateur de fréquences musicales à la ligne téléphonique par le biais d'un couplage capacitif. Ce signal a la configuration de son émis par la sirène d'une voiture de pompiers, ce qui est tout à fait expressif...

Enfin, le relais de prise de ligne s'ouvre définitivement, et le dispositif se place dans sa position de veille.

Un second poussoir permet d'arrêter le processus en cours à tout moment. Une LED de signalisation matérialise la prise de ligne et ses clignotements indiquent la phase correspondant à la numérotation.

La programmation se réalise par l'intermédiaire de huit micros-

ches à quatre contacts suivant une loi binaire dont nous reparlerons. Ces interrupteurs sont naturellement accessibles de l'extérieur du boîtier, pour une modification aisée du numéro à programmer.

II - FONCTIONNEMENT ELECTRONIQUE

a) Alimentation (fig. 3)

L'énergie est fournie par le secteur 220 V. Un transformateur de faible puissance abaisse la tension à 12 V, dont un pont de diodes redresse aussitôt les deux alternances. La capacité C_1 assure un premier filtrage. Au niveau du transistor NPN T_1 , dont la base est maintenue à une valeur fixe de 10 V par la diode Zener D_z , on relève une tension continue et stabilisée à 9,5 V. La capacité C_2 effectue un complément de filtrage, alors que C_3 est davantage chargée d'écouler les éventuelles fréquences parasites en provenance du secteur.

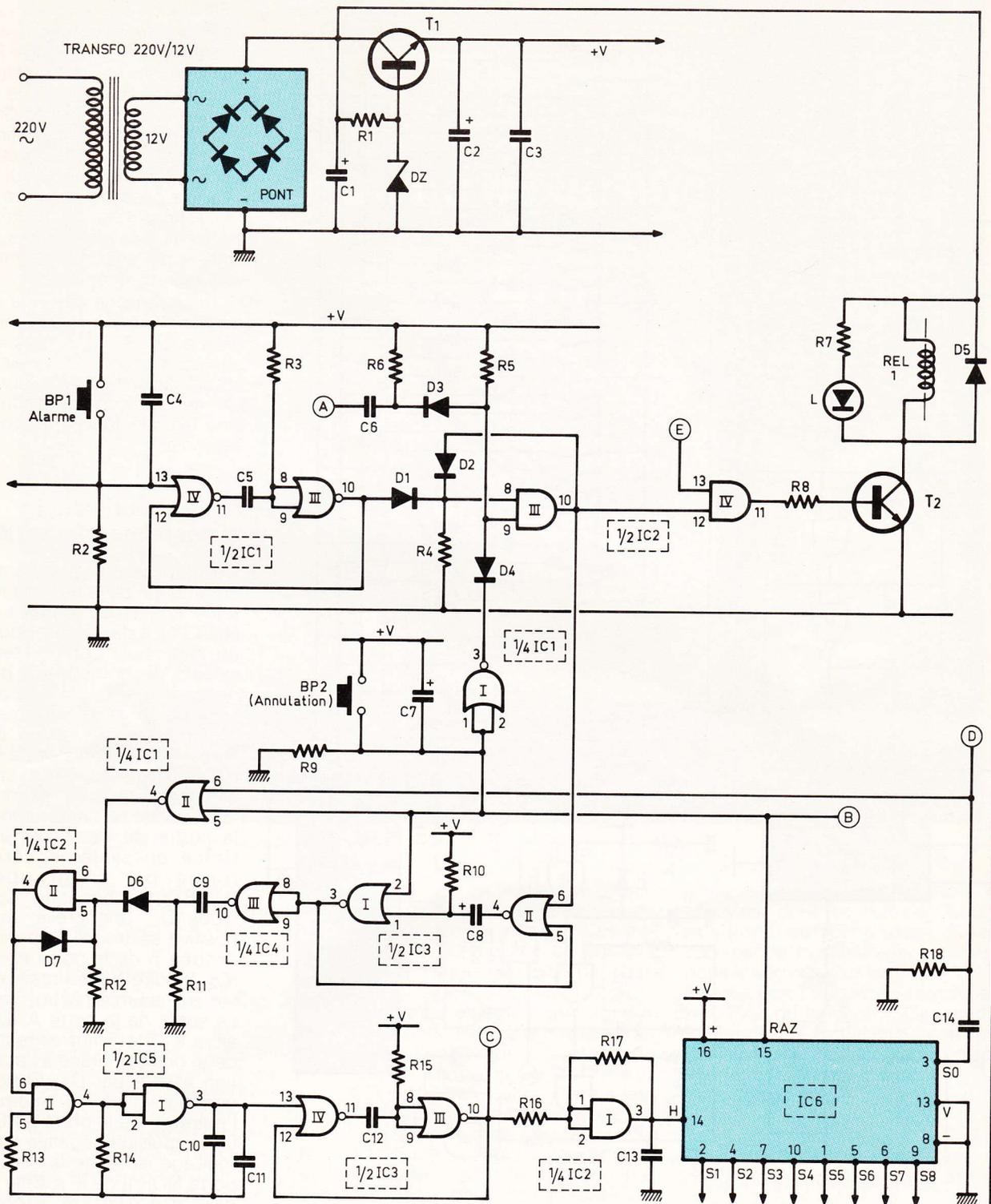
b) Mémorisation de l'alarme (fig. 3)

Les portes NOR III et IV de IC_1 sont montées en bascule monostable. Rappelons qu'une telle bascule présente sur sa sortie un état bas en position de repos. Si on soumet son entrée de commande à un état haut, elle délivre sur sa sortie une impulsion positive de durée fixe qui dépend en fait du produit $R_3 \times C_5$. Dans le cas présent, cette durée est environ égale à une dizaine de millisecondes. Cette brève impulsion se produit ainsi à chaque fois que l'on appuie sur le bouton-poussoir BP_1 , ou encore si un contact en parallèle sur les bornes de ce dernier se réalise. On notera que dans le cas où ce contact était permanent, suite à une détection d'alarme par exemple, la bascule ne délivrerait qu'une impulsion unique ; c'est la raison d'être de cette bascule monostable.

L'impulsion positive générée par la bascule est présentée, via D_1 , sur l'une des entrées de la porte AND III de IC_2 , dont l'autre entrée se trouve généralement maintenue à un état haut. La sortie de la porte passe alors à l'état haut et reste dans cette position active grâce au verrouillage réalisé par la diode D_2 . Toute impulsion négative sur l'entrée 9 de la

3

Alimentation, enregistrement et séquençage de la numérotation.

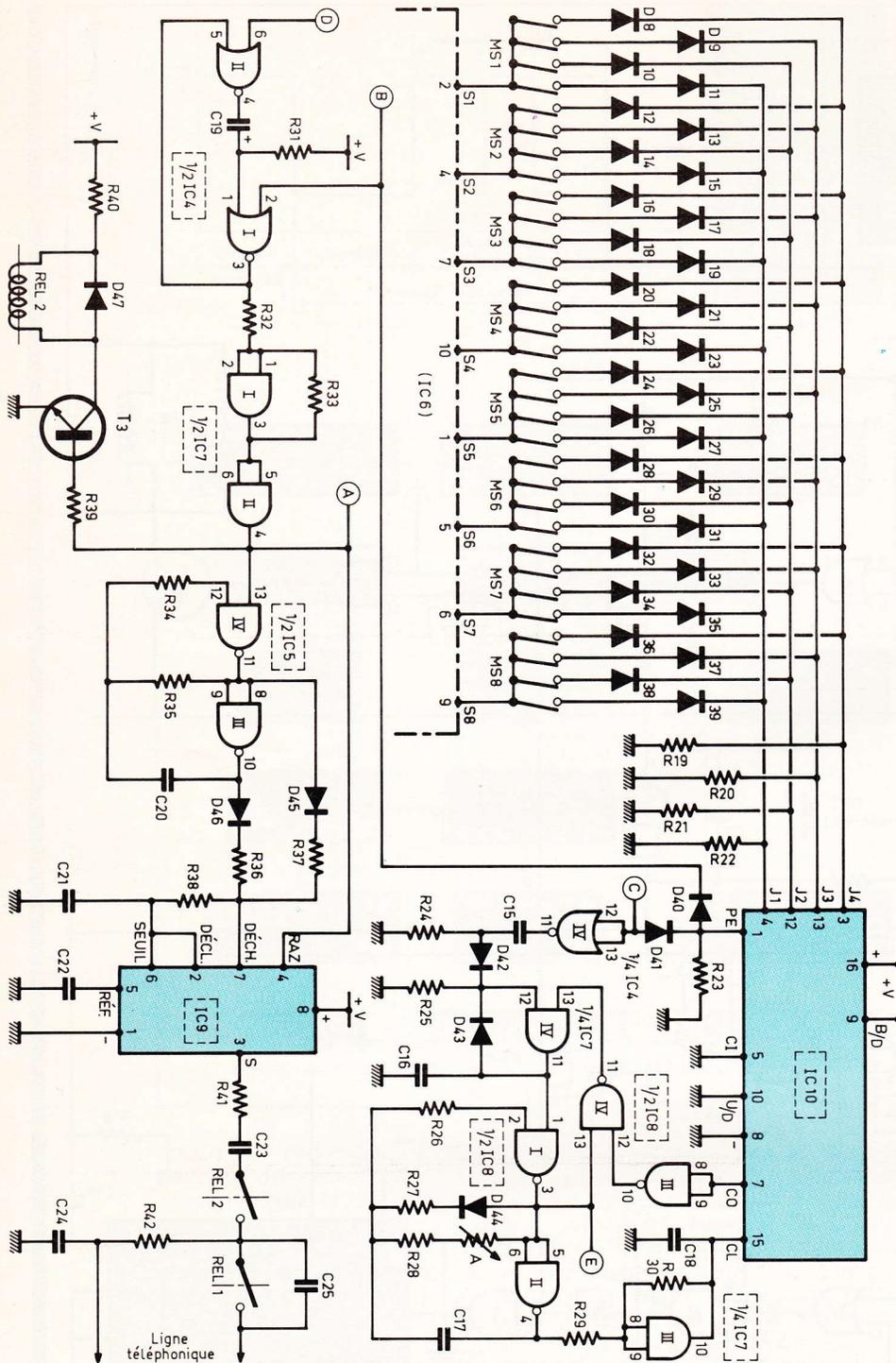


porte AND, même si elle est très brève, a pour effet immédiat la remise à zéro de la sortie de la porte. Ce phénomène se réalise en particulier lorsque le système dérivation constitué par C₆, les résistances R₅/R₆ et la diode D₃ décèle un front descendant au point A du montage. Nous ver-

rons plus loin que cela correspond à la fin de la séquence. L'impulsion négative de déverrouillage se produit également lorsque la porte NOR I et IC₁ présente sur sa sortie un état bas. Deux raisons pour cela : au moment de la mise sous tension ou plus exactement suite à la réap-

parition du secteur après une coupure, où la charge de C₇ à travers R₉ est à l'origine de cette impulsion d'initialisation, qui a pour effet de placer autoritairement le circuit de mémorisation sur sa position de repos ; une seconde raison est volontaire, et correspond à l'appui sur BP₂.

4 Programmation de la numérotation et émission du signal d'alerte.



c) Prise de ligne (fig. 3 et 4)

Le niveau haut précédemment mis en évidence est présenté sur l'entrée 12 de la porte AND IV de IC₂. L'entrée 13 reste générale-

ment maintenue à un état haut, sauf dans certains cas particuliers correspondant aux impulsions, dont nous parlerons plus loin. En conséquence, la sortie de cette porte passe à l'état

haut. Il s'établit alors un courant dans la jonction base-émetteur du transistor T₂, limité par R₈. Ce transistor se sature aussitôt. Le relais REL₁ monté dans le circuit du collecteur se ferme. Grâce à une branche parallèle, définie par R₇ et la LED L, on enregistre l'allumage de cette LED, qui matérialise la prise de ligne. La diode D₅ a pour rôle de protéger le transistor des effets liés à la surtension de self, qui se manifestent lors des coupures.

La prise de ligne consiste à insérer dans la ligne téléphonique la résistance R₄₂ par le biais du contact « travail » du relais REL₁, ce qui produit un effet comparable au décrochement du combiné téléphonique d'un poste téléphonique.

d) Temporisation avant numérotation (fig. 3)

Dès la prise de ligne, l'entrée de commande de la bascule monostable constituée par les portes NOR I et II de IC₃ est soumise à un état haut. Compte tenu des valeurs des composants périphériques R₁₀ et C₈, la bascule délivre sur sa sortie un état haut d'une durée de l'ordre de 7 à 9 secondes, que la porte NOR III de IC₄ inverse aussitôt. La fin de la temporisation correspond ainsi à l'apparition d'un front positif sur la sortie de cette porte NOR. Grâce au système dérivateur formé par le groupement R₁₁/R₁₂, la capacité C₉ et la diode D₆, une brève impulsion positive se trouve disponible sur l'entrée 5 de la porte AND II de IC₂. L'autre entrée reste généralement soumise à un état haut. La sortie de la porte AND passe alors à l'état haut et reste dans cette position grâce à l'automatisme assuré par D₇. Cette situation dure jusqu'au moment où l'entrée 6 de la porte AND reçoit une impulsion négative de déverrouillage issue de la sortie de la porte NOR II de IC₁. Cela se produit notamment lorsque le point D du montage présente un état haut : nous verrons que c'est le cas en fin d'opération de numérotation. Mais ce phénomène se réalise également grâce au circuit d'initialisation C₇/R₉ ou BP2 dont nous avons déjà parlé. Ce même circuit force également la bascule monostable NOR I et II de IC₃ à zéro, au moment des

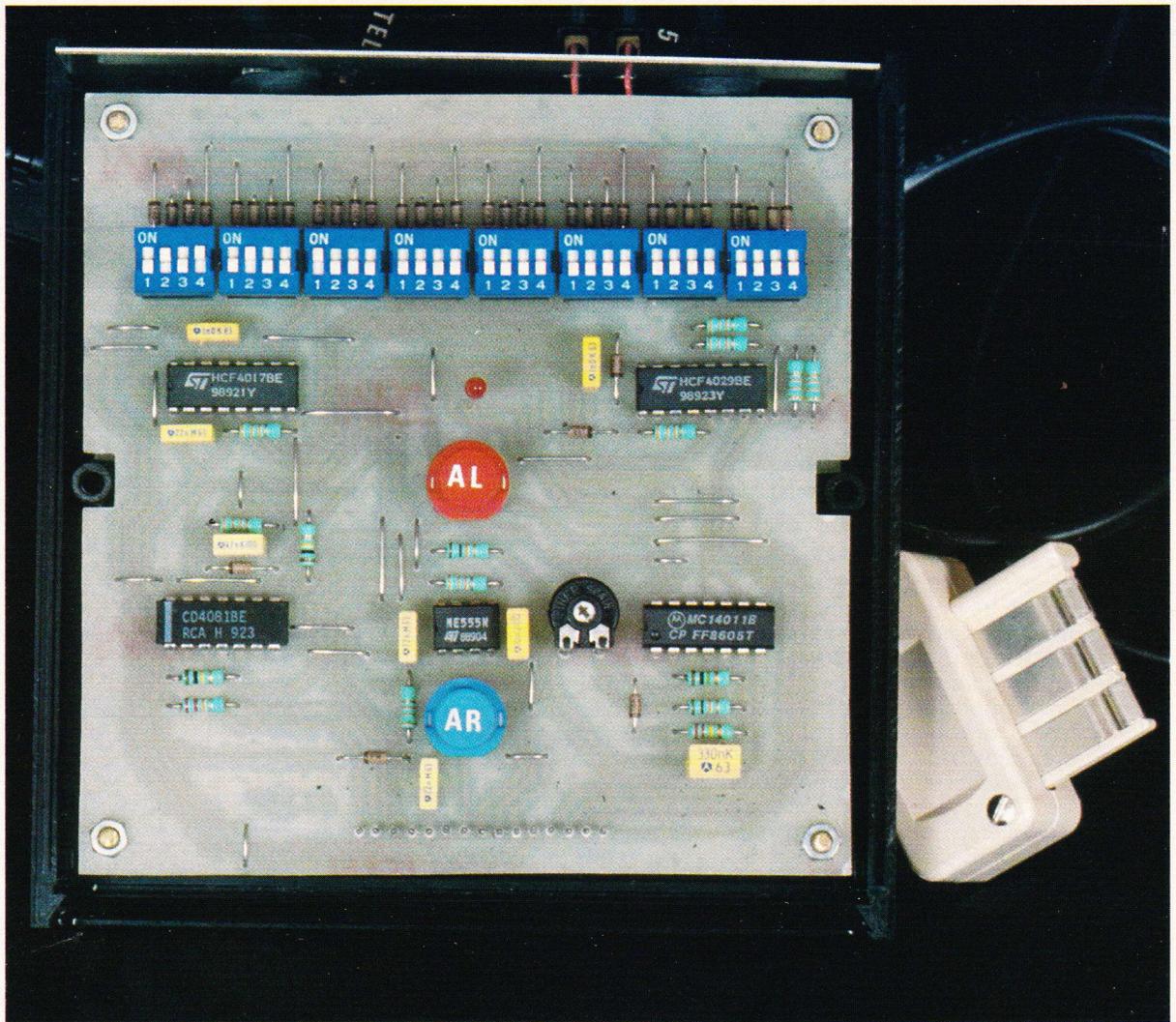


Photo 2. — La platine supérieure de l'alarme.

instabilités qui ne manquent pas de se produire au moment de la mise sous tension du montage.

e) Commande de la numérotation (fig. 3)

Les portes NAND I et II de IC₅ forment un multivibrateur astable du type commandé. Tant que l'entrée de commande 6 est soumise à un état bas, ce multivibrateur présente sur sa sortie un état bas de repos. En revanche, aussitôt que la sortie de la porte de mémorisation AND II de IC₂ passe à l'état haut, c'est-à-dire 8 secondes après le début de la prise de ligne, le multivibrateur entre en oscillation. Il délivre sur sa sortie des créneaux dont la période est de l'ordre de 3 secondes. Les fronts montants de ces créneaux activent une bascule monostable constituée par les portes NOR III et IV de IC₃, qui

forment sur sa sortie des impulsions positives d'une durée de quelques millisecondes. Ces impulsions sont prises en compte par le trigger de Schmitt que constitue la porte AND I de IC₂. Ce montage confère aux signaux des fronts bien verticaux qui attaquent l'entrée de comptage de IC₆. Il s'agit d'un compteur CD 4017 bien connu de nos lecteurs. L'état haut se déplace de proche en proche de la sortie S₀ à la sortie S₁, puis sur S₂ et ainsi de suite. Après le passage par S₉, l'état haut se présente de nouveau sur la sortie S₀. Le front ascendant correspondant est alors pris en compte par le circuit dérivateur C₁₄/R₁₈. L'impulsion positive qui en résulte est transformée en impulsion négative par la porte NOR II de IC₁. Elle assure le déverrouillage de la porte AND II de IC₂ et le blocage du multivibrateur.

Ainsi, le compteur IC₆ a parcouru un cycle, dont les huit dernières positions correspondent à la commande du chiffreage comme nous le verrons plus loin. Notons que l'entrée de remise à zéro RAZ du compteur IC₆ reçoit également l'impulsion positive d'initialisation de façon à le positionner sur zéro au moment de la mise sous tension.

f) Programmation de la numérotation (fig. 4)

Le compteur référencé IC₁₀ est un CD 4029. Il s'agit d'un compteur-décompteur, BCD ou binaire qui, de surcroît, présente la propriété d'être « prépositionnable ». A cet effet, il comporte quatre entrées de prépositionnement JAM₁ à JAM₄. Il dispose, en outre, d'une entrée de commande de prépositionnement PE,

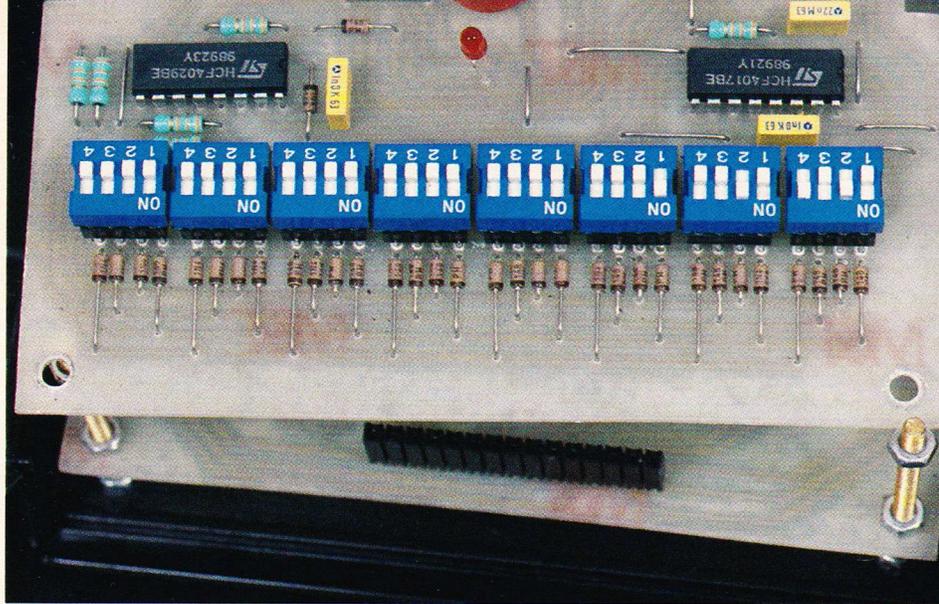


Photo 3. – Vue des microswitches de programmation du numéro de téléphone appelé.

qui est maintenue à un état bas dans le cas général, grâce à la résistance R_{23} . Si on soumet cette entrée à un état haut, même très bref, le compteur se positionne automatiquement sur une valeur binaire imposée par les niveaux logiques auxquels sont soumises les entrées JAM. Or ces dernières peuvent être programmées pour chacun des huit positions particulières du compteur-séquenceur IC_6 , par le biais des microswitches MS_6 à MS_8 .

Au paragraphe précédent nous avons mis en évidence l'apparition d'un bref état haut au point C du montage, au moment de l'avance du compteur IC_6 . Il se produit ainsi l'opération de prépositionnement, par l'intermédiaire de D_{41} , au début de chaque position nouvelle de IC_6 . Nous verrons à la fin du chapitre consacré à la réalisation pratique comment est réalisée la programmation binaire du numéro.

Notons qu'au moment de la mise sous tension du montage l'impulsion positive d'initialisation présentée sur l'entrée PE de IC_{10} a pour effet d'assurer un prépositionnement particulier du compteur : il s'agit de la valeur zéro, étant donné qu'à ce moment toutes les entrées JAM_1 à JAM_4 sont soumises à un état bas.

g) Réalisation de la numérotation (fig. 4)

Le compteur IC_{10} a son entrée UP/DOWN reliée à un état bas : en conséquence il « décompte » au rythme des fronts positifs des signaux de comptage présentés sur son entrée « CLOCK ». De

plus, son entrée BINARY/DECADE étant soumise à l'état haut, il fonctionne en mode binaire, ce qui lui permet d'occuper une valeur maximale correspondant à 15 (1111 en binaire). En fait, la plus grande valeur que l'on programme est 10 (1010) qui correspond au zéro téléphonique.

La porte NOR IV de IC_4 inverse l'impulsion de prépositionnement en impulsion négative. Sur sa sortie, on dispose ainsi d'un front positif à la fin de cette opération. Ce front positif est pris en compte par le montage dérivation C_{15} , R_{24}/R_{25} et D_{42} . Il a pour conséquence l'armement de la porte AND II de IC_7 , dont l'entrée d'effacement 13 se trouve généralement maintenue à un état haut si IC_{10} occupe une position différente de zéro, ce qui est justement le cas aussitôt après l'ordre de prépositionnement.

L'état haut délivré par la porte AND active le multivibrateur commandé formé par les portes NAND I et II de IC_8 . Celui-ci entre alors en oscillation. Les créneaux qu'il délivre se caractérisent par une période de 100 millisecondes, mais ils ne sont pas symétriques. En effet, les durées de charge et de décharge de C_{17} sont intentionnellement inégales suivant que l'état logique sur la sortie de la porte NAND II est haut ou bas, grâce à D_{44} . Il en résulte une configuration à rapport cyclique $L/3$ dont nous avons déjà parlé en début d'article. Notons que la fréquence des oscillations peut être réglée à sa valeur précise par le biais de l'ajustable A.

Les créneaux délivrés par l'oscillateur sont pris en compte par le trigger de Schmitt que constitue la porte AND III de IC_7 . Sa sortie est reliée sur l'entrée de comptage CL de IC_{10} qui « décompte ». En observant le tableau de fonctionnement d'un CD 4029 on remarque que la sortie C_0 présente seulement un état bas pour la position particulière zéro, niveau que la porte NAND III de IC_8 inverse, pour le transformer en état haut. Ainsi dès la deuxième impulsion positive d'une série d'oscillations sur l'entrée CL, on note l'apparition d'un état haut sur l'entrée 12 de la porte NAND IV de IC_8 . Mais à ce moment, l'entrée 13 est encore à l'état bas, étant donné qu'elle se trouve reliée avec la sortie de la porte I du multivibrateur. La sortie de la porte NAND IV continue alors de présenter un état haut. Elle ne passe à l'état bas qu'au moment précis où la sortie du multivibrateur repasse à l'état bas, autrement dit après un cycle complet et non tronqué de ce dernier. A ce moment, la sortie de la porte IV présente son état bas de déverrouillage de la porte AND IV de IC_7 . L'opération de chiffrage d'un numéro est alors achevée.

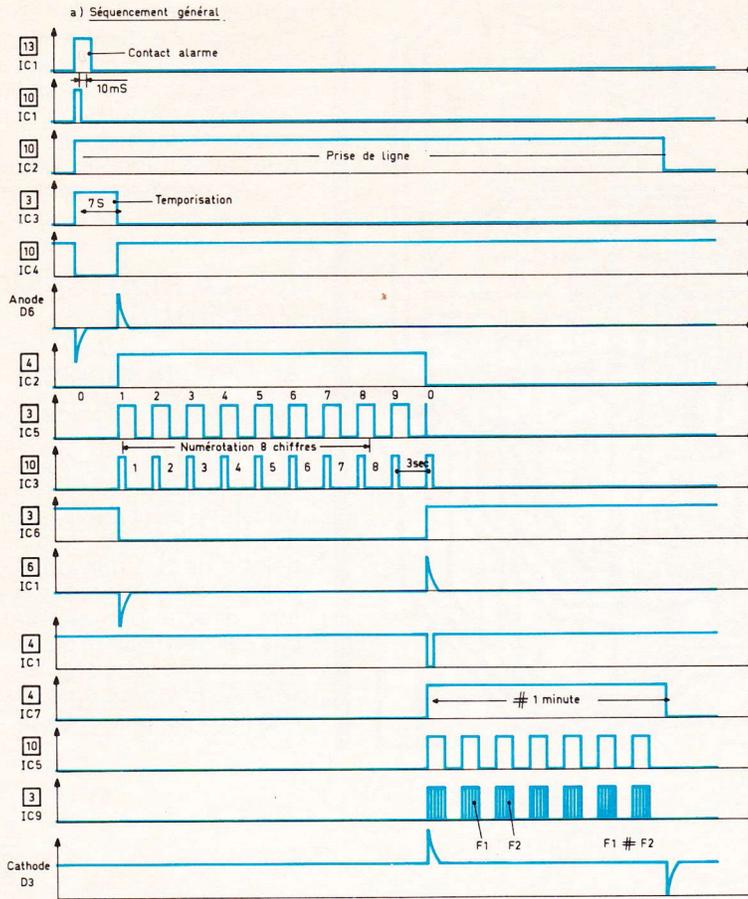
Les impulsions de comptage correspondantes sont recueillies sur la sortie de la porte NAND I du multivibrateur sous la forme d'impulsions négatives. Elles ont pour conséquence le décollement fugitif du relais de prise de ligne grâce aux états bas correspondants que l'on observe sur la sortie de la porte AND IV de IC_2 . Les oscillogrammes de la figure 5 reprennent ces difficultés explicatives sous une forme davantage expressive.

h) Commande temporisée du signal d'alerte (fig. 4)

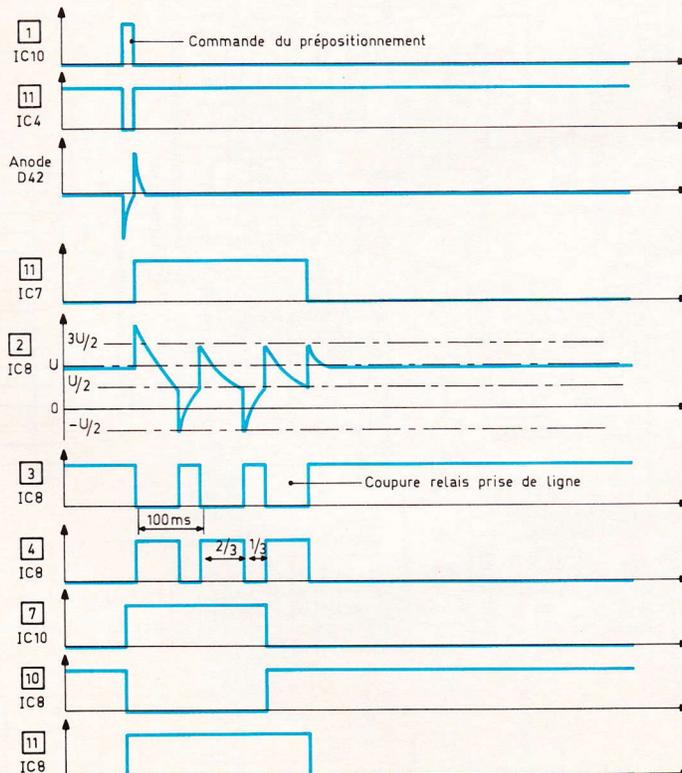
Le paragraphe « e » a mis en évidence qu'au point D du montage on enregistrerait une brève impulsion positive dès que le compteur-séquenceur IC_6 a terminé son périple, c'est-à-dire après avoir occupé la position S_9 , déjà ultérieure à la numérotation, ce qui introduit un délai supplémentaire de quelques secondes, rappelons-le. Cette impulsion positive donne le départ à la bascule monostable formée par les portes I et II de IC_4 . Cette dernière présente alors un état haut sur sa

5

Oscillogrammes de fonctionnement prélevés en divers points du montage.



b) Réalisation de la numérotation (exemple du 3)

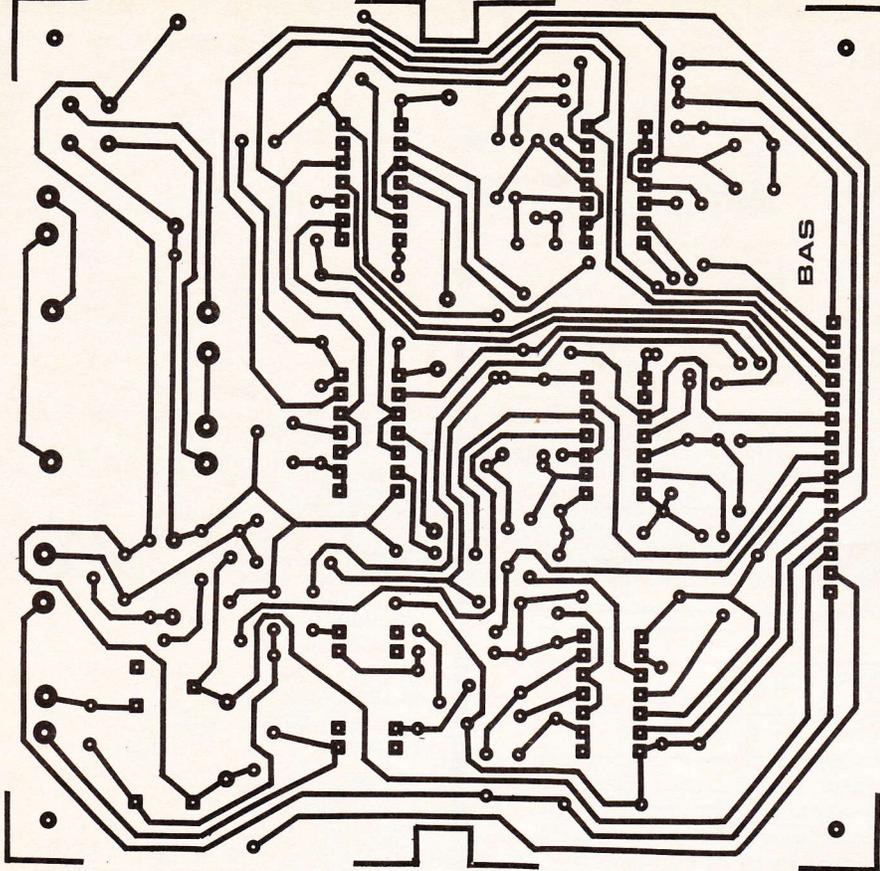


sortie. Compte tenu des valeurs de R_{31} et de C_{19} , la durée de cet état haut est de l'ordre de 60 à 70 secondes. La porte AND I de IC7, montée en trigger de Schmitt, suivie de la porte AND II, assure une commutation rapide, surtout au moment de la fin de temporisation. En effet, il est important de disposer à ce moment d'un front négatif très net afin d'activer le dispositif dérivateur C_6 , R_5/R_6 et D_3 , dans de bonnes conditions. Nous avons déjà vu en début de chapitre que l'impulsion négative qui en résulte a pour effet de déverrouiller la porte AND III de IC2, ce qui correspond à la fin générale de la séquence avec l'ouverture définitive du relais de prise de ligne.

Notons également que pendant la temporisation de 60 à 70 secondes réalisée par la bascule monostable, le transistor T_3 est saturé. Il comporte dans son circuit collecteur le relais REL_2 , qui se ferme. Nous verrons au prochain paragraphe à quoi cela correspond. S'agissant d'un relais du type REED de 5 V, la résistance R_{40} a pour mission de provoquer la chute de potentiel nécessaire. Cette résistance est à adapter à la résistance R du relais lui-même. Elle doit être égale à celle-ci : en effet, 5 V représentent la moitié du potentiel de l'alimentation.

i) Génération du signal d'alerte (fig. 4)

L'état haut délivré par la bascule monostable NOR I et II de IC4 active également le multivibrateur formé par les portes NAND III et IV de IC5. Il délivre les créneaux dont la période est de l'ordre de 1,5 à 2 secondes. Suivant que l'état de la sortie du multivibrateur est haut ou bas, l'entrée 7 du 555 (IC9) est en relation avec la polarité positive du montage par l'intermédiaire de résistances de valeurs différentes R_{36} ou R_{37} . Les oscillations, délivrées par ce circuit intégré monté ici en multivibrateur, sont donc caractérisées par une fréquence musicale dont les deux valeurs sont périodiquement alternées au rythme de 1,5 à 2 secondes. Cette disposition produit l'effet de la sirène du camion de pompiers dont nous parlions au début de cet article. Ces notes musicales sont transmises à la ligne téléphonique par l'intermédiaire du

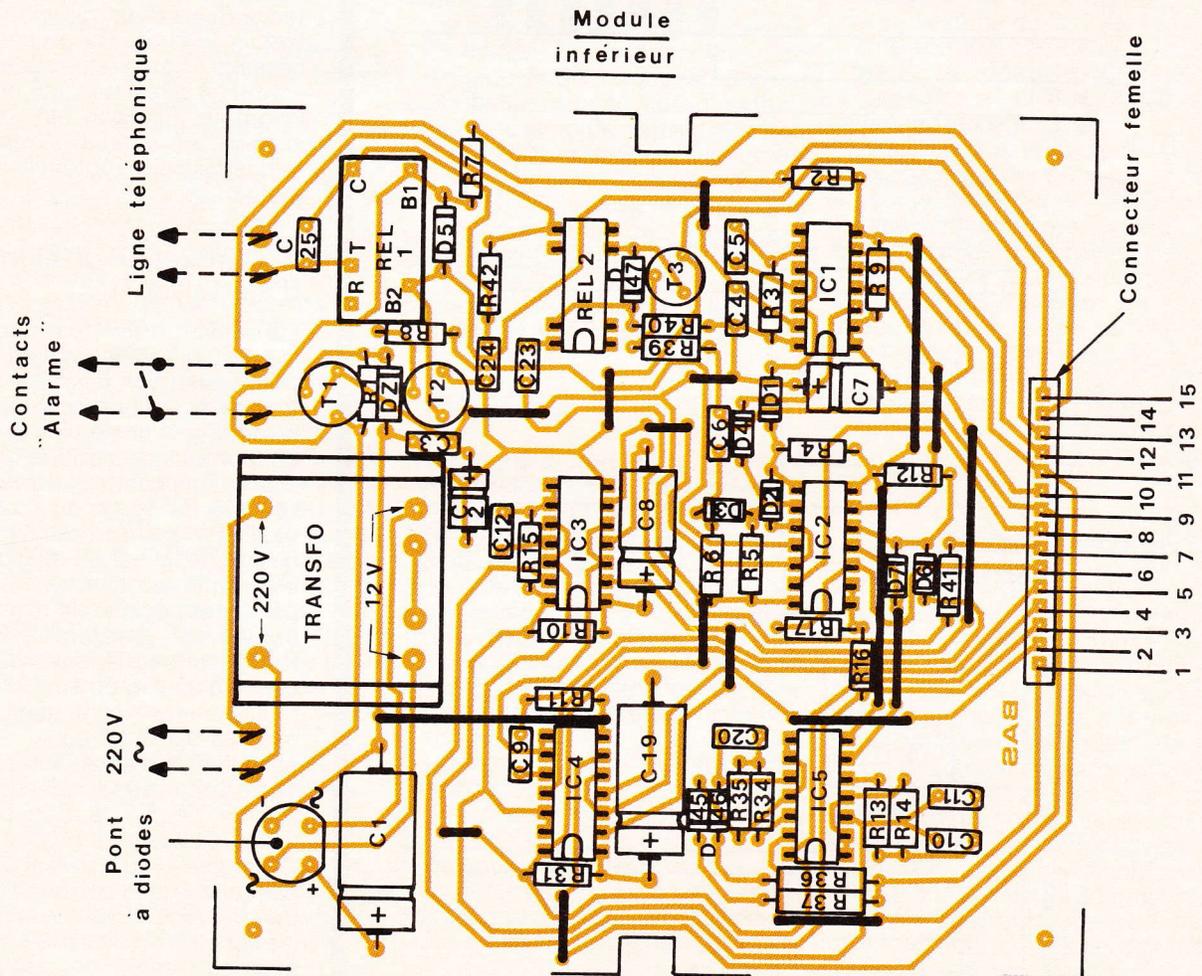


contact « travail » du relais REL₂, la résistance de limitation R₄₁ et le couplage capacitif, assurés par C₂₃ et C₂₄. Les capacités bloquent et isolent les composantes continues du montage et de la ligne téléphonique entre elles, tout en permettant le transfert du signal d'alerte.

III - LA REALISATION PRATIQUE

a) Circuits imprimés

Ils sont au nombre de deux : un module inférieur et un supérieur. Leur réalisation demande le recours aux différents produits de transfert du type Mécanorma, disponibles sur le marché : bandelette de 0,8 mm de largeur et pastilles. La reproduction peut être directe par application de ces éléments sur le cuivre préalablement bien dégraissé de l'époxy. Elle peut également être indirecte en passant par le biais



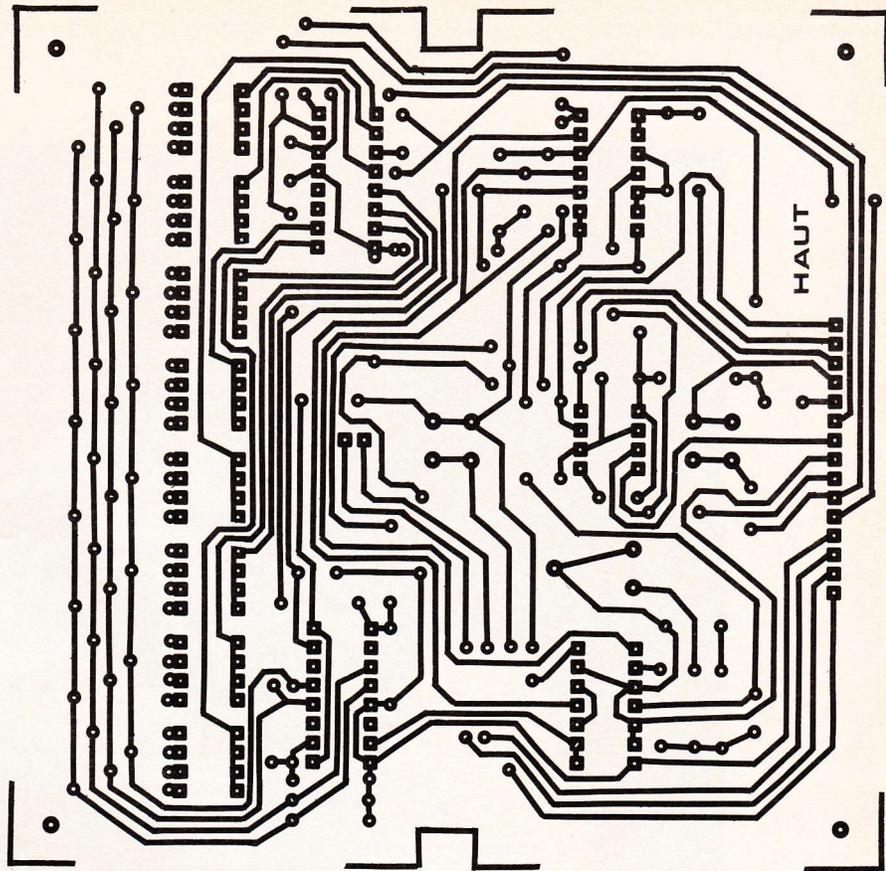
6-7

Circuits imprimés et implantations des deux platines composant l'alarme.

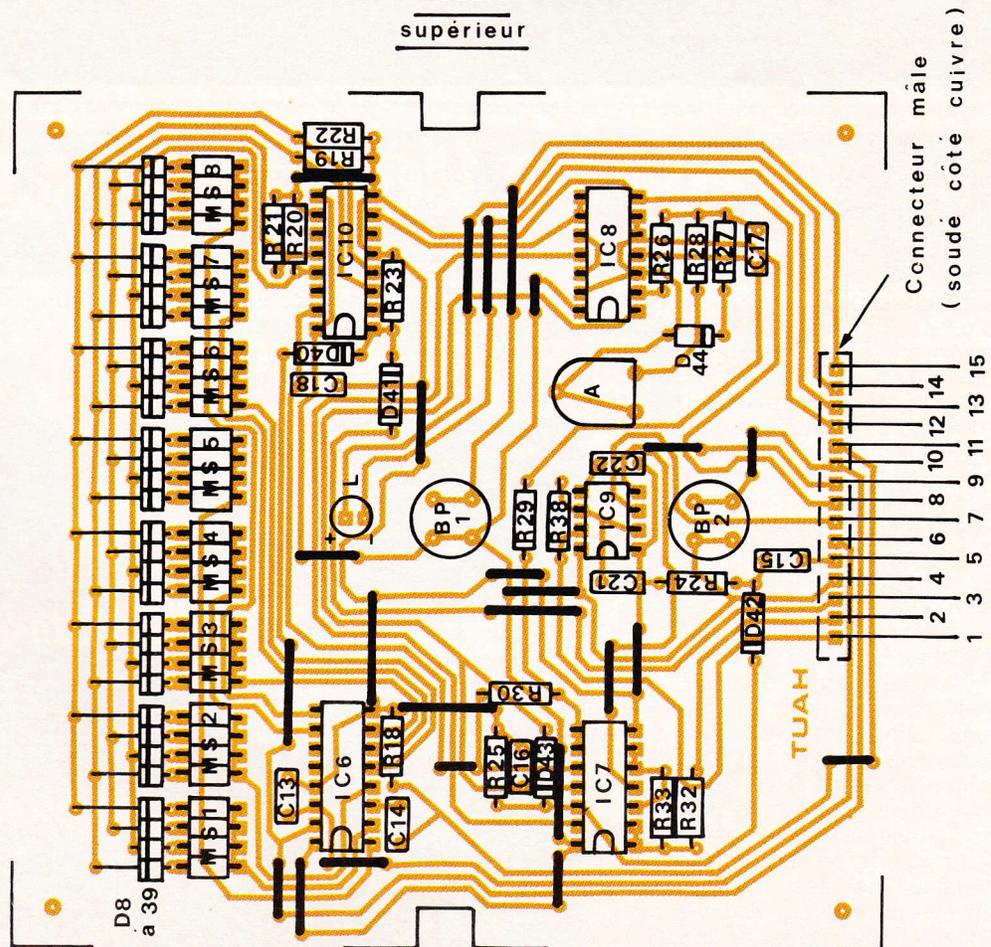
de la confection d'un mylar transparent que l'on interposera par la suite entre l'époxy présensibilisée et une source de rayonnement ultraviolet. Toutefois, avant de démarrer la réalisation des circuits imprimés, il est prudent de se procurer les composants nécessaires, afin d'être en mesure d'effectuer les éventuelles modifications utiles au niveau de la configuration du circuit imprimé, si les brochages de certains éléments, tels que relais et transformateurs, n'étaient pas exactement les mêmes que ceux utilisés par l'auteur.

Après gravure dans un bain de perchlorure de fer, toutes les pastilles seront à percer à l'aide d'un foret de 0,8 mm. Quelques-uns seront sans doute à agrandir suivant le diamètre des connexions auxquelles ils sont destinés.

Enfin, il est toujours préférable d'étamer les pistes dans le but de leur donner une meilleure résistance mécanique.



Module supérieur



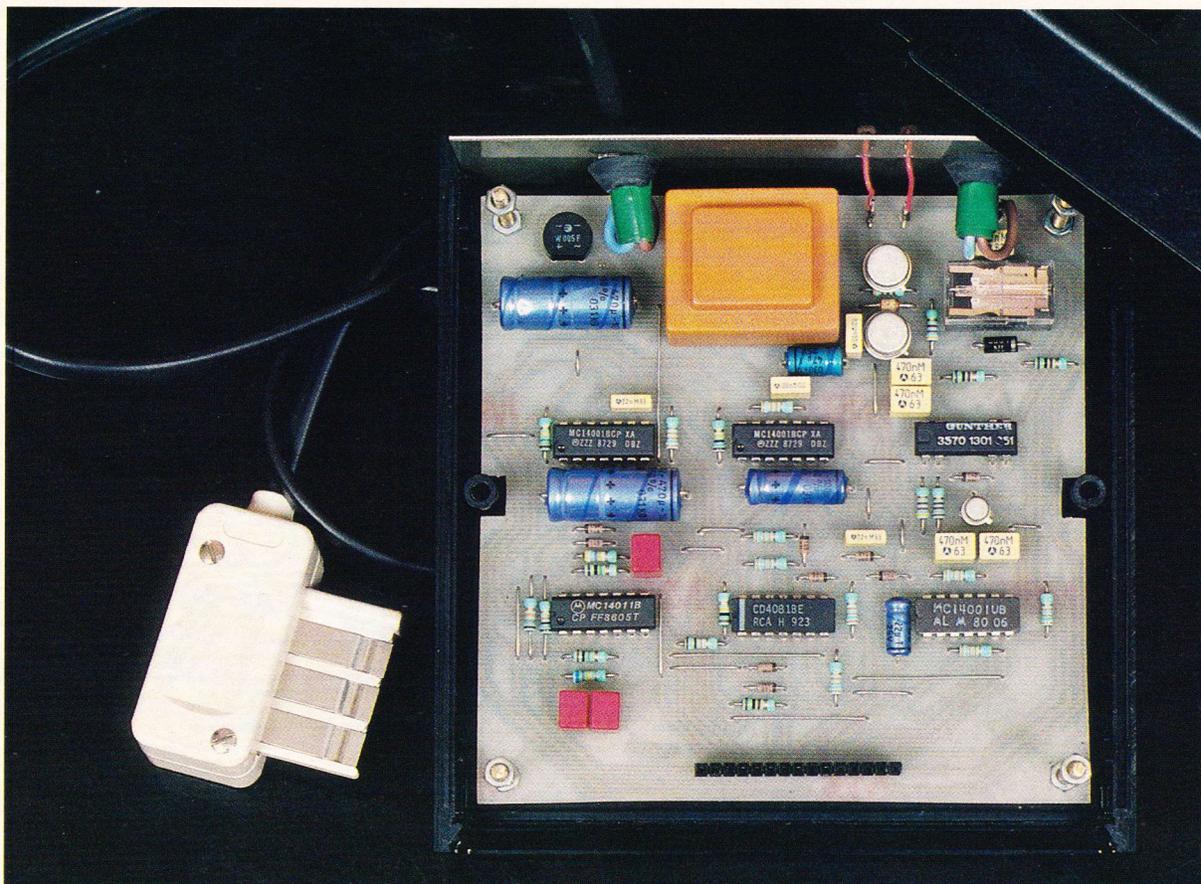


Photo 4. – Le transformateur moulé (en orange) s'insère directement sur la platine parmi les composants.

b) Implantation des composants (fig. 7)

Après la mise en place des straps de liaison, dont la présence évite le recours au circuit imprimé double face toujours délicat à mettre en œuvre par l'amateur, on plantera d'abord les diodes, les résistances, les capacités, et les transistors. Par la suite ce sera le tour de composants de plus grande taille tels que les relais et le transformateur. Il va sans dire qu'il convient de bien respecter l'orientation des différents composants polarisés, faute de quoi, le montage ne saurait fonctionner.

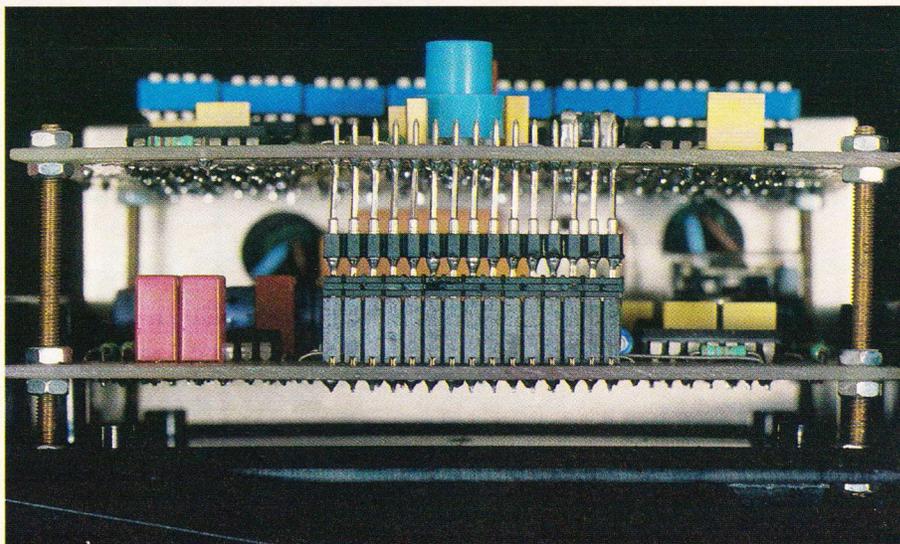
Les circuits intégrés seront seulement à implanter à la fin. Indépendamment du respect de leur orientation, une précaution supplémentaire s'impose : celle de ménager un délai de refroidissement suffisant entre deux soudures consécutives sur les broches d'un même boîtier. A noter que les deux modules sont destinés à être superposés. Les liaisons électriques entre les deux étages

sont réalisées à l'aide de connecteurs mâle et femelle. Le connecteur mâle sera à souder sur le modèle supérieur, mais du côté cuivre. Le recours à des connecteurs évite l'emploi de fils souples de liaison inesthétiques, encom-

brants et souvent à la source de coupures et de pannes.

L'ajustable aura son curseur placé en position médiane. Les microswitches de programmation seront montés sur des supports à broches longues, du type

Photo 5. – Les liaisons entre les platines se réalisent à l'aide de picots et de barrettes sécables.



8 Prise téléphonique murale (vue de face).

9 Tableau de programmation d'un micro-switch.

Prise téléphonique murale

(Vue de face)

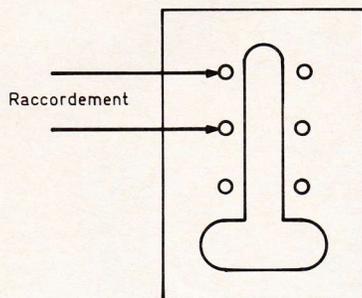
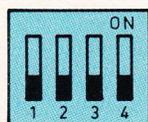


Tableau de programmation d'un micro-switch



Chiffre	ON			
	1	2	3	4
0	X		X	
1				X
2			X	
3			X	X
4	X			
5	X		X	
6	X	X		
7	X	X	X	
8	X			
9	X			X

à wrapper, de manière à obtenir la surélévation nécessaire ; ainsi ils dépasseront la face supérieure du boîtier et permettront de ce fait une programmation plus aisée.

c) Montage dans le boîtier Teko

Le positionnement relatif des deux modules est obtenu par des vis et des écrous de 3 mm de diamètre, formant autant d'entretoises. Plusieurs découpes sont à réaliser dans la face supérieure du boîtier. L'ensemble se place sans peine dans un boîtier Teko modèle O12.

Il convient ensuite de réaliser les liaisons avec l'extérieur : cordon et fiche pour le secteur, fil téléphonique et fiche normalisée pour la ligne. Cette dernière liaison à une configuration normalisée. Elle est rappelée également en figure 8.

Signalons enfin qu'un tel raccordement n'a pas l'agrément de l'administration des PTT. Pour l'obtenir, une demande préalable est à faire. En revanche, dans le cas d'une ligne intérieure privée, l'installation ne pose aucun problème.

d) Mise au point et programmation

Avant tout raccordement sur la ligne téléphonique, une vérification essentielle est à faire : elle consiste à contrôler si la fréquence des oscillations, issues de la base de temps affectée au chiffage, est correcte. Pour réaliser ce réglage, on positionnera tous les huit microswitches de programmation sur la position du zéro téléphonique, c'est-à-dire le 10¹⁰ décimal, ou plus exactement le 1010 en base binaire, comme le rappelle le tableau de la figure 9. Après avoir appuyé sur le bouton-poussoir BP₁ et après la temporisation prévue, ou chronométrera les durées des battements du relais de prise de ligne. Elles doivent être égales à une seconde. En tournant le curseur de l'ajustable A dans le sens des aiguilles d'une montre, la fréquence des battements augmentent. Elle diminue dans le cas contraire.

Ce réglage étant achevé, il ne reste plus qu'à programmer le numéro d'après le tableau de programmation de la figure 9.

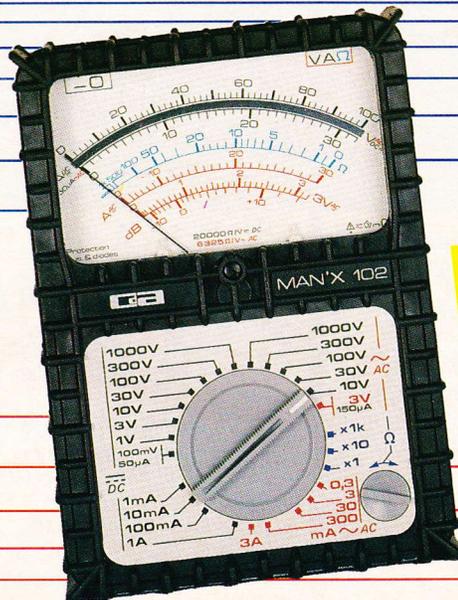
Robert KNOERR

LA TRADITION DU FUTUR

L'innovation technologique pour les professionnels d'aujourd'hui et de demain

MAN'X 102

UN CONTROLEUR UNIVERSEL POUR TOUS...
DE L'AMATEUR AU PROFESSIONNEL
Version économique
de la prestigieuse série MAN'X :
Les contrôleurs des professionnels exigeants



GRANDE SIMPLICITÉ D'EMPLOI :

- Une seule entrée de mesure
- Un seul commutateur

HAUTES PROTECTIONS :

- Boîtier élastomère antichocs
- Fusible HPC sur tous calibres
- Douilles et cordons de sécurité

LES 5 FONCTIONS INDISPENSABLES EN 28 CALIBRES

Liste des distributeurs et documentation détaillée sur demande :

GA
la mesure française

CDA - 5, rue du Square Carpeaux 75018 PARIS - Tél : (1) 46 27 52 50 - Télex 772081

LISTE DES COMPOSANTS

a) Module inférieur

17 straps (10 horizontaux, 7 verticaux)

R_1 : 470 Ω (jaune, violet, marron)
 R_2 à R_6 : 5 \times 33 k Ω (orange, orange, orange)
 R_7 : 1 k Ω (marron, noir, rouge)
 R_8 : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)
 R_9 : 33 k Ω (orange, orange, orange)
 R_{10} : 100 k Ω (marron, noir, jaune)
 R_{11} et R_{12} : 2 \times 33 k Ω (orange, orange, orange)
 R_{13} : 1 M Ω (marron, noir, vert)
 R_{14} : 680 k Ω (bleu, gris, jaune)
 R_{15} : 33 k Ω (orange, orange, orange)
 R_{16} : 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R_{17} : 100 k Ω (marron, noir, jaune)
 R_{31} : 150 k Ω (marron, vert, jaune)
 R_{34} : 1 M Ω (marron, noir, vert)
 R_{35} : 470 k Ω (jaune, violet, jaune)
 R_{36} : 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R_{37} : 18 k Ω (marron, gris, orange)
 R_{39} : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)
 R_{40} : 220 Ω (rouge, rouge, marron), voir texte
 R_{41} et R_{42} : 2 \times 1 k Ω (marron, noir, rouge)

Pont redresseur 500 mA
 D_Z : diode zéner 10 V/1,3 W
 D_1 à D_4 : 4 diodes signal 1N4148, 914
 D_5 : diode 1N4004, 4007
 D_6 et D_7 : 2 diodes signal 1N4148, 914
 D_{45} à D_{47} : 3 diodes signal 1N4148, 914

C_1 : 470 μ F/16 V électrolytique
 C_2 : 47 μ F/10 V électrolytique
 C_3 : 0,1 μ F milfeuil
 C_4 et C_5 : 2 \times 0,47 μ F milfeuil
 C_6 : 22 nF milfeuil
 C_7 : 22 μ F/10 V électrolytique
 C_8 : 100 μ F/10 V électrolytique
 C_9 : 22 nF milfeuil
 C_{10} et C_{11} : 2 \times 1 μ F milfeuil
 C_{12} : 0,1 μ F milfeuil
 C_{19} : 470 μ F/10 V électrolytique
 C_{20} : 1 μ F milfeuil
 C_{23} et C_{24} : 2 \times 0,47 μ F milfeuil
 C_{25} : 0,22 μ F milfeuil

T_1 et T_2 : transistor NPN 2N1711, 1613

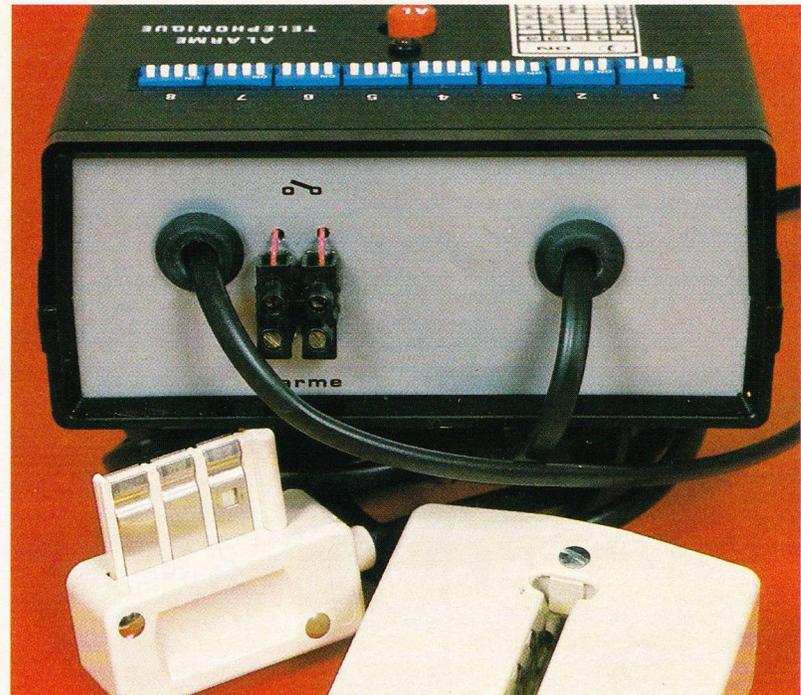


Photo 6. - Raccordements de la maquette vers l'extérieur.

T_3 : transistor NPN BC108, 109, 2N2222
 IC_1 : CD4001 (4 portes NOR à 2 entrées)
 IC_2 : CD4081 (4 portes AND à 2 entrées)
 IC_3 et IC_4 : 2 \times CD4001 (4 portes NOR à 2 entrées)
 IC_5 : CD4011 (4 portes NAND à 2 entrées)
 REL_1 : relais 12 V national 1 RT
 REL_2 : relais REED 5 V 1 T (Gunter 3570)
 Transformateur 220 V/12 V 1 VA
 6 picots
 Connecteur femelle 15 broches

b) Module supérieur

24 straps (14 horizontaux, 10 verticaux)

R_{18} à R_{25} : 8 \times 33 k Ω (orange, orange, orange)
 R_{26} : 1 M Ω (marron, noir, vert)
 R_{27} : 220 k Ω (rouge, rouge, jaune)
 R_{28} et R_{29} : 2 \times 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R_{30} : 100 k Ω (marron, noir, jaune)
 R_{32} : 22 k Ω (rouge, rouge, orange)
 R_{33} : 100 k Ω (marron, noir, jaune)
 R_{38} : 33 k Ω (orange, orange, orange)

A : ajustable 220 k Ω implantation horizontale pas de 5,08
 L : LED rouge \varnothing 3
 D_8 à D_{44} : 37 diodes signal 1N4148, 914
 C_{13} : 1 nF milfeuil
 C_{14} et C_{15} : 2 \times 22 nF milfeuil
 C_{16} : 47 nF milfeuil
 C_{17} : 0,33 μ F milfeuil
 C_{18} : 1 nF milfeuil
 C_{21} : 22 nF milfeuil
 C_{22} : 10 nF milfeuil
 IC_6 : CD4017 (compteur-décodeur décimal)
 IC_7 : CD4081 (4 portes AND à 2 entrées)
 IC_8 : CD4011 (4 portes NAND à 2 entrées)
 IC_9 : NE 555
 IC_{10} : CD4029 (compteur-décodeur BCD décimal)
 MS_1 à MS_8 : 8 microswitches, 4 interrupteurs
 BP_1 et BP_2 : 2 boutons-poussoirs « travail » pour circuit imprimé
 Connecteur mâle 15 contacts
 8 supports 8 broches (pour microswitches, supports à wrapper)

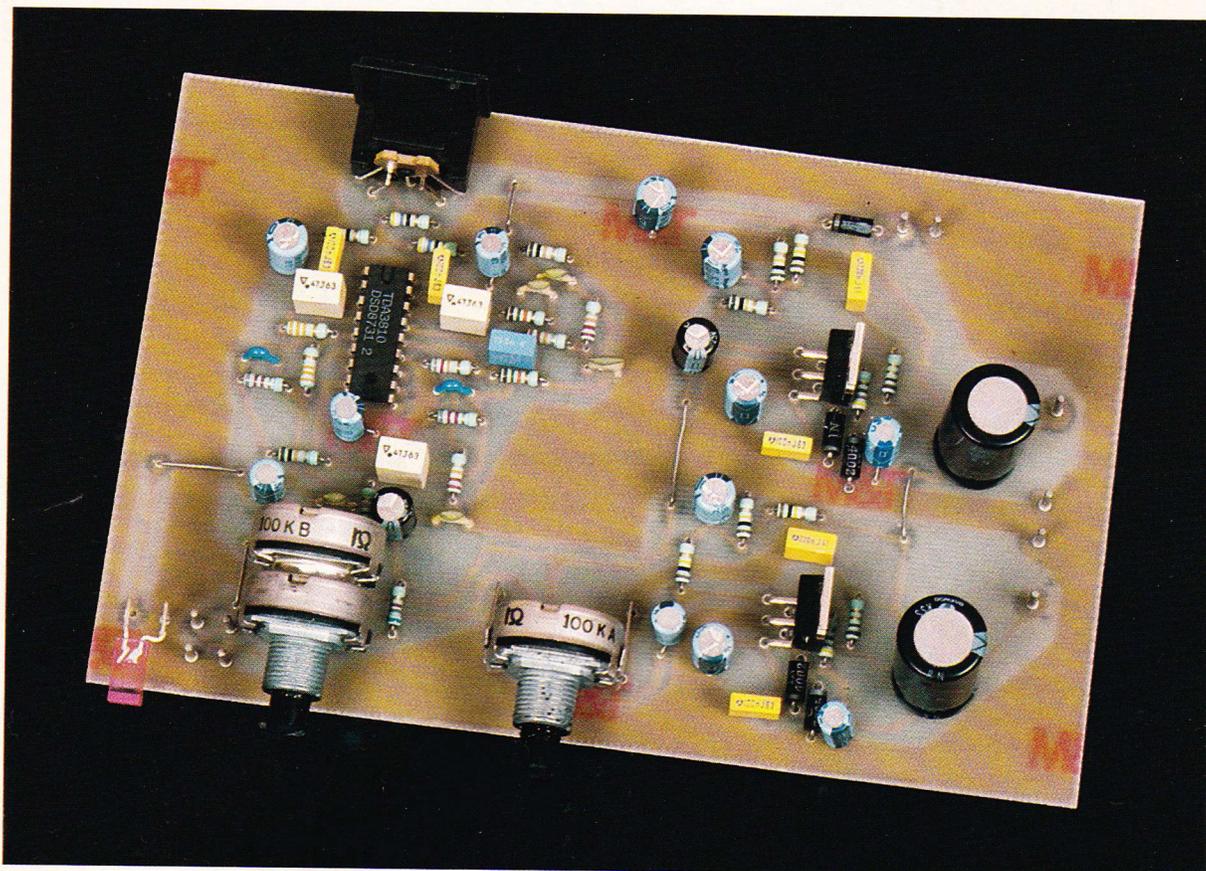
c) Divers

Fil secteur
 Fiche secteur
 Fil téléphone
 Fiche téléphone
 2 passe-fil
 Boîtier TEKO série CAB, modèle 012 (128 \times 135 \times 55)

GENERATEUR D'EFFET PSEUDO-STEREO POUR TELEVISEUR



Depuis l'arrivée des satellites et de la norme D2-MAC apparaissent des téléviseurs équipés de décodeurs stéréo. Cependant, les chaînes de télévision transmises par émetteurs hertziens classiques ne disposent pas de son multiplex.



Il s'avère cependant intéressant de disposer d'un confort d'écoute minimal lors de retransmissions télévisées de spectacles et autres. Ainsi avons-nous conçu cette platine qui viendra se connecter sur la prise Péritel. Celle-ci dispose :

- d'un circuit intégré TDA 3810 recréant un effet pseudo-stéréo à partir d'une source de son monophonique,
- de deux amplificateurs TDA 2030 capables de délivrer de la puissance sans distorsion, sur lesquels viendront se connecter deux enceintes de 4 ou 8 Ω ,

- d'un bouton de balance,
 - de sorties permettant un raccordement sur les voies droite et gauche d'une chaîne Hi-Fi.
- Le résultat : une qualité de son très améliorée.

LE SCHEMA DE PRINCIPE (fig. 1)

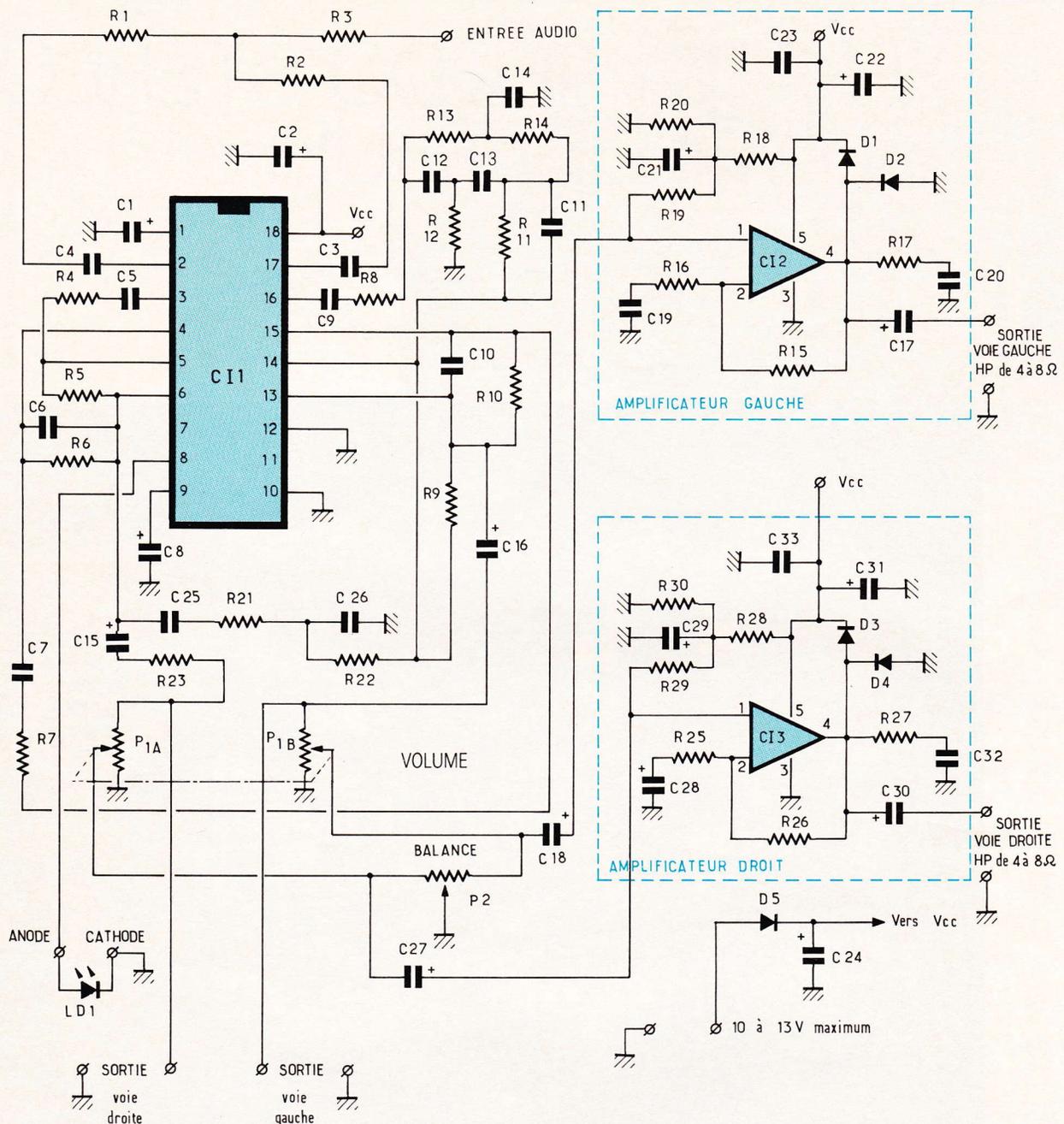
Il est basé autour de CI₁, un TDA 3810. Celui-ci regroupe un ensemble d'A.O.P qui, à l'aide de réseaux R-C externes, forme des filtres actifs. Nous proposons en figure 2 un schéma détaillé (les chiffres entourés représentent le

numéro des broches). On peut ainsi décomposer les fonctions :

- l'amplificateur A₁, servant uniquement d'adaptateur entre la broche 2 et A₁.
- l'amplificateur A₂ formant un filtre passe-haut avec R₄, R₅ et C₅ (ouverture à 10 Hz),
- l'amplificateur A₃ monté en tampon, servant d'adaptateur pour le réseau R₈-C₉ (équivalent de R₄-C₅) et pour le filtre de structure double T,
- le double T, composé de R₁₃, R₁₄ et C₁₄ pour la première branche et de R₁₂, C₁₂, C₁₃ pour la

1

Schéma complet de la réalisation : CI1, à l'aide de réseaux R-C externes, forme un ensemble de filtres actifs. On obtient alors sur les sorties des différences de niveaux, fonction de la fréquence du signal d'entrée.



seconde branche (réjection atteignant -30 dB pour tout signal de fréquence égale à 723 Hz),

- un circuit passe-haut composé de R_{11} - C_{11} (fréquence d'ouverture de 70 Hz),

- le circuit A_4 soustrayant certaines fréquences, sélectionnées par R_{21} - C_{25} et R_{22} - C_{26} .

Nous obtenons alors sur les sorties droite et gauche des différences de niveau, fonction de la fréquence. Cet effet s'appelle « pseudo-stéréo ».

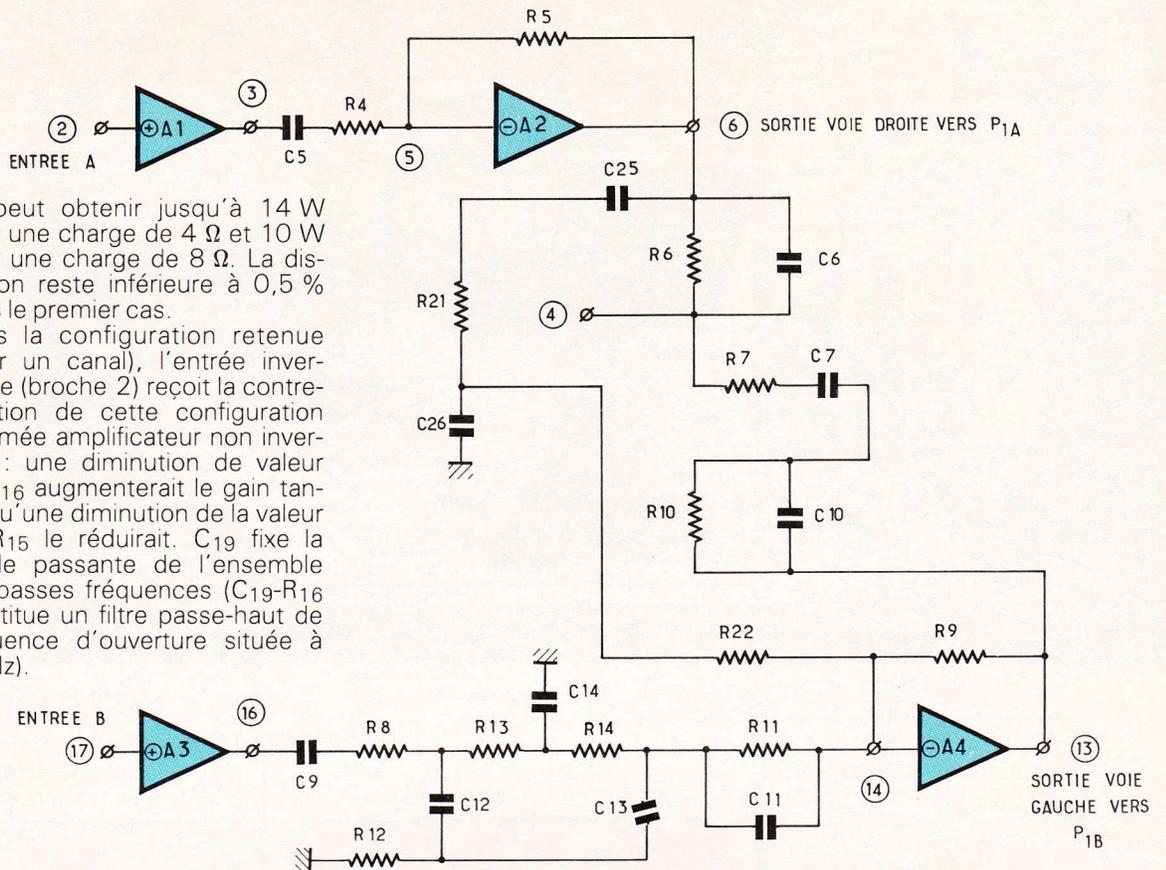
Le signal mono, extrait du téléviseur (broche 3 de la Péritel) est injecté sur les broches 2 et 17 de CI_1 par l'intermédiaire de C_3 , C_4 et R_1 à R_3 .

Les sorties 6 et 13 du CI_1 (droite et gauche) sont appliquées aux bornes de P_{1A} et P_{1B} , un potentiomètre double réglant le volume. Une balance de niveau, ajustée par P_2 , permet un « relatif réglage » des deux voies : le curseur relié à la masse écoule une portion plus ou moins importante

des signaux sonores. Lorsque le curseur se retrouve au centre de la piste résistive de P_2 , le niveau sonore est identique pour les deux voies.

L'AMPLIFICATION

La platine utilise deux A.O.P. de puissance référencés TDA 2030. Proposés en boîtier Pentawatt, ils intègrent une protection contre les courts-circuits. Sous une tension d'alimentation de ± 18 V,



on peut obtenir jusqu'à 14 W avec une charge de 4 Ω et 10 W avec une charge de 8 Ω . La distorsion reste inférieure à 0,5 % dans le premier cas.

Dans la configuration retenue (pour un canal), l'entrée inverseuse (broche 2) reçoit la contre-réaction de cette configuration nommée amplificateur non inverseur : une diminution de valeur de R₁₆ augmenterait le gain tandis qu'une diminution de la valeur de R₁₅ le réduirait. C₁₉ fixe la bande passante de l'ensemble aux basses fréquences (C₁₉-R₁₆ constitue un filtre passe-haut de fréquence d'ouverture située à 30 Hz).

C₂₂-C₂₃ protègent, quant à elles, le CI contre toute oscillation pouvant être provoquée par les charges inductives des haut-parleurs aux fréquences élevées.

L'alimentation de la platine s'effectue sous 12 V stabilisés. Celle-ci reste protégée contre les inversions de polarité (D₅).

Les voies droite et gauche de la platine peuvent directement attaquer les entrées d'une chaîne haute-fidélité dont le niveau d'entrée se situe entre 600 mV et 775 mV (picots de sortie prévus sur la platine).

REALISATION PRATIQUE

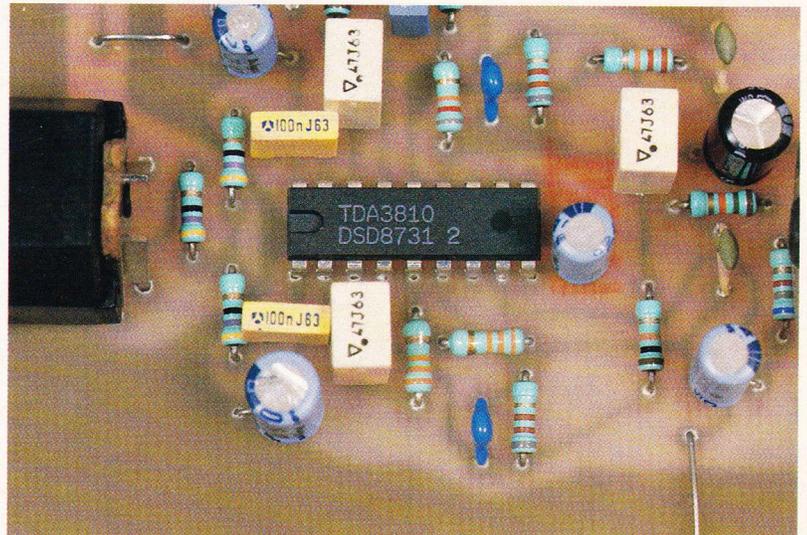
- Le circuit imprimé se réalisera en verre époxy de préférence, pour des raisons de solidité et de qualité des pistes. Le tracé est fourni à la figure 3. Il pourra être reproduit sur le cuivre soit directement, à l'aide de bandelettes, de pastilles et d'un feutre (pour les plans de masse), soit en réalisant un film du CI à partir de la revue et en utilisant un banc à insoler.

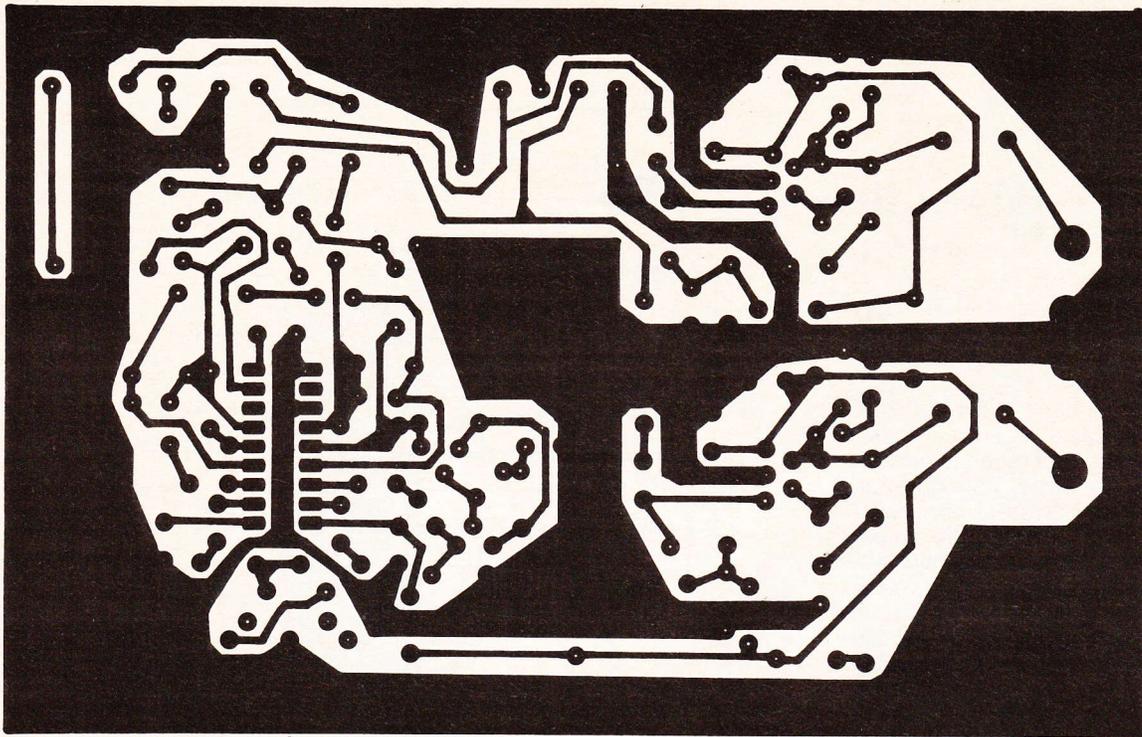
- Le perçage s'effectuera à 0,8 mm, 1 mm ou 1,2 mm suivant les composants. Un diamètre de 3 mm pourra être retenu pour les trous de fixation. L'implantation (fig. 4) ne devrait poser aucun problème : on insérera les cinq straps notés « St » puis

les potentiomètres et la fiche DIN. Viendra ensuite l'ensemble des composants, et pour finir les semi-conducteurs. Le TDA 3810, quant à lui, se montera sur support afin d'en faciliter la maintenance.

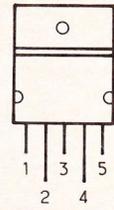
La figure 5 propose les brocha-

Photo 2. – Gros plan du circuit TDA 3810 créant l'effet pseudo-stéréo.

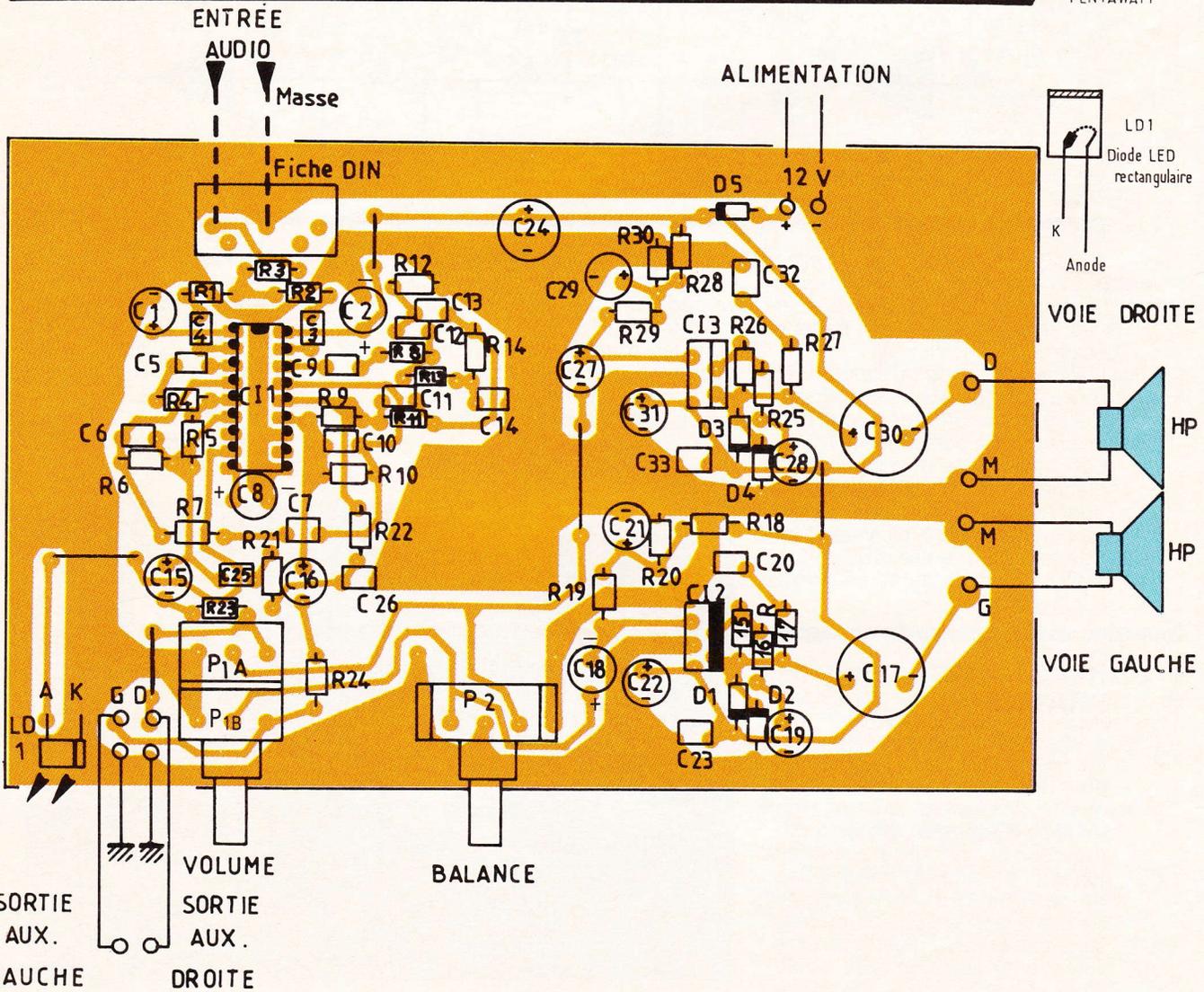




TDA 2030



BOITIER
PENTAWATT



3 à 5

Le circuit imprimé, l'implantation et les brochages d'éléments utilisés.

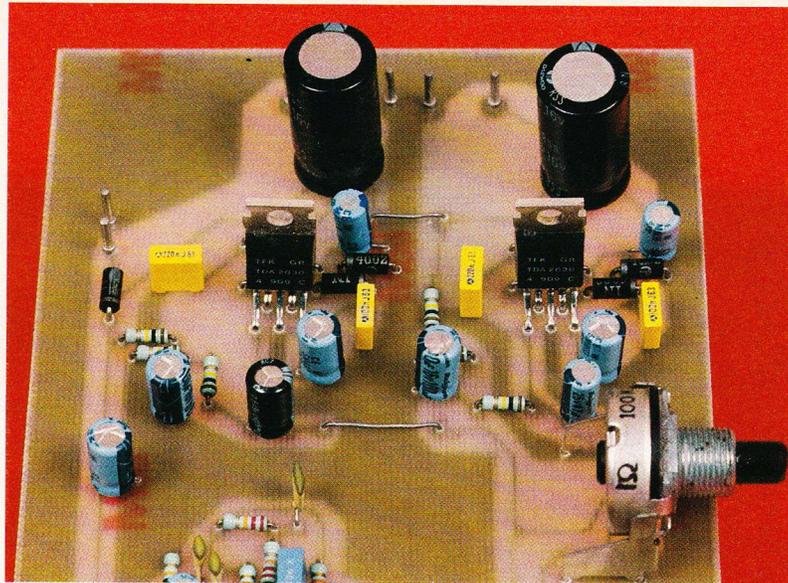


Photo 3. – Vue des deux C.I. amplificateurs et des capacités radiales de sorties.

ges de Cl_2 , Cl_3 ainsi que de LD_1 . Le brochage de la fiche Péritel (fig. 6) permettra de repérer les connexions disponibles en sortie d'un téléviseur.

CONCLUSION

Aucune mise au point n'est à effectuer. L'ensemble doit fonctionner dès la mise sous tension. Le raccordement au téléviseur s'effectue à l'aide d'un câble muni à une extrémité d'une fiche Péritel et à l'autre bout d'une fiche DIN.

Il devient possible à présent de connecter, sur une chaîne HiFi ou

sur deux enceintes, une télévision ou toute autre source monophonique afin, d'obtenir une restitution pseudo-stéréophonique pour un coût relativement abordable.

Il est bien évident que dans le cas d'une unique utilisation avec une chaîne, certains éléments situés sur le circuit imprimé ne seraient plus à implanter (TDA 2030 et composants périphériques).

Pour finir, les enceintes connectées à cette platine devront avoir une impédance minimale de 4 ou 8 Ω , pour un fonctionnement correct.

P. BAJCIK



6

Brochage de la fiche Péritel du châssis d'un téléviseur. La fiche est représentée telle qu'elle est visible de l'arrière du récepteur.

Broches	Fonctions
1	sortie droite audio 0,5 V_{eff} sous $\approx 600 \Omega$
2	entrée gauche audio 0,5 V_{eff} sous 10 k Ω
3	sortie audio 0,5 V_{eff} sous 600 Ω
4	masse audio
5	masse composante bleu
6	entrée audio 0,5 V_{eff} sous 10 k Ω
7	entrée composante bleu 0,7 V crête sous 75 Ω
8	télécommande TV : 1 V/moniteur : 10 V
9	masse composante vert
10	NC
11	entrée composante vert 0,7 V crête sous 75 Ω
12	NC
13	masse composante rouge
14	NC
15	entrée composante rouge 0,7 V crête sous 75 Ω
16	commutation rapide TV : 0,4 V/Péritel : 3 V
17	masse vidéo composite
18	masse commutation rapide
19	sortie vidéo composite 1 V crête sous 75 Ω
20	entrée vidéo composite 1 V crête sous 75 Ω
21	blindage de la broche

* NC : non connecté

COMPOSANTS

Résistances

R_1, R_2, R_3 : 47 Ω (jaune, violet, noir)

R_4, R_5 : 33 k Ω (orange, orange, orange)

R_6 : 8,2 k Ω (gris, rouge, rouge)

R_7 : 10 k Ω (marron, noir, orange)

R_8 : 15 k Ω (marron, vert, orange)

R_9 : 82 k Ω (gris, rouge, orange)

R_{10} : 8,2 k Ω (gris, rouge, rouge)

R_{11} : 15 k Ω (marron, vert, orange)

R_{12} : 10 k Ω (marron, noir, orange)

R_{13}, R_{14} : 22 k Ω (rouge, rouge, orange)

R_{15} : 150 k Ω (marron, vert, jaune)

R_{16} : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)

R_{17} : 1,1 Ω (marron, marron, or)

R_{18}, R_{19}, R_{20} : 100 k Ω (marron, noir, jaune)

R_{21} : 15 k Ω (marron, vert, orange)

R_{22} : 22 k Ω (rouge, rouge, orange)

R_{23}, R_{24} : 6,8 k Ω (bleu, gris, rouge)

R_{25} : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)

R_{26} : 150 k Ω (marron, vert, jaune)

R_{27} : 1,1 Ω (marron, marron, or)

R_{28}, R_{29}, R_{30} : 100 k Ω (marron, noir, jaune)

Condensateurs chimique 16 V verticaux

C_1 : 100 μF

C_2, C_8, C_{15}, C_{16} : 47 μF

C_{17} : 2 200 μF

C_{18} : 47 μF

C_{19} : 1 μF

C_{21}, C_{22}, C_{24} : 100 μF

C_{27} : 47 μF

C_{28} : 1 μF

C_{29} : 100 μF

C_{30} : 2 200 μF

C_{31} : 100 μF

Condensateurs non polarisés

C_3, C_4 : 100 nF C_{12}, C_{13} : 10 nF

C_5 : 470 nF C_{14} : 22 nF

C_6 : 4,7 nF C_{20} : 220 nF

C_7, C_9 : 470 nF C_{23} : 100 nF

C_{10} : 4,7 nF C_{25}, C_{26} : 10 nF

C_{11} : 150 nF C_{32} : 220 nF

C_{33} : 100 nF

Semi-conducteurs

Cl_1 : TDA 3810 + support

Cl_2, Cl_3 : TDA 2030

LD_1 : diode DEL rouge rectangulaire

D_1 à D_5 : 1N4002

Potentiomètres pour CI

P_{1A}/P_{1B} : 100 k Ω B double

P_2 : 100 k Ω simple

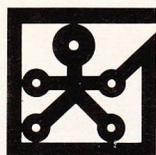
Divers

10 picots de sortie

1 connecteur DIN 5 broches pour circuits imprimés

5 straps

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



Ce présent volet a pour vocation de vous faire découvrir la constitution et le principe de fonctionnement d'un contrôleur universel, à travers l'étude du MAN'X 102. Nous étudierons ainsi la loi de Laplace régissant l'électromagnétisme.

COMMENT EST CONSTITUE LE CONTROLEUR UNIVERSEL ?

Ouvrons l'appareil

Le fond en élastomère s'emboîte sur la partie supérieure. Des nervures sur toutes les faces et des ailettes souples dans les angles amortissent les chocs et donnent une bonne adhérence à l'appareil posé sur un plan, même fortement incliné. L'ouverture du boîtier nécessite d'enlever cette gaine de protection. Il suffit ensuite d'ouvrir le couvercle avec une simple pièce de monnaie. Cette opération est à effectuer, par exemple, chaque fois qu'on désire changer la pile ou les fusibles.

Observons l'intérieur du boîtier (voir « Eclaté du Contrôleur universel »)

Sorti de son boîtier, le Contrôleur universel apparaît constitué de deux sous-ensembles assemblés par quatre vis (ce sont les seules dans l'appareil !).

- Un élément en matière moulée qui porte le galvanomètre et son cadran, et l'encliquetage du commutateur.

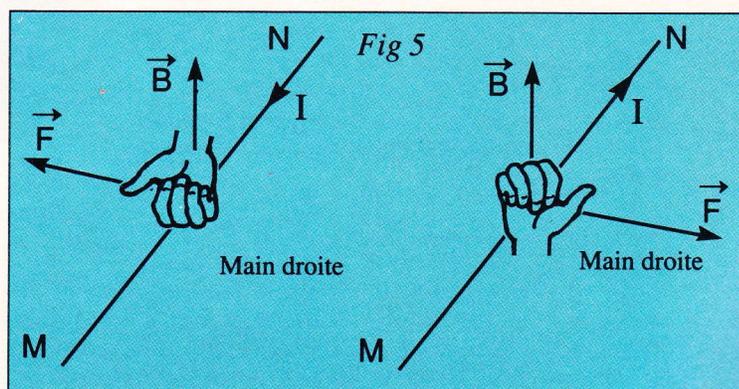
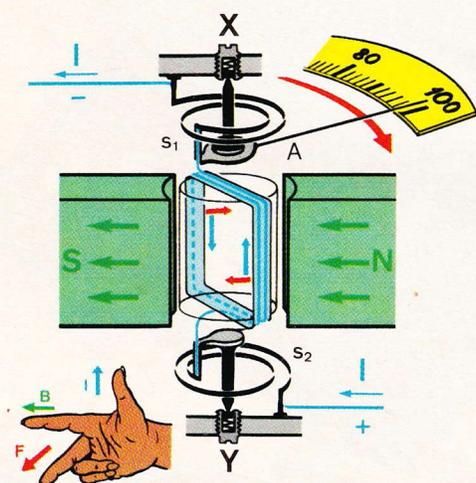
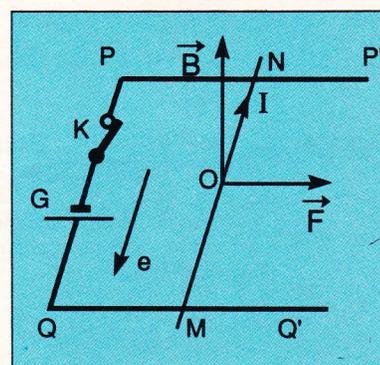
- Le circuit imprimé, sur verre époxy, supporte tous les composants passifs (résistances, shunts...) et les composants actifs (diodes de redressement, diodes zener...) ainsi que les fusibles de protection, le potentiomètre de tarage, la pile de l'ohmmètre et les douilles de raccordement. Examinons maintenant le principe du galvanomètre.

du galvanomètre nous conseillons de lire le paragraphe suivant), cet élément de mesure comprend un aimant fixe, dont les pôles nord et sud produisent dans l'entrefer, un champ magnétique uniforme. L'induction B est constante en grandeur et en direction (fig. 1).

Il comprend d'autre part un équipement mobile formé d'un cadre rigide, portant un bobinage de N spires parcourues par le courant I à mesurer, et monté sur deux pivots XY lui permettant de s'orienter dans le champ.

Equipage mobile de mesure du Contrôleur universel

Un multimètre analogique, c'est d'abord un galvanomètre à cadre mobile. Sous sa forme théorique la plus simple (pour avoir plus de détails sur le principe physique



1 Principe du galvanomètre à cadre mobile : l'angle de déviation de l'aiguille sur l'échelle graduée est proportionnel à l'intensité du courant I .

Le vecteur (\vec{IMN}) a un sens opposé à celui du vecteur \vec{MN} / Le vecteur (\vec{IMN}) a le même sens que le vecteur \vec{MN} .

2-3

NTROLEUR VERSEL

(*) La pointe de touche possède une garde évitant l'approche des doigts du circuit électrique sous mesure. Elle est suffisamment longue et fine pour accéder aux points de mesure sur les circuits actuels. La pointe permet également le raccordement d'une pince de type « crocodile ».

Les douilles de branchement sont constituées par des puits protégés de 4 mm. Aucune partie vive sous potentiel n'apparaît lorsque la fiche est mal enfoncée ou au moment de la déconnexion.

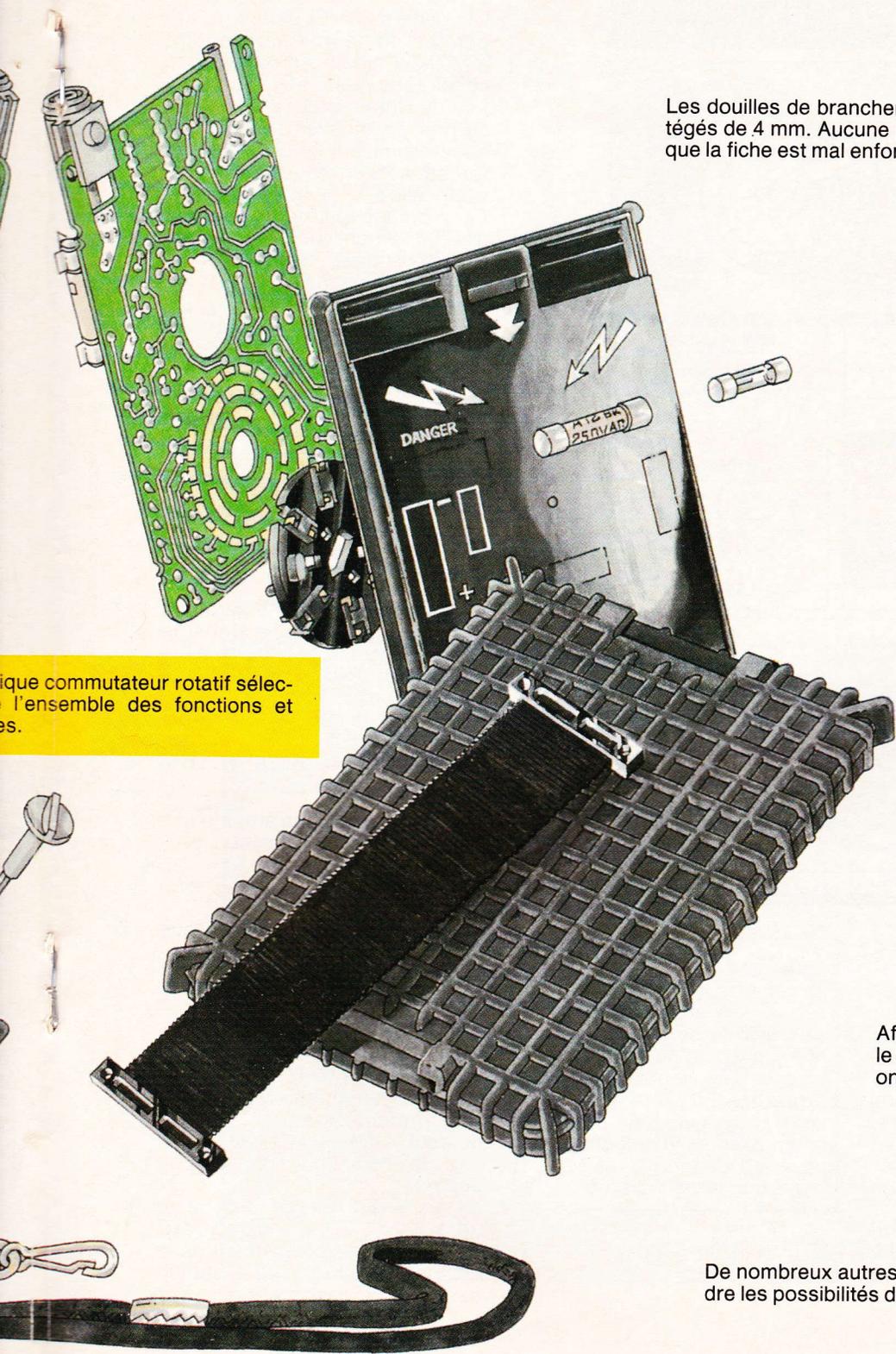
Une simple pièce de monnaie permet d'enlever le double fond du Contrôleur universel afin de remplacer la pile ou les fusibles défectueux.

Le Contrôleur universel est équipé de fusibles de sécurité à haut pouvoir de coupure (HPC).

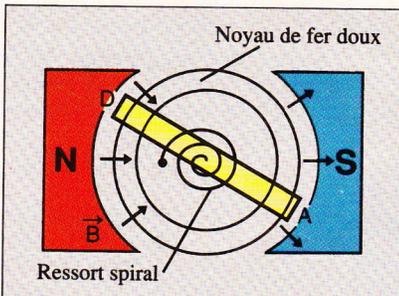
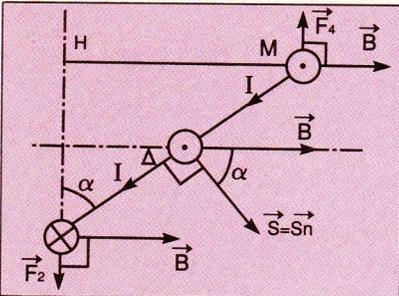
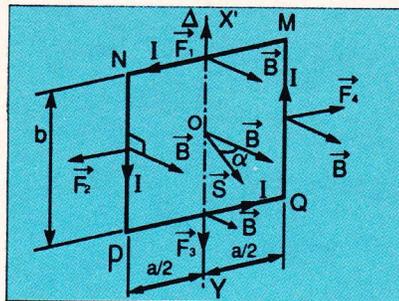
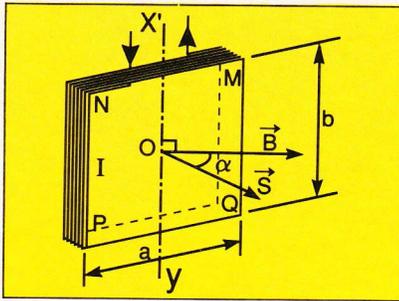
La simplicité et la sûreté d'emploi ont guidé la conception de cet appareil. Ses dimensions et son poids réduits en font un appareil facile à manipuler.

Afin d'en faciliter la prise en main, comme le transport, une bretelle et une dragonne ont été prévues en option.

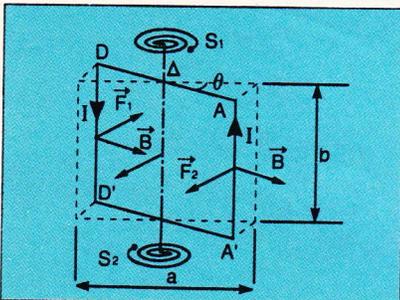
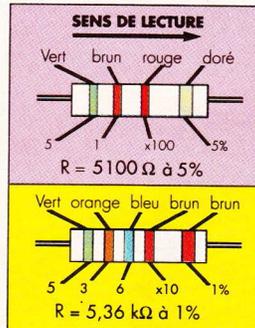
De nombreux autres accessoires ont été prévus afin d'étendre les possibilités de votre Contrôleur universel.



ique commutateur rotatif sélectionne l'ensemble des fonctions et es.



résistances et leur code couleur	chiffres significatifs			multipl. cateur (x Ω)	tolérance en %	coefficient de température en ppm
	1 ^{er}	2 ^{ème}	3 ^{ème}			
ARGENT				0,01		
DORÉ				0,01	5%	
NOIR	0	0	0	1		
BRUN	1	1	1	10	1%	100 ppm
ROUGE	2	2	2	100	2%	50 ppm
ORANGE	3	3	3	1 k		
JAUNE	4	4	4	10 k		
VERT	5	5	5	100 k		
BLEU	6	6	6	1 M		
VIOLET	7	7	7	10 M		
GRIS	8	8	8			
BLANC	9	9	9			



NB suivant leur type les résistances sont marquées avec quatre, cinq, ou six bagues de couleur. La bague tolérance est généralement plus large et séparée des autres

PRINCIPE DE MARQUAGE

R à 4 bagues : 1^{er} chiffre, 2^{ème} ch, x Ω et %
 R à 5 bagues : 1^{er} chiffre, 2^{ème} ch, 3^{ème} ch, x Ω et %
 R à 6 bagues : 1^{er} ch., 2^{ème} ch, 3^{ème} ch, x Ω, % et ppm

Principe physique du galvanomètre à cadre mobile

Considérons le montage de la figure 2. Une barre rigide MN est posée sur deux rails horizontaux PP' et QQ' fixes et se trouve dans un champ magnétique uniforme \vec{B} .

Un générateur G de f.e.m. (e) permet de fournir un courant d'intensité I dans ce circuit. Que constatons-nous dès la fermeture de l'interrupteur K ? La barre se met en mouvement. Elle est donc soumise à un ensemble de forces admettant une somme vectorielle \vec{F} .

Ce montage permet de vérifier qualitativement une partie des caractéristiques de cette force électromagnétique \vec{F} .

Ainsi :

- La direction de la force \vec{F} est orthogonale au plan formé par le conducteur MN et le vecteur champ magnétique \vec{B} .

- Le sens de la force \vec{F} , qui dépend du sens du courant I et du sens du champ magnétique \vec{B} , peut être représenté par la règle de la main droite (fig. 3).

- Le module de la force \vec{F} est proportionnel :

- à la valeur absolue de l'intensité du courant I ;

- à la longueur ℓ de la partie du conducteur plongée dans le champ magnétique uniforme \vec{B} ;

- à l'intensité $|\vec{B}| = B$ du champ magnétique ;

- au sinus de l'angle β formé par le conducteur et le vecteur champ magnétique \vec{B} , $\beta = (\vec{I}, \vec{B})$.

$$F = |I \ell B \sin \beta| \quad (1)$$

F en newton (N), I en ampère (A), ℓ en mètre (m), B en tesla (T).

Si $\beta = 90^\circ$, on a $\sin \beta = 1$, d'où $F = B I \ell$.

F est la force électromagnétique de Laplace.

Action d'un champ magnétique sur un circuit rectangulaire indéformable

Considérons maintenant une bobine de forme rectangulaire, placée dans un champ magnétique \vec{B} uniforme et parcourue par un courant I (fig. 4). Celle-ci prend une position d'équilibre dans le champ.

La suspension élastique x'y reste verticale et de longueur constante. Le déplacement de la bobine se réduit à une rotation autour de l'axe vertical x'oy.

D'après la loi de Laplace, l'action du champ sur le courant I se traduit par des forces F, s'exerçant sur les fils de bobinage, et donnant lieu à un couple moteur qui tend à faire tourner le cadre autour des pivots XY. A ce couple moteur, les deux ressorts spiraux S₁ et S₂ opposent un couple résistant qui croît linéairement avec l'angle de rotation. Un état d'équilibre est atteint lorsque ces deux couples sont égaux, et le cadre s'immobilise. Une aiguille A permet de repérer l'angle de déviation, qui fournit une mesure du courant.

Remarque : On notera que, si l'on inverse le courant I les forces \vec{F} s'inversent également, ainsi que le sens de la déviation. Ce type d'élément de mesure est donc polarisé et ne convient qu'au courant continu, ou éventuellement au courant redressé, auquel cas la déviation dépend de la valeur moyenne de ce courant.

L'ensemble des forces électromagnétiques qui s'appliquent à ce circuit fermé indéformable, placé dans un champ magnétique uniforme, se réduit à un couple appelé couple électromagnétique.

Le cadre MNPQ plongé dans un champ magnétique uniforme \vec{B} , de direction normale à l'axe Δ , est soumis à l'action des forces de Laplace qui s'exercent sur chaque élément de conducteur parcouru par le courant d'intensité I . Nous considérons les sommes vectorielles de ces forces élémentaires pour chacun des côtés du cadre ; elles sont notées respectivement $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \vec{F}_4$ (fig. 5).

L'application des forces de Laplace conduit aux relations vectorielles suivantes :

(2) $\vec{F}_1 = -\vec{F}_3$ avec : $F_1 = F_3 = B l a$
et

(3) $\vec{F}_2 = -\vec{F}_4$ avec : $F_2 = F_4 = B l b$

Notons que la somme vectorielle de ces actions électromagnétiques est bien nulle :

(4) $\vec{R} = (\vec{F}_1 + \vec{F}_3) + (\vec{F}_2 + \vec{F}_4) = \vec{0}$

Sous l'action des seules forces électromagnétiques, le cadre ne peut subir de translation, mais il y a rotation de l'ensemble autour

de l'axe Δ . Cet effet est dû aux forces \vec{F}_2 et \vec{F}_4 qui forment un couple électromagnétique (les moyennes des forces \vec{F}_1 et \vec{F}_3 par rapport à l'axe Δ sont nuls). Si le cadran comporte N spires, le moment du couple moteur est égal à (fig. 6) :

$$\Gamma = N F_2 H M \quad (5)$$

Or $H M = a \sin \alpha$ et $S = ab$

et, d'après l'expression (3) :

$$F_2 = B l b$$

On obtient finalement :

$$\Gamma = N B I S \sin \alpha \quad (6)$$

avec B en Teslas (T), I en A, S en m^2 , Γ en $m.N$.

Ce cadre rectangulaire est placé, dans le cas du galvanomètre, dans l'entrefer d'un circuit magnétique dans lequel le champ magnétique est radial. Ce cadre,

nous l'avons vu, peut pivoter autour d'un axe Δ ; deux ressorts de rappel le maintiennent dans une position de repos déterminée en l'absence de courant dans le cadre (fig. 7). Ils opposent un couple résistant lorsque le cadre est écarté de sa position de repos. Le moment Γ_r de ce couple résistant est proportionnel à l'angle de rotation θ du cadre, angle mesuré à partir de la position de repos :

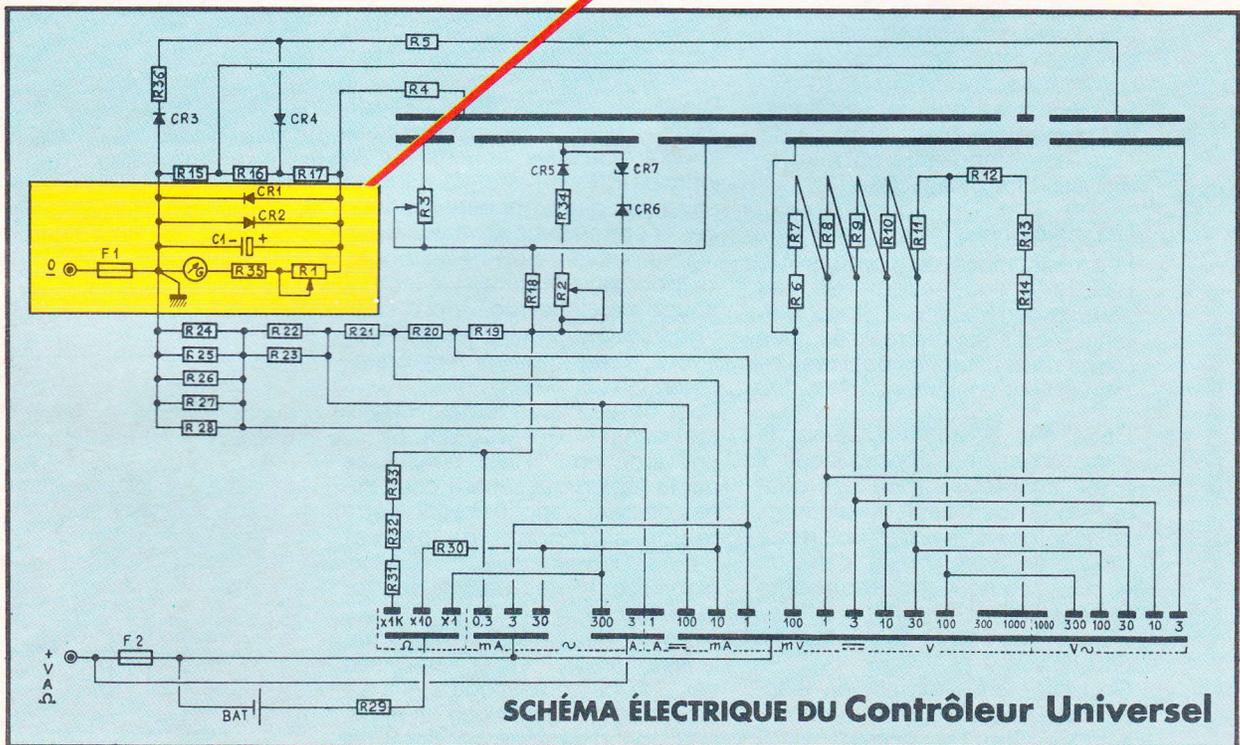
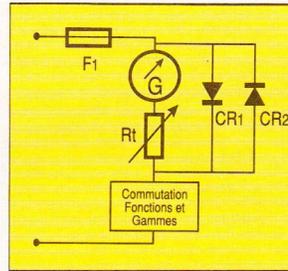
$$\Gamma_r = C \theta \quad (7)$$

(C : constante de proportionnalité).

Recherchons les sommes vectorielles des forces électromagnétiques élémentaires pour chaque côté du cadre. Nous avons vu que seules les forces qui s'exercent sur les conducteurs verticaux sont à prendre en compte. Les forces de Laplace appliquées aux côtés AA' et DD' d'une spire (fig. 8) sont perpendiculaires au plan du cadre et au vecteur champ magnétique \vec{B} . Elles forment un moment de couple appliqué aux N spires :

$$\Gamma_n = N B I S \sin \alpha$$

Si $\alpha = 90^\circ$, $\sin \alpha = 1$,
d'où $\Gamma_n = N B I S \quad (8)$



Le cadre tourne et il prend une position d'équilibre qui correspond à l'égalité des moments des deux couples antagonistes $\Gamma_r = \Gamma_n$ que nous pouvons écrire d'après les expressions (7) et (8) :

$$C\theta = N B I S$$

$$\text{Soit } I = K\theta \quad (9)$$

$$\text{avec } K = \frac{C}{NBS}$$

= caractéristique intrinsèque du galvanomètre.

En conclusion, il y a proportionnalité entre l'intensité I du courant et l'angle de déviation θ du cadre. Ce principe physique est utilisé dans les appareils de mesures électriques analogiques : galvanomètre, ampèremètre, voltmètre et bien sûr le Contrôleur universel.

Exemples des caractéristiques d'un vumètre ordinaire :

$$N = 500 \text{ spires}$$

$$S = 1 \text{ cm}^2$$

$$B = 0,3 \text{ T}$$

$$\phi_0 = 1,5 \times 10^{-2} \text{ Wb}$$

$$C = 1,5 \times 10^{-7} \text{ N.m. rad}^{-1}$$

parcouru par un courant d'intensité $I = 10 \mu\text{A}$; le cadre tourne d'un angle $\alpha = 1 \text{ rad}$; comme $180^\circ = 2\pi \text{ rad}$, on a $\alpha = 57^\circ$.

Les circuits du Contrôleur universel

Le circuit imprimé sert de support aux divers composants et constitue également les contacts du commutateur. Le câblage se distingue par sa grande simplicité, et la répartition claire et aérée de tous les composants en rend la maintenance plus facile.

Les résistances

Les résistances ou composants passifs à couches métalliques sont en général à $\pm 1\%$ de tolérance et les shunts réalisés sous forme de résistances bobinées vitrifiées sont également à 1% .

Code des couleurs : Devant la miniaturisation des résistances, il a été adopté un code des couleurs pour identifier leur valeur.

Le schéma normalisé d'une résistance (élément passif) dans un circuit électrique est représenté ci-dessous.

L'unité de résistance est l'ohm, de symbole Ω .

On utilise couramment en électronique des multiples de l'ohm :

- le Kilo-Ohm (symbole $k\Omega$; $1 k\Omega = 1\,000 \Omega = 10^3 \Omega$;

- le mégohm (symbole $M\Omega$; $1 M\Omega = 1\,000\,000 \Omega = 10^6 \Omega$).

Dans l'exemple :

$$1\,000 \Omega = 1 k\Omega$$

$$56\,200 \Omega = 56,2 k\Omega$$

$$2\,000\,000 \Omega = 2 M\Omega$$

Les dispositifs de protection (fusibles et diodes)

Fusibles F_1 et F_2 : Dans la plupart des cas, un fusible joue de manière satisfaisante le rôle de protection contre les surcharges. Les fusibles à haut pouvoir de coupure (HPC) sont couramment utilisés.

Diodes CR_1 et CR_2 : Elles ont pour but de protéger le Contrôleur universel contre les conséquences fâcheuses (notamment pour le galvanomètre) ou de surintensités accidentelles. Le schéma très simplifié de la figure 9 en explique le principe.

Les deux diodes tête-bêche en parallèle sont raccordées sur l'ensemble du galvanomètre et de sa résistance de tarage R_t . Ces diodes au silicium (PN) limitent, quoi qu'il arrive, la tension aux bornes de l'ensemble à environ $0,7 \text{ V}$.

Diodes Zener CR_6 et CR_7 : Protègent quant à elles contre les surtensions R_2 , R_{34} et CR_5 . Il s'agit de diodes pouvant supporter, pendant de brèves durées, des puissances de plusieurs centaines de watts. Leur action laisse au fusible le temps d'intervenir (fig. 10).

Diode à jonction (PN) - Diode Zener : Nous allons donner seulement quelques notions sur la jonction PN ; en effet, le principe physique d'une jonction impose des connaissances théoriques qui ne peuvent être développées ici. Pour plus de détails, le lecteur pourra consulter un livre d'électronique concernant les composants actifs ou semi-conducteurs.

Pour un semi-conducteur donné (germanium Ge, silicium Si...), une jonction PN est constituée par la région qui sépare deux zones de type opposé P et N, cette région s'étendant de part et d'autre de la « jonction métallurgique » entre les deux types de matériau.

Au point de vue macroscopique, la jonction PN est caractérisée par une caractéristique $I = f(U)$ dissymétrique lorsqu'on lui applique une différence de potentiel extérieure U (fig. 11) :

On représente généralement la jonction PN par le symbole ($\begin{matrix} P & N \\ \leftarrow & \rightarrow \end{matrix}$), la flèche indiquant le sens favorisé du courant (de P vers N). Mnémonique : P - Positif N - Négatif

Diode Zener : C'est une diode à jonction à avalanche contrôlée. Elle supporte sans dommage la tension de claquage par effet Zener.

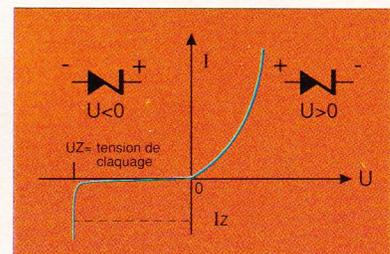
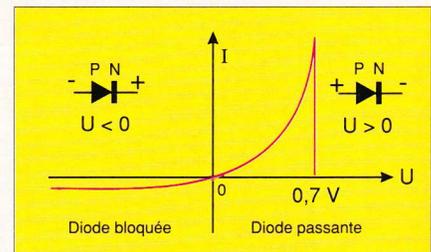
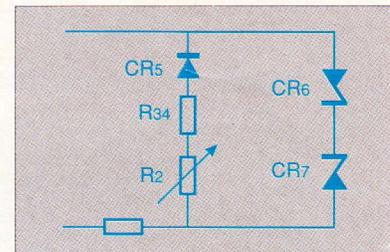
Sa caractéristique inverse fait un coude qui est abrupt (fig. 12).

Nous connaissons maintenant dans les grandes lignes la constitution du Contrôleur universel.

Nous sommes prêts à l'utiliser !

Nous devons cependant rappeler dans un prochain volet quelques notions et grandeurs générales d'électricité qui nous permettront, d'une part, de justifier certaines terminologies utilisées et, d'autre part, de préciser les façons de mesurer ces grandeurs à l'aide du Contrôleur universel. ■

© CDA « Extrait de la brochure CDA : le contrôleur universel ».



TELECOMMANDE 3 CANAUX A INFRAROUGES



La réalisation proposée ici permet, avec un émetteur qui tient dans la poche, de commander des récepteurs capables de mettre sous tension ou d'arrêter n'importe quelle charge en 220 V, jusqu'à concurrence de 300 W par charge. On pourra ainsi commander des lampes, une chaîne HiFi, etc.

Trois fréquences d'émission sont prévues. Nous disposons ainsi de trois canaux, et chaque récepteur peut être accordé sur le canal de votre choix.

Cela permet soit de grouper des récepteurs en une commande unique, soit de séparer dans un même lieu la commande de trois éléments. En effet, vu la portée du système et la directivité des faisceaux infrarouges, plusieurs récepteurs suffisamment espacés géographiquement peuvent fonctionner sur le même canal.

DESCRIPTION GENERALE

L'émetteur est prévu pour être mis dans une poche ou dans un sac à main, le boîtier se doit donc d'être de faibles dimensions et de garder un poids raisonnable. Cela conditionne le poids de la pile, des boutons-poussoirs, et demande un montage dont la consommation sera aussi faible que possible. Deux diodes électroluminescentes émettant dans l'infrarouge assurent l'émission d'impulsions lumineuses à la fréquence correspondant au canal choisi.

Le récepteur sera branché sur le réseau 220 V. Un circuit sans transformateur élabore une basse tension continue pour alimenter la partie électronique. La

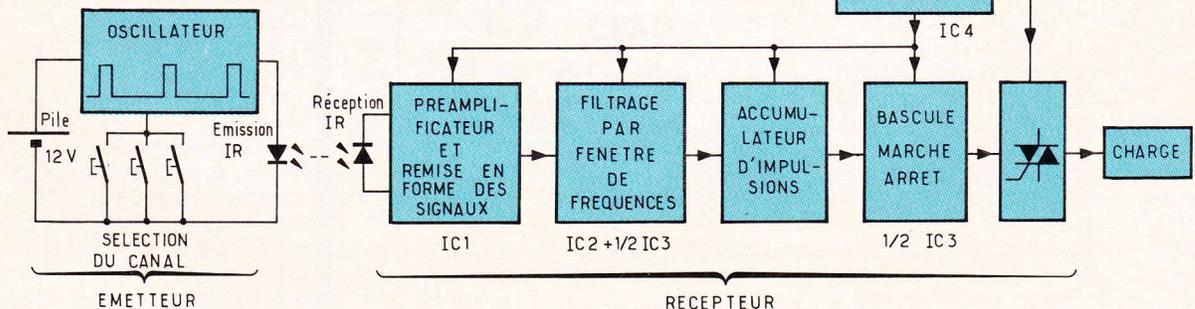


commutation « marche-arrêt » est assurée par un triac capable de fonctionner aussi bien avec des charges résistives qu'inductives.

Pour les réceptions d'infrarouges, les critères les plus délicats sont la sensibilité et l'immunité aux sources parasites. Nous détaillerons ci-dessous les solutions retenues. L'ensemble prend

place dans un boîtier plat, type calculette, au look discret, ce qui permettra de l'intégrer facilement à un intérieur de maison.

1
Schéma synoptique du couple émetteur-récepteur.



Nous pouvons annoncer que, de façon reproductible, la portée utile du système est meilleure que 8 mètres en ambiance normale éclairée, et d'environ 5 mètres quand l'endroit est éclairé par des tubes fluorescents. Sur ses prototypes, l'auteur a obtenu jusqu'à 14 mètres de portée en ambiance sombre. De plus, nous avons essayé – en vain – d'agir sur un récepteur en utilisant le boîtier de télécommande du téléviseur.

Les fréquences de transmission sont d'environ 1 kHz, 2 kHz et 4 kHz. En fait, les valeurs choisies ont été légèrement décalées pour ne pas risquer de problèmes dus aux harmoniques, c'est pourquoi vous mesurerez plutôt 1,1 kHz, 2,3 kHz et 4,2 kHz.

Pour différentes raisons, dont le prix de revient, nous n'avons pas utilisé les circuits spécialisés de codage ou de décodage d'impulsions tels que ceux que l'on rencontre dans les télécommandes de téléviseurs. Hormis le circuit intégré chargé d'amplifier les signaux de la diode réceptrice infrarouge, tous les composants utilisés sont parfaitement classiques, le tout ne devrait poser aucun problème d'approvisionnement.

Le schéma synoptique représenté sur la figure 1 fait apparaître l'organisation du circuit. Nous trouvons d'abord l'émetteur, constitué d'un oscillateur bâti autour d'un amplificateur opération-

nel à faible consommation. Trois boutons-poussoirs permettent de sélectionner les impulsions, qui sont ensuite converties par les diodes d'émission en rayonnement infrarouge pulsé.

Côté récepteur, c'est d'abord une photodiode qui reçoit les signaux. Puis un circuit intégré spécialisé, le SL 486 de Plessey, se charge d'amplifier vigoureusement les signaux reçus, puis de fournir des signaux rectangulaires, qui seront une bonne image des impulsions fournies par l'émetteur. Vient ensuite un filtrage numérique. Il comporte d'abord deux monostables, contenus dans un boîtier MOS du type 4528, puis une bascule D. Une fois sélectionnées par le filtre numérique, ces impulsions ne pourront agir effectivement sur la bascule marche-arrêt que si elles arrivent par au moins vingt paquets successifs. Cela permet d'éliminer les parasites qui auraient franchi le barrage du filtrage numérique. Enfin, la bascule de sortie commande le triac qui mettra sous tension ou coupera la charge connectée en sortie.

LE SCHEMA DE L'EMETTEUR (fig. 2)

Il est constitué de deux étages : d'abord l'oscillateur, puis la mise en œuvre des LED émettrices à infrarouges.

L'oscillateur

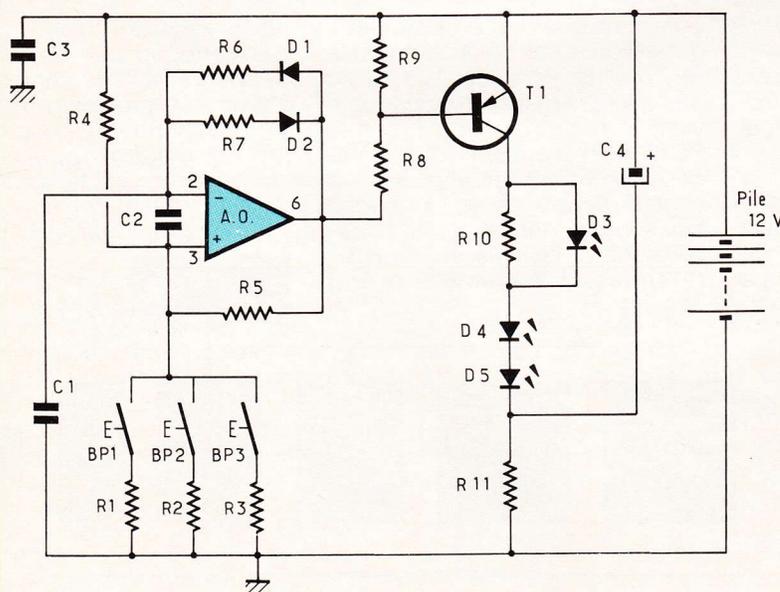
Il est basé sur le schéma type représenté sur la figure 3, quelques variantes ont été utilisées. En comparant, on remarque tout d'abord R₄ qui permet de polariser l'entrée non inverseuse pour s'adapter à une alimentation non symétrique. Par ailleurs, la résistance R qui assure la charge du condensateur a été dédoublée en R₆ et R₇, qui sont permutées par les diodes D₁ et D₂ montées tête-bêche. Ainsi, le condensateur C₁ se charge à travers R₆, et se décharge par R₇, cela permet de choisir le rapport cyclique des créneaux en sortie.

Les trois fréquences d'oscillation sont obtenues en déplaçant le seuil de commutation, d'où les valeurs R₁, R₂ et R₃. Ce procédé a été choisi car au repos, l'entrée non inverseuse est portée par R₄ au potentiel le plus positif du montage : le pôle + de la pile. Ainsi, la sortie de l'A.O.P. est au niveau haut, et l'ensemble consomme très peu de courant, ce qui nous dispense de placer un interrupteur marche-arrêt. Des mesures effectuées sur plusieurs montages ont montré un courant de repos de quelques microampères, cela explique la solution choisie.

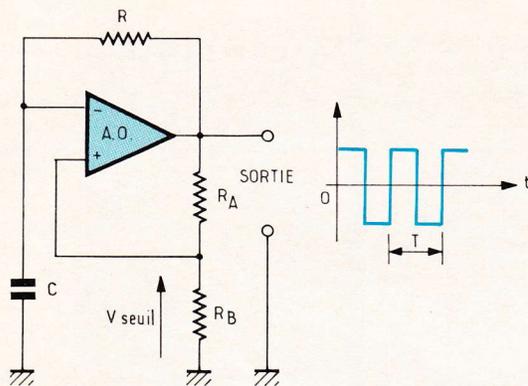
Cet AOP aussi peu gourmand est un circuit baptisé TLC 271 par son fabricant Texas Instruments. Il appartient à une famille d'amplificateurs opérationnels construits en technologie C.MOS. Le brochage est similaire à celui d'un classique 741, hormis une broche spécifique : la patte 8. Selon la tension appliquée sur cette broche, nous pouvons ajuster les courants de polarisation des différents étages du circuit, et donc choisir une consommation de courant d'alimentation plus ou moins élevée. Toute médaille à son revers, quand on choisit une très faible consommation, la vitesse de montée de cet ampli-op devient particulièrement médiocre, le constructeur parle dans ce cas d'un slew-rate de 0,04 μ s. Pour notre application la broche 8 doit être portée à 1. Nous avons obtenu le même résultat en laissant cette broche « en l'air », la tension mesurée était à peine inférieure à la tension d'alimentation. Les signaux de sortie devraient avoir une forme de créneaux. En fait, nous observons plutôt des

2

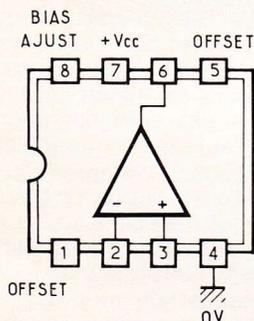
Schéma de principe de l'émetteur : un A.O.P. faible consommation forme un astable oscillant sur trois fréquences, fonctions de R₁, R₂ et R₃.



3 Schéma de principe d'un astable à A.O.P. : $e+$ est portée tour à tour au potentiel $+V_{seuil}$ et $-V_{seuil}$, selon l'état de la sortie.

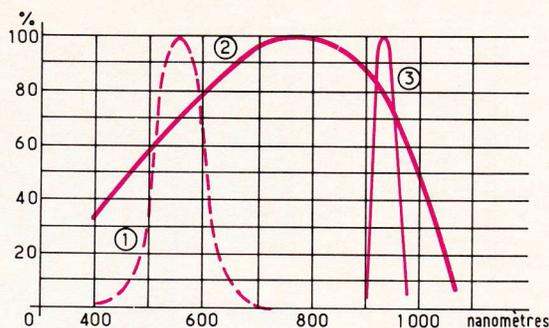


TLC 271



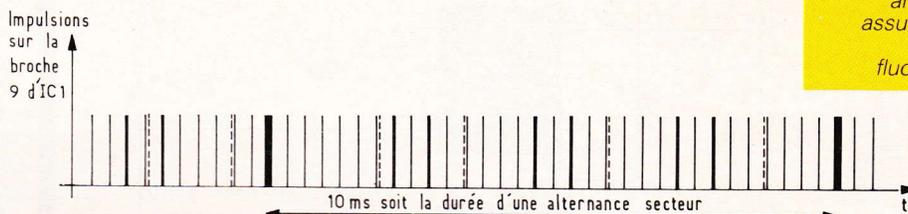
4 Brochage du TLC 271, un A.O.P. C-MOS.

5 Courbes de sensibilité en fonction de la longueur d'onde : (1) l'œil humain ; (2) Le photorécepteur BPW34 ; (3) la courbe d'émission de la CQY 89A.



6

Impulsions reçues quand l'éclairage ambiant est assuré par des tubes fluorescents.



trapèzes. Cela n'est pas gênant ici car le second étage commandé par T_1 assure une certaine remise en forme des signaux.

Les impulsions infrarouges

La sortie de l'AOP commande la base de T_1 à travers R_8 qui limite le courant. R_9 a pour rôle de tirer vers le + alimentation la tension de sortie de l'oscillateur. Ainsi, au repos T_1 sera bloqué franchement. Dès l'arrivée d'un flanc descendant sur sa base, T_1 se sature et C_4 , préalablement chargé, fournit une pointe d'intensité dans la chaîne R_{10} - D_3 , D_4 et D_5 . Cette pointe d'intensité se traduit par un éclat lumineux de la LED verte D_3 et par l'émission d'infrarouges par les diodes D_4 et D_5 . Si T_1 était encore saturé alors que C_4 est déchargé, R_{11} limiterait le courant fourni alors par la pile. Quand T_1 se rebloque, C_4 se recharge à travers R_{11} pour être prêt à libérer son énergie pour la prochaine impulsion. Avec les valeurs choisies, la constante de temps (R_{11} , C_4) a pour valeur $100 \mu s$. Il ne faut pas trop augmenter cette valeur car

le condensateur n'aurait alors pas le temps de se recharger suffisamment entre deux impulsions. On pourrait certes diminuer R_{11} dans le but de pouvoir augmenter C_4 , mais cela augmenterait en proportion le courant moyen demandé à la pile. Le compromis choisi ici convient pour l'ensemble des besoins lors d'une utilisation domestique. La diode LED D_3 a été choisie verte car pour cette couleur le seuil de conduction est plus élevé que pour une diode rouge, cela permet qu'elle soit câblée ici directement aux bornes de R_{10} tout en étant parcourue par des pointes de courant raisonnables.

La durée de vie de la pile

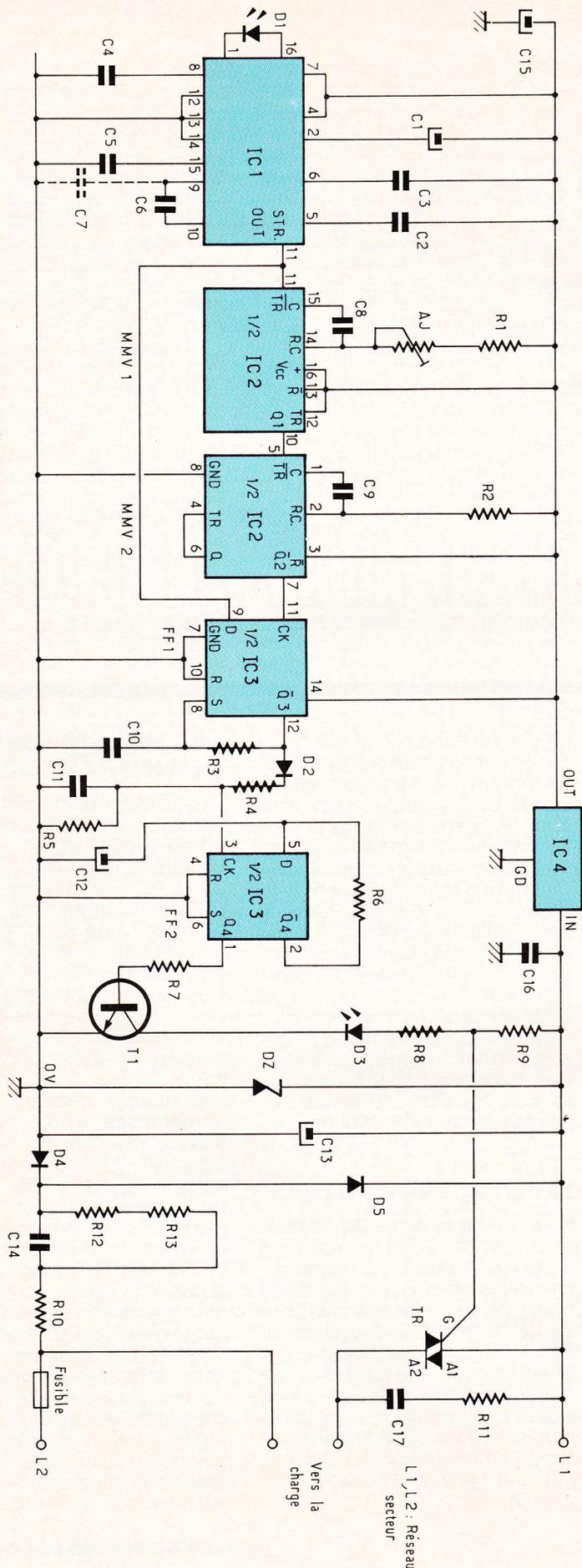
Pour chiffrer la durée de vie de la pile, nous avons procédé à 4 000 manœuvres successives, par salves de 500, sur une durée totale de deux heures. Au bout de l'expérience, la pile semblait moins fatiguée que l'auteur, car la commande avait encore une portée normale. Remarquez que le test ici décrit est sévère, car la pile n'a pas eu vraiment les temps de récupération nécessaires pour parler d'un usage intermittent.

LA TRANSMISSION DES INFRAROUGES

Les diodes émettrices transforment les impulsions de courant qu'elles reçoivent en impulsions de lumière infrarouge dont la longueur d'onde est ici d'environ 900 nanomètres. Pour se situer, rappelons que l'œil humain voit les couleurs situées entre 400 et 750 nm, les couleurs de l'arc-en-ciel s'étalant entre ces deux valeurs, allant respectivement du violet-bleu jusqu'au rouge. La figure 5 représente cette sensibilité.

Les sources d'infrarouges sont nombreuses. Toute source de chaleur rayonne en quantité et avec une grande largeur spectrale. Ainsi les lampes à incandescence sont prévues pour rayonner de la lumière visible, et émettent encore bien plus dans l'infrarouge. Mentionnons aussi la lumière solaire, c'est quand même la plus forte source d'infrarouges à notre disposition. Tous les exemples que nous venons de citer sont des sources qui émettent de façon régulière, continue. Il faut souligner l'importance pour nous des sources d'impulsions. Un premier exemple serait l'allumage d'un briquet qui provoque une véritable rafale

7 Le schéma de principe du récepteur. La chaîne se décompose comme suit : IC1, un SL 486, préamplifie et remet en forme les signaux disponibles aux bornes de la photodiode. Le filtrage par tenière est assuré par les deux monostables contenus dans IC2, plus une bascule D. L'accumulateur d'impulsions se forme autour de R4-R5-C11. La seconde bascule D avec T1 et le triac TR forment l'étage de sortie « télérupteur ».



d'impulsions, aussi bien en lumière visible qu'en infrarouge. Une autre source d'impulsions sont les tubes fluorescents. Les luminophores répartis sur la périphérie du tube sont excités 100 fois par seconde, au rythme des alternances du réseau. L'éclairage fourni a donc une forme pulsée. Cela ne serait pas trop gênant pour notre application si l'on n'observait que ces impulsions, espacées de 10 ms. Hélas, la réalité est tout autre.

Chaque tube s'amorce, devient conducteur pour une tension qui lui est propre, voisine de 270 V. Ainsi, plusieurs tubes côte à côte ne réagiront pas exactement ensemble, même alimentés sous la même tension. De plus, dès que deux tubes sont en fonctionnement sur la même réglette, le constructeur prévoit d'en alimenter un à travers un condensateur pour que les éclats soient déphasés, ce dans le but d'éviter des effets stroboscopiques.

Le résultat de tout cela est un large spectre d'impulsions. Ainsi, dans une salle éclairée par 12 tubes fluorescents fonctionnant en duo, nous avons observé sur le détecteur d'infrarouges l'oscillogramme représenté à la figure 6. Ceci n'est qu'un exemple ponctuel, il n'est là que pour situer les choses. Il faut noter que toutes les impulsions ne sont pas présentes à chaque cycle, et que parfois elles se décalent un peu. L'ensemble rappelle les phénomènes de battements et autres produits de modulation... C'est en superposition à tous ces rayonnements que les signaux de l'émetteur vont parvenir, mélangés et affaiblis, sur la surface photosensible de la diode réceptrice.

LE SCHEMA DU RECEPTEUR (fig. 7)

En suivant simultanément le schéma synoptique et le schéma de principe, nous passerons en revue les différents étages de ce récepteur.

La réception des infrarouges

Cette tâche est confiée à une diode photosensible du type BPW34. Mais, avant de parvenir à ce capteur, les impulsions devront franchir un premier filtrage : un simple plastique coloré. La

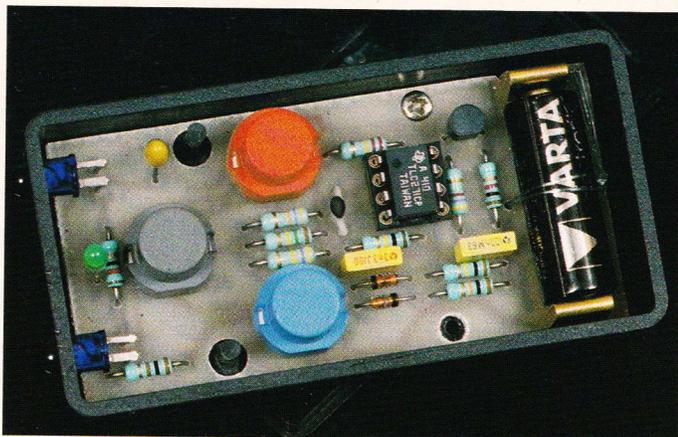


Photo 2. — L'émetteur comportant trois poussoirs sur C.I. et une pile de 12 V.

teinte choisie est le rouge primaire, et nous avons choisi une chute de filtre utilisé pour les projecteurs de spectacle. En effet, si nous observons la courbe de sensibilité de la photodiode sur la figure 5, nous constatons que la lumière visible agit bien sur ce récepteur : par exemple, l'efficacité est encore de 70 % environ pour la lumière jaune. Ainsi, en laissant passer principalement la lumière rouge et au-delà, le filtre choisi aidera le système à évincer les impulsions parasites. Cela sera particulièrement utile pour les tubes fluorescents qui envoient tous un pic de lumière de couleur jaune-verte. Dans la gamme « lee-filters », ce filtre appelé gélatine porte la référence 106.

tions du courant à travers la photodiode. Ces variations sont amplifiées par quatre étages successifs jusqu'à devenir rectangulaires par écrêtage. Ensuite, un circuit de remise en forme des impulsions, appelé « Stretcher », permet de reconstituer des signaux utiles de largeur parfaitement connue. Ce sont ces signaux qui sont représentés sur la première ligne du chronogramme de la figure 9. Vous remarquerez qu'une impulsion de lumière est transcrite par un état bas du signal de sortie. De plus, un circuit de commande automatique de gain (C.A.G.) agit en permanence sur la polarisation de la photodiode. Cela permet, entre autres, d'adapter la sensibilité du circuit en fonction de la luminosité moyenne reçue.

Autour du circuit intégré, les condensateurs C_1 à C_5 effectuent le découplage des différents étages et constituent un filtre passe-haut à partir d'environ 1 kHz. Le condensateur C_6 permet de régler la largeur des impulsions de sortie disponibles à la broche 11.

Il reste le condensateur C_7 représenté en pointillé sur le schéma de principe. Sa présence peut s'avérer utile si la diode récep-

trice est placée en milieu fortement parasité. Son rôle est de court-circuiter vers la masse des impulsions parasites trop fines, qui ne doivent pas être prises en compte. Si vous implantez ce condensateur, sa valeur ne devra pas dépasser 100 pF. Ce condensateur fait perdre un peu de sensibilité, mais améliore la sélectivité... Nous retrouvons là le compromis classique auquel nous sommes confrontés pour tout système de réception.

Filtrage numérique (fig. 9 et 10)

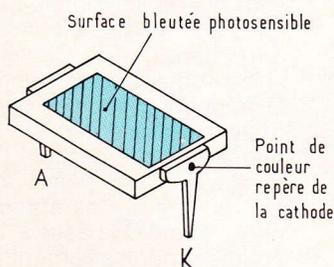
Seuls les trains d'impulsions à l'image de l'oscillateur d'émission nous intéressent. Il faut donc éliminer tout le reste. La solution adaptée ici est de pratiquer une fenêtre, une ouverture dans la gamme des fréquences : seules les impulsions dont l'espace-ment dans le temps correspond à la fréquence voulue réussiront à sortir de ce circuit.

Le circuit intégré utilisé est un 4528 qui contient deux monostables indépendants, redéclenchantables ou non, actifs au choix sur le front montant (T_r) ou sur le front descendant (T_f) du signal d'entrée, fournissant deux sorties complémentaires Q et \bar{Q} , et dont le temps passé à l'état activé se règle par un condensateur et une résistance. Nous utilisons ensuite une bascule D pour laquelle nous rappelons que l'information (1 ou 0) présente en D est transférée à la sortie Q lors du front montant d'une impulsion sur l'entrée d'horloge CK .

Utilisons ces possibilités pour le traitement de signal ci-dessous, en s'aidant du chronogramme de la figure 9.

8

Brochage de la diode photoréceptrice BPW 34.



Amplification des signaux

C'est ici un circuit intégré spécialisé qui prend en charge tout ce traitement : le SL 486 de Plessey-semi-conducteurs.

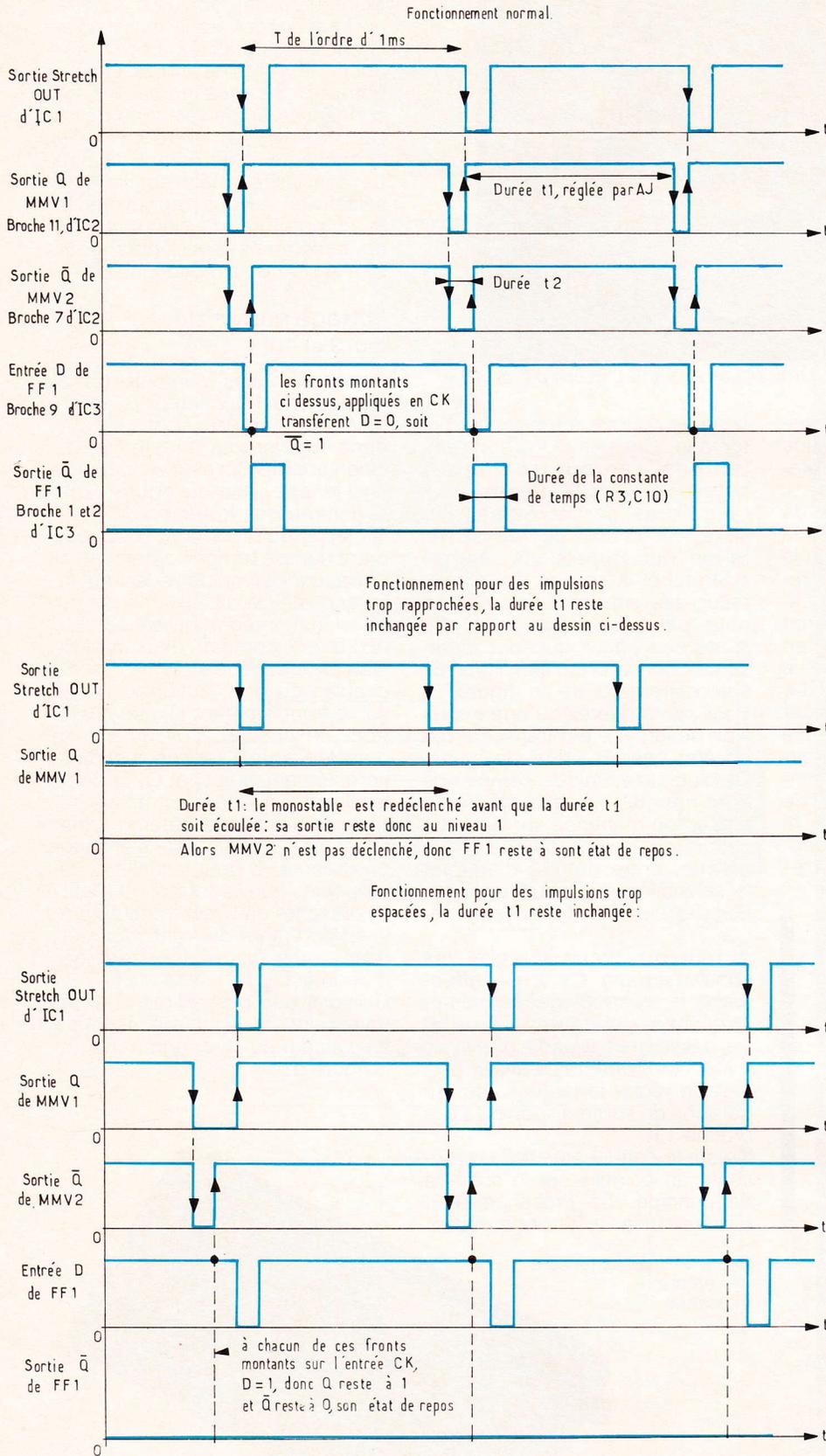
Ici, ce circuit se charge tout d'abord de fournir un courant de polarisation à la photodiode. Les impulsions lumineuses reçues se traduisent par de petites varia-

Photo 3. — Vue extérieure de l'émetteur miniature.



9

Chronogrammes du filtre numérique :
 (1) en fonctionnement normal
 (2) dans le cas où les impulsions restent trop rapprochées
 (3) dans le cas où les impulsions restent trop espacées.



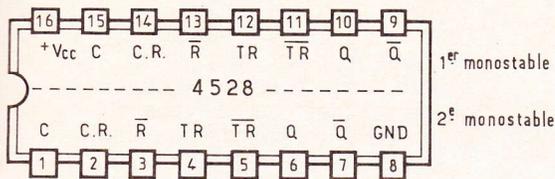
Fonctionnement normal

Appelons MMV1 le premier monostable, MMV2 le deuxième, et FF1 la première bascule. MMV1 est commandé sur sa broche 11 et il est câblé en monostable redéclenchable. Il sera donc activé sur chaque front descendant des impulsions qui lui parviennent. La durée de sa temporisation appelée t_1 est réglée de façon que sa sortie retombe à 0, son état de repos, *juste avant* l'arrivée de l'impulsion suivante. Alors Q_1 passera à 0 pour chaque impulsion.

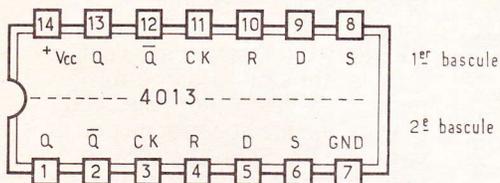
Cette sortie Q_1 est appliquée à l'entrée \bar{Tr} de MMV2, câblé en monostable non redéclenchable par la liaison $Q \rightarrow \bar{Tr}$ des broches 4 et 6. Ainsi, la sortie de MMV2 est activée *juste avant* chaque impulsion d'entrée (une fois le premier déclenchement effectué). Ce monostable est réglé pour générer une impulsion de courte durée, notée t_2 , de l'ordre du dixième de la période des impulsions lumineuses reçues. De cette façon, nous remarquons que la sortie \bar{Q}_2 , normalement à 1, va descendre à 0 pour cette durée t_2 , puis remonter à 1, et nous arrivons à l'étage suivant.

Cet étage cumule deux fonctions : une sortie de fonction ET entre ses entrées D et CK, et un monostable réglé par le réseau R.C (R_3, C_{10}). L'entrée D est reliée directement en sortie du circuit préamplificateur. Ainsi, la sortie Q_3 de cette bascule passera à 1 si les signaux présents en D sont des zéros lors du front montant du CK. Ce sera le cas si les impulsions se présentent à la fréquence voulue, c'est la situation représentée sur le chronogramme. La bascule FF1 sera réinitialisée par l'effet monostable repiqué sur sa sortie Q_3 . En effet, quand \bar{Q}_3 passe à 1, C_{10} se charge progressivement à travers R_3 , jusqu'à ce que la tension à ses bornes atteigne le seuil de déclenchement de l'entrée SET, soit environ $V_{cc}/2$. Alors, la sortie Q_3 est remise à 1, et \bar{Q}_3 retourne à 0, ce qui permet à C_{10} de se décharger pour recommencer à l'impulsion suivante. La constante de temps (R_3, C_{10}) est réglée pour que le rapport cyclique des impulsions en sortie Q_3 soit compris entre 0,15 et 0,35.

En résumé, la sortie \bar{Q}_3 de FF1 fournit un train d'impulsions de largeur calibrée quand il y a coin-



- C Broches de liaison du réseau R.C.
- C.R Remise à zéro, active au niveau bas.
- TR Entrée de déclenchement sur un front montant.
- TR-bar Entrée de déclenchement sur un front descendant.
- Q Sortie.
- Q-bar Sortie complémentaire.



- D Entrée « Data ».
- CK Entrée d'horloge, active sur le front montant.
- S Entrée de mise à 1 de la sortie Q, active au niveau 1.
- R Entrée de mise à 0 de la sortie Q, active au niveau 1.
- Q Sortie.
- Q-bar Sortie complémentaire.

cidence entre les impulsions provenant directement du préamplificateur et les impulsions de durée choisie par la constante de temps de MMV1. Ainsi agit le filtrage.

Fonctionnement pour d'autres fréquences

Les chronogrammes montrent la situation pour des signaux reçus trop rapprochés, puis trop espacés.

Si les signaux sont trop rapprochés, MMV1 sera réenclenché avant que sa sortie Q ne soit retombée à 0. Alors, MMV2 restera immobile au repos car il ne recevra pas ses fronts descendants de déclenchement. Alors, rien ne sera transmis en sortie.

Si les signaux sont trop espacés, l'impulsion sur le CK de FF1 arrivera trop tard, elle ne fera que transmettre une valeur D = 1, ce qui correspond à la situation de repos.

Des coïncidences peuvent néanmoins se produire pour des fréquences sous-multiples de celle prévue dans la fenêtre. Il s'agira alors de produits de modulation qui ne fourniront en sortie que des impulsions isolées ou à rapport cyclique faible. Nous verrons plus loin comment les éliminer. Vous pouvez constater mainte-

nant que seule une petite bande de fréquences autorisées peut traverser ce filtre.

Mode multicanal

Pour sélectionner plusieurs canaux, il suffit de modifier t_1 , ce qui déplace le moment où MMV2 s'enclenche... et donc déplace la fenêtre de coïncidence pour la bascule.

Nous avons prévu trois canaux de transmission. En les resserrant un peu dans la bande 1 kHz

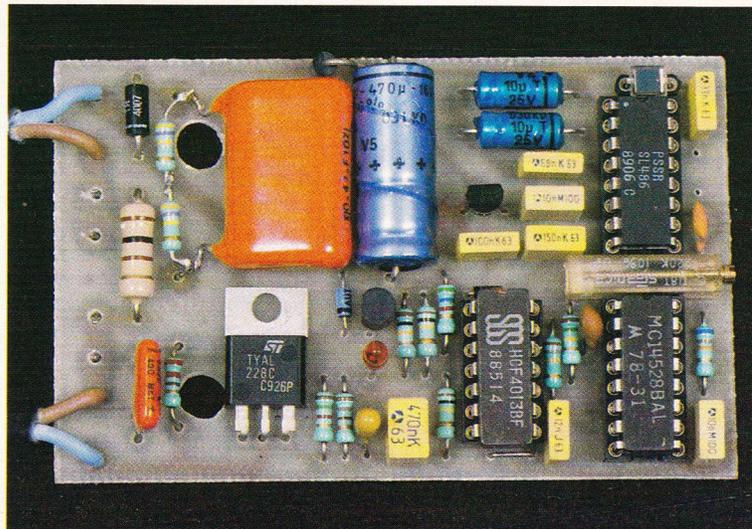
→ 4 kHz, il serait possible de casser des canaux supplémentaires, mais nous prenons le risque de voir apparaître des phénomènes d'empiètement. En revanche, descendre en dessous de 1 kHz n'est pas souhaitable car on se rapprocherait trop des fréquences d'émissions parasites et de leurs harmoniques, et monter au-delà de 4 kHz serait possible à condition de changer le circuit de l'émetteur, vu la lenteur de l'oscillateur choisi.

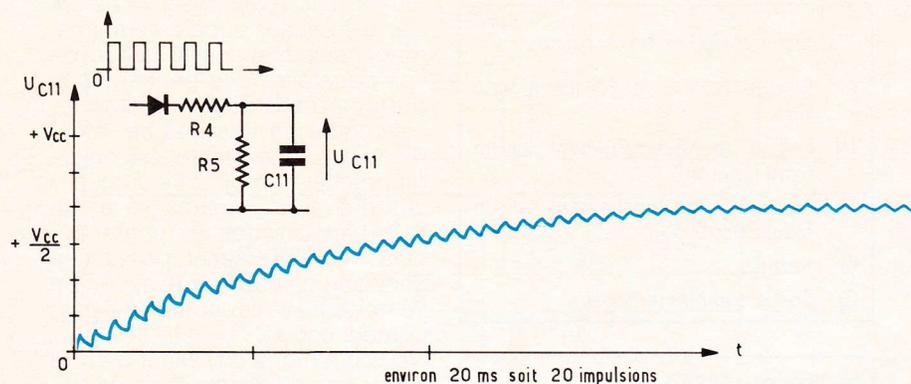
Nous pourrions envisager de resserrer encore les fenêtres de fréquences. Il est possible de le faire un peu, en diminuant C_6 d'une part, et la constante de temps (R_2, C_9) d'autre part. Néanmoins, pour s'affranchir des tolérances d'un circuit à l'autre, pour ne pas être gêné par d'éventuelles dérives de l'émetteur (avec l'usure de la pile par exemple), il est sage de garder un peu de marge, c'est le cas des valeurs proposées ici. Dans le cas d'un système multi-émetteur, vous pourriez avoir du mal à trouver une position de réglage où le récepteur fonctionne aussi bien pour les différents boîtiers, cela à cause des tolérances des composants. Vous pouvez alors augmenter C_6 jusqu'à un maximum de 330 pF.

Accumulateur d'impulsions

Pour plus de sécurité lors d'une commande de déclenchement, il est toujours bon d'attendre confirmation de l'ordre, c'est-à-

Photo 4. - La platine du récepteur intègre une alimentation « capacitive » (sans transformateur).





dire ici de ne pas se contenter de la première impulsion venue, mais d'attendre que plusieurs soient arrivées successivement. C'est le rôle du petit circuit présenté sur la figure 11.

La bascule FF2 changera d'état chaque fois qu'elle recevra sur son entrée CK un front montant qui dépasse la valeur $V_{CC}/2$ environ. Examinons un peu la situation : le condensateur C_{11} reçoit des charges via R_4 quand la sortie Q_3 de FF1 est activée. Simultanément, ce condensateur se décharge à travers R_5 . La situation fait penser à ce qui arrive quand on veut remplir un seau qui fuit en utilisant un petit godet : c'est une course-poursuite digne des jeux télévisés, où les paquets d'eau doivent être suffisants pour dépasser les pertes, le niveau d'eau dans le seau ne montera qu'à cette condition. En revanche, il suffit qu'il manque un paquet d'eau pour que le niveau redescende inéluctablement.

Vu le rapport cyclique et la période des impulsions fournies à la sortie Q_3 de FF1, les valeurs $R_4 = 5,6 \text{ k}\Omega$, $R_5 = 100 \text{ k}\Omega$ et $C_{11} = 470 \text{ nF}$ font que la tension sur l'entrée CK de FF2 devient suffisante pour déclencher la bascule au bout d'une vingtaine d'impulsions.

L'étage marche/arrêt

En revanche, intéressons-nous aux caractéristiques de cette entrée CK. La bascule 4013 ici utilisée appartient à la famille C.MOS pour laquelle le seuil de déclenchement se situe typiquement aux environs de $V_{CC}/2$. Mais, attention ! Les constructeurs précisent que les déclenchements seront francs à condition que la

tension d'entrée monte suffisamment vite. On peut lire dans les data-books des temps de montée recommandés de l'ordre de $15 \mu\text{s}$ au maximum quand la tension d'alimentation du circuit est de $+5 \text{ V}$.

Ici, avec notre montée en dents de scie de la tension de commande, nous sommes loin du compte. La première parade consiste à munir l'entrée CK d'un trigger. Certains constructeurs comme Philips l'ont fait, mais d'autres n'en parlent pas. Alors, dans le doute, et pour une meilleure immunité aux rebonds, nous avons mis en place un réseau R.C supplémentaire (R_6 , C_{12}).

La bascule FF2 est utilisée en diviseur par deux, cela est obtenu par le rebouclage de la sortie Q_4 sur l'entrée D. Le réseau (R_6 , C_{12}) fait que l'entrée D suit avec retard l'état présent en Q_4 . Ainsi, immédiatement après chaque basculement, D reste quelque temps au niveau logique précédent, et donc des impulsions répétées rapidement sur l'entrée CK n'auront aucun effet pendant cette temporisation car elles ne feront que répéter la commande effectuée par l'arrivée de la première impulsion. Ce système antirebonds a pour constante de temps environ $0,2 \text{ s}$, c'est encore suffisamment rapide à l'échelle humaine pour que la succession de deux commandes marche/arrêt semble instantanée.

La commande du triac

La bascule C.MOS n'est pas capable *a priori* de commander directement le triac, le courant nécessaire pour cela surchargerait

sa sortie Q_4 . Alors, cette sortie fournit son courant de base au transistor T_1 , à travers la résistance R_7 qui en limite la valeur à $0,5 \text{ mA}$.

Quand T_1 est saturé, son courant de collecteur circule d'abord à travers l'espace anode 1 \rightarrow gâchette du triac, puis traverse R_8 et la LED D_3 , avant de parcourir l'espace collecteur-émetteur du transistor. La valeur de ce courant de gâchette se situe entre 15 et 20 mA , ce qui suffit pour amorcer la majorité des triacs dignes de ce nom.

Si par hasard votre triac ne voulait pas s'amorcer correctement sur les deux alternances, vérifiez que la tension d'alimentation reste à sa valeur normale, vous pouvez ensuite abaisser un peu la valeur de R_8 . Si malgré cela votre triac persiste à ne pas vouloir s'amorcer comme il faut, changez-en, votre revendeur dispose le cas échéant de triacs dits « sensibles », vous pouvez sans risque essayer cette solution. En effet, pour que ce circuit fonctionne à coup sûr si la charge est inductive (un transformateur par exemple), nous avons choisi d'alimenter en permanence la gâchette du triac, ce qui consomme un courant moyen beaucoup plus important qu'une simple impulsion de déclenchement. Or renforcer l'alimentation aurait posé des problèmes d'encombrement... Rassurez-vous, le problème des triacs durs à la détente ne s'est produit que deux fois sur une série prototype d'une trentaine d'exemplaires réalisés, munis de triacs normaux, et il a suffi alors d'abaisser R_8 .

En revanche, la LED peut s'avérer inutile, si par exemple vous commandez un récepteur aussi voyant qu'une lampe au plafond. Dans ce cas, vous pouvez implanter un strap à sa place et remplacer $R_8 = 180 \Omega$ par une 330Ω .

Aux bornes du triac, vous trouvez un réseau R.C composé de R_{14} et C_{17} , il sert à limiter la vitesse de montée de la tension aux bornes du triac et à atténuer partiellement les parasites émis lors de la commutation.

L'alimentation

Au lieu d'utiliser un transformateur abaisseur, la tension secteur est ici retenue par l'impédance du condensateur C_{14} . Lors de l'alternance positive, le courant

traverse D₂ et C₁₃, puis D₄, C₁₄ et R₁₀ en circulant de L₁ vers L₂. Ainsi, C₁₃ se charge sous la tension Zener choisie ici à 9,1 V. Lors de l'alternance négative, le courant traverse d'abord R₁₀ et C₁₄, puis reboucle directement par D₅, D₄ étant alors bloquée. Ces diodes ont deux fonctions : tout d'abord permettre au courant de circuler dans les deux sens (ce dont a besoin le condensateur C₁₄) et ne pas décharger C₁₃ pendant l'alternance négative.

Les résistances R₁₂, R₁₃ ont pour rôle de décharger C₁₄ quand on débranche le récepteur. Vous remarquerez qu'ici nous avons utilisé deux résistances au lieu d'une, c'est tout simplement parce que la tension totale atteint en crête environ 300 V, et que les résistances sont spécifiées jusqu'à 150 V, d'où le fractionnement réalisé. Enfin, R₁₀ a pour rôle de limiter la pointe d'intensité lors de la mise sous tension alors que C₁₄ est complètement déchargé.

Aux bornes de C₁₃, nous trouvons une tension ondulée culminant à 9,1 V. Un régulateur de tension, IC₄, ramène et stabilise à 5 V la tension d'alimentation des différents circuits intégrés. Le condensateur C₁₄ est constitué de deux capacités en parallèle, ayant chacune 0,47 µF pour valeur. Avec ce total de 1 µF, la tension aux bornes de C₁₃ chute – lorsque la gâchette du triac est alimentée – à une valeur un peu trop juste pour assurer le parfait fonctionnement de IC₄. Il se peut que vous observiez une ondulation sur la sortie du régulateur qui « décroche » un peu, cela n'a aucune incidence sur le bon fonctionnement du récepteur.

Le choix du fusible

Le triac n'étant ici pas refroidi, il est raisonnable pour en limiter l'échauffement de ne pas dépasser 300 W de puissance permanente, soit un courant utile d'environ 1,5 A sous 220 V. Pour 2 A, le triac devient chaud, mais résiste. La présence du fusible a deux raisons. La première est d'éviter de mettre le feu au montage. Cela n'impose comme contrainte que d'adapter le courant de fusion à la charge utilisée. La deuxième raison est de chercher à protéger le triac, et là, le choix est plus délicat. En effet, en plus du courant de

fusion, intervient aussi le temps nécessaire à cette fusion. Certains fusibles sont dits rapides et portent la lettre F, d'autres ont une fusion retardée (la lettre est M), ou franchement temporisée, on lit alors « T » sur la référence. Pour dimensionner le fusible juste à la valeur du courant utile, il faudrait un modèle T capable de résister lors des surintensités, que demandant un transformateur ou des lampes froides à la mise sous tension.

Hélas ! cela ne convient pas au triac qui, en cas de court-circuit, aurait largement le temps d'être détruit *avant* le fusible. Vous voyez donc qu'à chaque fois une course-poursuite s'engage entre le fusible et ce que peut supporter le triac. On observe parfois que le triac protège le fusible !

Pour se sortir de ce dilemme cornélien, l'auteur utilise la règle complètement empirique suivante : le fusible sera de la famille rapide (lettre F) et le courant de fusion sera *moins du tiers* du courant efficace annoncé pour le triac. Par exemple, pour accompagner un triac 6 A, 400 V, nous mettrons au maximum un fusible F 2 A. En procédant ainsi, nous avons constaté que c'est presque toujours le fusible qui saute avant le triac. Certes, il existe d'autres solutions, mais celle-ci a l'avantage d'être la moins coûteuse pour les applications courantes. Ici, le triac utilisé de référence TYAL228 C (ou BTB 08-400 C) est spécifié pour 8 A. Le fusible choisi est de 2 A, à fusion rapide.

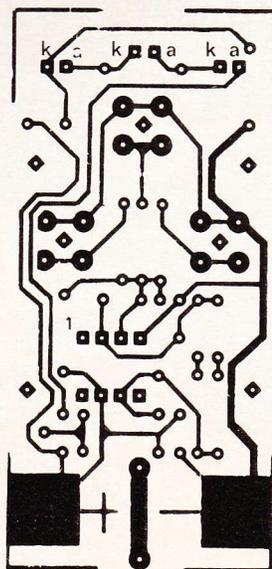
REALISATION DE L'EMETTEUR

Le circuit imprimé est représenté côté cuivre sur la **figure 12**. Nous préconisons un support en époxy, et la réalisation de ce circuit se fera selon le procédé classique : insolation aux UV ou transferts directs, gravure au perchlorure de fer, rinçage abondant. Les diamètres des perçages sont les suivants :

- 5 mm pour les deux entretoises de guidage ;
- 3,5 mm pour les deux trous de fixation ;
- 1,2 mm pour le passage de la bride qui tient la pile ;
- 1 mm pour les boutons-poussoirs ;
- 0,8 mm pour le reste.

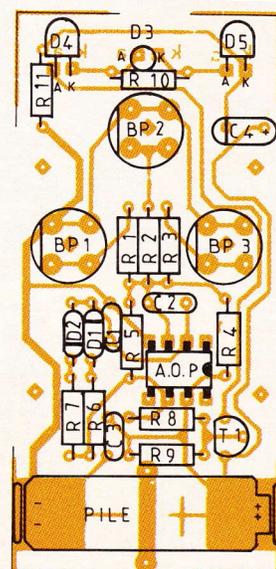
Vous remarquerez sur la photo que les contacts de la pile sont assurés par deux lamelles en laiton. Pour éviter qu'elles ne dépassent sur les côtés, vous pouvez découper à la lime fine deux encoches pour assurer une bonne mise en place.

Pour le boîtier, six trous sont à percer. Les deux LED d'émission demandent un perçage de 5 mm et deux petits coups de lime dans le couvercle. Pour les poussoirs, vous remarquerez sur le circuit imprimé des losanges destinés au centrage. Ils vous permettent de percer des avant-trous de faible diamètre dans le boîtier. Après vérification, cette méthode vous permet un repérage sûr avant le perçage final, ici effectué au foret de 10 mm. Vous pouvez



12

Le tracé du C.I. de l'émetteur à l'échelle 1.



13

Implantation des composants de l'émetteur.

procéder selon le même principe pour la LED verte.

La mise en place des composants est ici très simple : commencez par les plus petits : résistances, condensateurs, diodes, support de C.I., transistor. Seuls sont polarisés les diodes, le condensateur C₄ et bien sûr le transistor. Ensuite, implanter les boutons-poussoirs, attention à l'orientation des contacts, un méplat vous permet de vous situer. Lors de la mise en place, les poussoirs ne dépasseront pas du boîtier, ils en affleurent juste la surface. La LED verte sera soudée (dans le bon sens) en gardant des connexions de la longueur adéquate. Puis repérez le sens des LED infrarouges avant de les couder, et simuler une mise en place avant de souder.

Il faut pour cela tordre les connexions, mais ça passe. Il reste des lamelles de pile. N'hésitez pas à charger un peu la soudeure en étain, cela ne peut qu'en renforcer la résistance mécani-

que. Enfin, il est souhaitable de bien nettoyer le circuit côté cuivre pour supprimer les résidus de décapant, puis vous pourrez vernir cette surface. En effet, des saletés peuvent créer des courants de fuite non négligeables devant le courant de repos du circuit.

Pour les essais, c'est tout simple. Mettez la pile et le circuit intégré à leur place, et appuyez sur un poussoir. La LED verte doit s'allumer, ce qui signifie que la résistance R₁₀ est parcourue par un courant, celui-là même qui traverse les diodes émettrices. Si vous disposez d'un oscilloscope, vous pouvez vérifier la période des impulsions pour une action sur chaque poussoir. Pour vous assurer que des rayons infrarouges sont effectivement émis, vous pouvez utiliser une simple photorésistance reliée à un ohmmètre et placée à proximité des LED d'émission. En l'absence d'émission, vous mesurerez la résistance pour l'éclairage ambiant seul, et dès que vous appuyerez sur un bouton-poussoir, vous verrez l'aiguille dévier nettement, la résistance ayant diminué sous l'effet du rayonnement infrarouge.

Il ne reste alors plus qu'à maintenir la pile, fixer le circuit, clipser la boîte, et c'est terminé pour l'émetteur.

REALISATION DU RECEPTEUR

Le boîtier et le circuit imprimé

L'ensemble tient dans un boîtier rectangulaire de dimensions 100 x 60 x 28 mm.

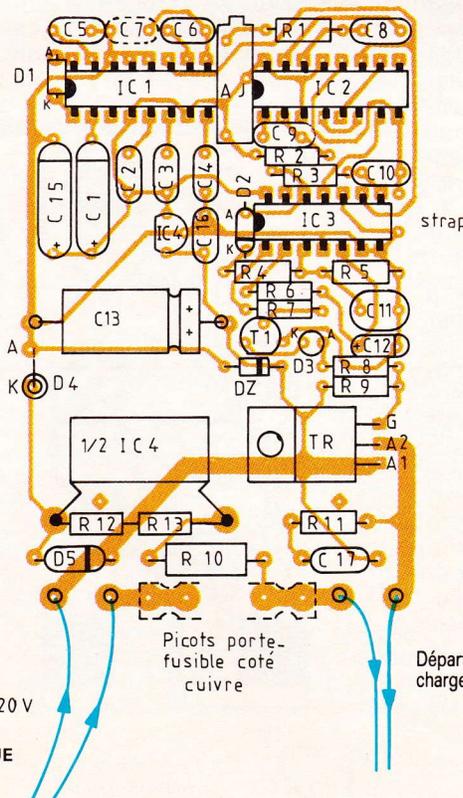
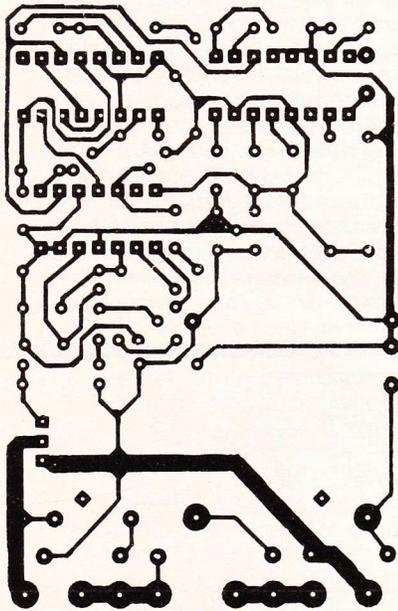
Le circuit imprimé est représenté à la **figure 14**. Au moment de reproduire le tracé, il faudra veiller particulièrement aux pistes qui passent entre les broches de IC₂. Si le matériel dont vous disposez ne vous permet pas d'atteindre la précision voulue, vous pouvez sans inconvénient supprimer cette piste et la remplacer par un strap isolé, côté cuivre. La fabrication de la plaque n'appelle pas de remarque particulière.

Pour les perçages, les diamètres sont les suivants :

- 5 mm pour les deux passages de vis repérés par un losange sur le circuit imprimé ;
- 1,2 mm pour les picots portefusibles et les fils de liaison ;
- 1 mm pour C₁₃, C₁₄, D₄, D₅, R₁₀ et le triac ;
- 0,8 mm pour le reste.

Quant au boîtier, un trou de 3 mm pour la LED, deux encoches à limer pour le passage des cordons de liaison, et le trou pour la photoréceptrice. Percez au moins à un diamètre de 5 mm. Vous pourrez ensuite agrandir cette ouverture si vous voulez élargir la directivité. Une fois le choix arrêté, collez le petit morceau de filtre... et c'est fini pour la mise en boîte.

L'implantation des composants est représentée à la **figure 15**. Commencez par implanter simultanément les supports d'IC₁ et IC₂, et l'ajustable multitour. En effet, ça passe juste bien, mais il n'y a pas trop de marge. Ensuite, il y a un strap à ne pas oublier. Maintenant, implantez tout le reste à votre convenance, en commençant par les composants les moins volumineux. Seule la diode D₄ sera montée verticalement. Il semble que la photodiode n'apprécie guère d'être trop chauffée. Nous vous recommandons alors de l'embrocher sur des picots-lyre tels ceux vendus en barrettes sectionnables. Vous rehausserez la diode, et ainsi la rapprocherez de la surface du boîtier, cela aura pour effet d'élargir l'angle de réception. Le condensateur C₁₄ est en fait



L'autre moitié de C₁₄ est soudée côté composants

Arrivée Secteur 220V

Picots portefusible côté cuivre

Départ charge

14
15

Circuit imprimé et implantation du récepteur.

constitué de deux éléments de chacun 0,47 μ F. Ils seront tous deux soudés à plat, l'un côté cuivre et l'autre côté composants. Les résistances R₁₂ et R₁₃ seront soudées directement sur les connexions du condensateur, aucun emplacement ne leur ayant été réservé sur le circuit imprimé. Les picots supports de fusibles seront implantés côté cuivre, l'accessibilité sera immédiate en cas de remplacement. Il reste les câbles de liaison vers l'extérieur : le cordon secteur et la sortie vers la charge se fait par un cordon terminé par une fiche secteur prolongateur femelle.

Une fois tous les composants en place, procédez à une vérification systématique : les soudures, les ponts entre pistes, le sens des composants...

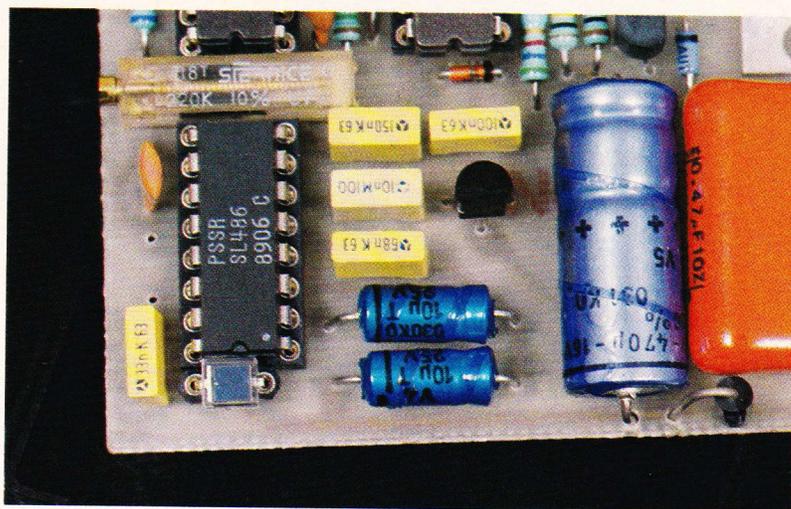


Photo 5. – Au premier plan, sur la gauche, se situent le photorécepteur I.R. et le circuit de traitement SL 486.

Essais et mise au point

Il est essentiel de prendre toutes les précautions nécessaires car l'ensemble du montage est relié au secteur : il y a DANGER MORTEL.

Si vous disposez d'un transformateur d'isolement 220/220 V, c'est le jour de l'utiliser. Sinon,

redoublez de prudence. Faites bien le ménage sur la table, mettez au clair vos cordons, éloignez le fer à souder, cela permet d'éviter la mise à feu du montage quand on enfonce la prise.

Nous vous conseillons d'essayer d'abord votre plaquette sans que les circuits intégrés IC₁, IC₂ et

IC₃ ne soient implantés. Après quelques secondes d'inspection visuelle pour s'assurer que rien ne fume, mesurer les tensions sur les supports. Par rapport au « 0 V » du montage, pris par exemple sur la connexion – de C₁₃, vous devez trouver environ 9 V au + C₁₃, et 5 V sur les bro-

OFFRE SPECIALE

UN OSCILLOSCOPE
NUMERIQUE 2211
AVEC CURSEURS
RS 232 POUR
19.926^F_{HT}

18.900^{F*}_{HT}



**TEK
DIRECT**
JUSQU'À LA POINTE DU SERVICE

NOTRE OFFRE :

Un oscilloscope numérique 2211, 50 MHz de bande passante, 2 convertisseurs, 20 MHz d'échantillonnage, 4000 points par voie, curseurs et RS-232 en standard. Livré complet avec deux sondes.

GARANTIE 3 ANS.

En option 9P : avec table traçante HC 100

4 couleurs au prix incroyable de 24.127 F HT au lieu de 28.826 F HT.

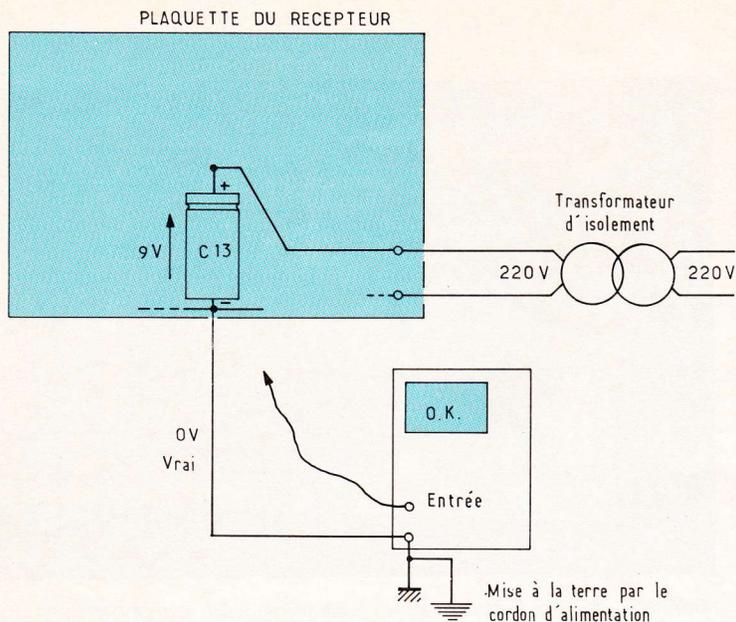
* Offre et prix garantis jusqu'au 31.03.90 franco de port et d'emballage. Prix H.T. (TVA 18,6%).

Catalogue complet TekDirect sur demande.

NUMERO VERT 05.00.22.00

16a

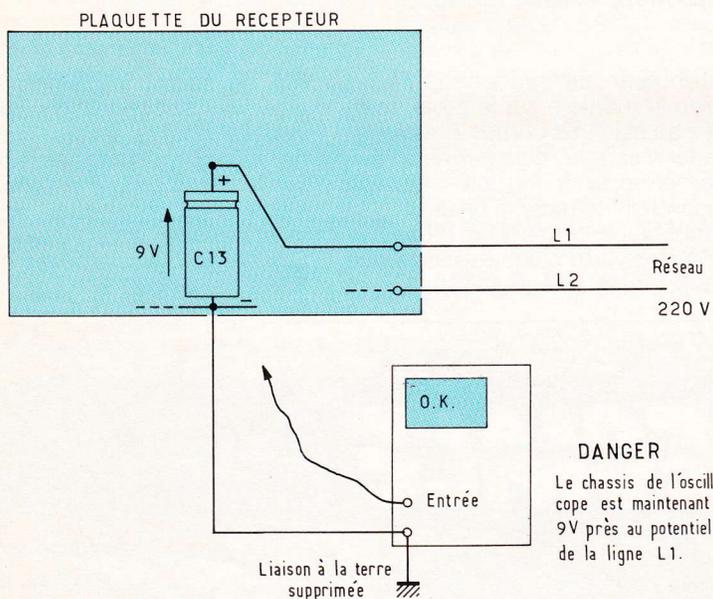
Branchement d'un oscilloscope sur le récepteur avec un transformateur d'isolement.



16b

Branchement d'un oscilloscope sur le récepteur sans transformateur :

DANGER ! Le châssis de l'oscilloscope est à présent au potentiel de la ligne L1 (à 9 V près).



ches des supports correspondant aux liaisons au + Vcc. Cette étape peut sauver la vie des CI, et ici particulièrement celle d'IC₁ qui coûte quelques dizaines de francs. Étape suivante : DEBRANCHEZ et attendez quelques secondes avant d'intervenir. Enfichez maintenant les trois circuits intégrés et branchez une charge, par exemple une lampe. A la mise sous tension, la LED et la lampe s'allumeront peut-être. Il faut maintenant régler le récepteur pour qu'il accroche sur l'une des trois fréquences d'émission. Dès que, en tournant l'ajustable, vous obtenez le fonctionnement, éloignez-vous de quelques mètres pour affiner votre réglage : A la fin, l'ajustable doit se trouver au milieu de la plage permettant

le fonctionnement. Alors, fermez le boîtier, il reste à vous assurer que la directivité du système vous convient. Vous pouvez si nécessaire agrandir le trou de passage des infrarouges ou ajuster la hauteur de la diode réceptrice. En tout cas, LE TROU DOIT ETRE OBTURE soit par un filtre, soit par un isolant transparent pour éviter qu'un enfant s'électrocute. Car, rappelons-le, le secteur est présent dans tout le montage.

Branchement d'un oscilloscope (fig. 16)

Si vous disposez d'un oscilloscope, (et il devient de plus en plus facile d'en utiliser un, nos collègues et lycées étant de mieux

en mieux équipés, peut-être est-il possible de chercher de ce côté-là si vous n'avez pas cet appareil chez vous), vous pourrez suivre avec précision ce qui se passe dans ce montage. Mais attention. La ligne marquée 0 V sur le schéma de principe s'appelle ainsi car elle nous sert de référence pour mesurer les différents potentiels du montage. Cette ligne n'est en aucun cas au potentiel de la terre : à quelques volts près vous pouvez y retrouver la tension secteur de 220 V efficaces, soit plus de 300 V en crête.

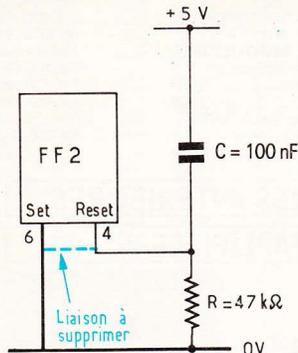
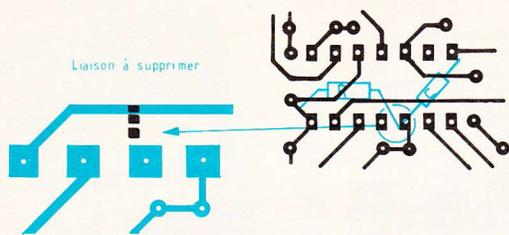
Si vous disposez d'un transformateur d'isolement, branchez-y l'ensemble du montage, vous pourrez alors amener la masse de l'oscilloscope sur la ligne « 0 V » du schéma. Et comme le châssis de l'oscilloscope est relié à la terre, vous aurez alors réellement 0 V sur cette ligne. Ne mettez tout de même pas vos doigts n'importe où, le montage reste alimenté au départ sous 220 V !

Si vous ne disposez pas d'un transformateur d'isolement, vous aurez certainement la tentation de débrancher la terre sur la fiche d'alimentation de l'oscilloscope (de toute façon, si vous ne le faites pas, le disjoncteur E.D.F. déclenchera en différentiel dès que vous connecterez l'oscilloscope sur le montage). Alors, *en connectant la masse de l'oscilloscope sur la ligne « 0 V » du montage vous porterez TOUT LE CHASSIS* de l'appareil au potentiel du secteur. Éloignez les jeunes enfants, manipulez avec circonspection, posez l'appareil sur un support bien isolant. Et même si les boutons de l'appareil sont en plastique, méfiez-vous des vis-poilons de serrage de ces boutons... Voilà, vous ne pourrez pas dire que vous n'avez pas été prévenus !

Vous pourrez alors suivre le signal. Fixez une voie de l'oscilloscope à la sortie du préamplificateur (patte 11 d'IC₁ ou patte 9 d'IC₃). Puis, en déplaçant l'autre voie, les différentes formes d'ondes apparaîtront à l'écran. Vérifiez alors qu'elles ressemblent bien aux chronogrammes. Cela vous permet aussi de peaufiner le réglage du récepteur en visualisant les créneaux sur la patte 11 d'IC₃. Vous verrez alors apparaître la fenêtre de déclenchement, et son déplacement en fonction du temps en manœuvrant l'ajustable.

17

Modification afin d'initialiser FF2 à la mise sous tension (au niveau des broches de IC3).



TRANSFORMATION DE LA PLATINE DE BASE

Peut-on faire quelque chose pour être sûr que la charge commandée soit au repos quand le courant revient après une coupure ? Oui, bien sûr ! Il faut pour cela rajouter un circuit R.C. qui, à la mise sous tension, agira sur l'entrée Reset de FF2. Vous devrez couper le petit bout de piste de circuit imprimé qui relie cette entrée au 0 V, puis souder côté cuivre le condensateur et la résistance selon le schéma proposé figure 17.

CONCLUSION

Une fois le système réglé, le récepteur peut être fixé à l'endroit adéquat en utilisant par exemple de l'adhésif double face. Les applications de ce circuit ne manquent pas, et vous trouverez sûrement des tas d'idées pour mettre en œuvre cette télécommande par infrarouges. Hormis tous les cas où l'utilisation est faite dans un but d'agrément, ce système de liaison peut s'avérer fort utile. Par exemple, pour commander l'éclairage ou l'alarme dans une dépendance de la maison sans devoir passer un câble à travers l'allée du jardin, ou pour préserver d'une saignée d'encastrement un mur en matériau dur ou dont l'esthétique vient justement d'être rénovée.

Enfin, si vous regrettez que ce module ne puisse commander que des charges de 300 W au maximum, aucun problème, il suffit de commander un relais ou un contacteur de puissance dont la bobine sera reliée au récepteur. Cela étend encore le champ d'application du système.

O. BOUTHILLON

LISTE DES COMPOSANTS DE L'ÉMETTEUR

R_1 : 470 kΩ (jaune, violet, jaune)
 R_2 : 150 kΩ (marron, vert, jaune)
 R_3 : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
 R_4 : 220 kΩ (rouge, rouge, jaune)
 R_5 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
 R_6 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
 R_7 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
 R_8 : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
 R_9 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
 R_{10} : 12 Ω (marron, rouge, noir)
 R_{11} : 100 Ω (marron, noir, marron)

C_1 : 3,3 nF
 C_2 : 22 pF
 C_3 : 100 nF
 C_4 : 1 μF/tantale/16 V

D_1, D_2 : 1N4148
 D_3 : LED verte 3 mm
 D_4, D_5 : LED d'émission infrarouge CQY 89 A ou équivalente

T_1 : BC327
 AOP : TLC 271

1 support de CI 8 broches
 1 pile 12 V genre V.23 alcaline
 1 boîtier
 3 boutons-poussoirs momentanés touche ronde type D6
 Plaque CI époxy dim. : 75 x 35 mm

LISTE DES COMPOSANTS DU RECEPTEUR

Résistances

R_1 : 68 kΩ (bleu, gris, orange)
 R_2 : 150 kΩ (marron, vert, jaune)
 R_3 : 18 kΩ (marron, gris, orange)
 R_4 : 5,6 kΩ (vert, bleu, rouge)
 R_5, R_6 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)

R_7 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
 R_8 : 180 Ω (marron, gris, marron)
 R_9 : 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)
 R_{10} : 100 Ω, 1 W
 R_{11} : 220 Ω (rouge, rouge, marron)
 R_{12}, R_{13} : 470 kΩ (jaune, violet, jaune)

A_J : ajustable multitour à plat, genre Sfernice T18

Condensateurs

C_1 : 10 μF/16 V/axial
 C_2 : 68 nF
 C_3 : 10 nF
 C_4 : 150 nF
 C_5 : 33 nF
 C_6 : 220 pF
 C_7 : facultatif : 47 à 100 pF selon essai
 C_8 : 10 nF
 C_9 : 470 pF
 C_{10} : 12 nF
 C_{11} : 470 nF
 C_{12} : 2,2 μF/16 V/tantale
 C_{13} : 470 μF/16 V
 C_{14} : 2 x 0,47 μF/400 V
 C_{15} : 10 μF/16 V/axial
 C_{16} : 100 nF
 C_{17} : 22 nF/400 V

Semi-conducteurs

D_1 : diode photoréceptrice BPW34 ou équivalente
 D_2 : 1N4148
 D_3 : LED rouge ø 3 mm
 D_4, D_5 : 1N4007
 D_z : Zener 9,1 V, 0,5 W

T_1 : BC337 ou équivalent
 TR : TYAL228C (voir texte) ou équivalent

IC_1 : SL 486 (Plessey)
 IC_2 : C.MOS 4528
 IC_3 : C.MOS 4013
 IC_4 : régulateur + 5 V, boîtier TO92 78L05

Divers

2 supports CI 16 broches
 1 support CI 14 broches
 Picots-lyre (2 ou 4)
 2 picots supports de fusible 5 x 20 pour CI
 Cordon secteur méplat moulé
 1 fiche prolongateur femelle
 Circuit imprimé époxy 55 x 85
 1 morceau de filtre rouge
 1 fusible type F, 2A, sous verre, 5 x 20
 Boîtier type calculette : 100 x 60 x 28

AUTODIAGNOSTIC DE RUPTEUR D'AUTOMOBILE

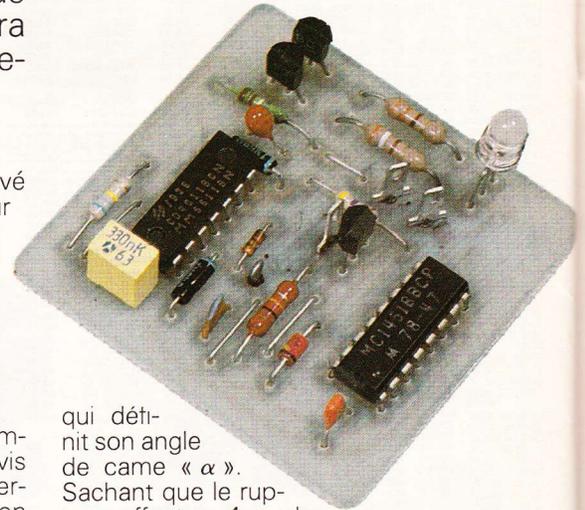


Ce module est destiné à visualiser l'état du rupteur de votre véhicule automobile sur une DEL bicolore. Il sera monté à demeure sur le véhicule ou complètera utilement la trousse à outils de l'automobile.

SCHEMA FONCTIONNEL (SYNOPTIQUE) (fig. 1)

Le circuit normal du câblage électrique d'allumage est présenté à gauche de la **figure 1**. On effectue trois points de connexion : 0 pour le 0 V, + pour l'alimentation et R pour l'information rupteur. On note que l'alimentation est interrompue par la clef de contact. Rappel : si le contact n'est pas établi (clef), le circuit L.r.C n'est pas alimenté. Le contact établi,

moteur à l'arrêt, un courant élevé peut circuler dans L si le rupteur est fermé (voici pourquoi il est déconseillé de laisser longtemps le contact, moteur à l'arrêt). Si le moteur tourne, le rupteur s'ouvre et se ferme, générant une surtension aux bornes de C et L qui sera amplifiée par la sortie haute-tension de L pour commander les bougies, via les vis platinees. Le cycle ouverture/fermeture de r doit être réglé selon les caractéristiques du moteur



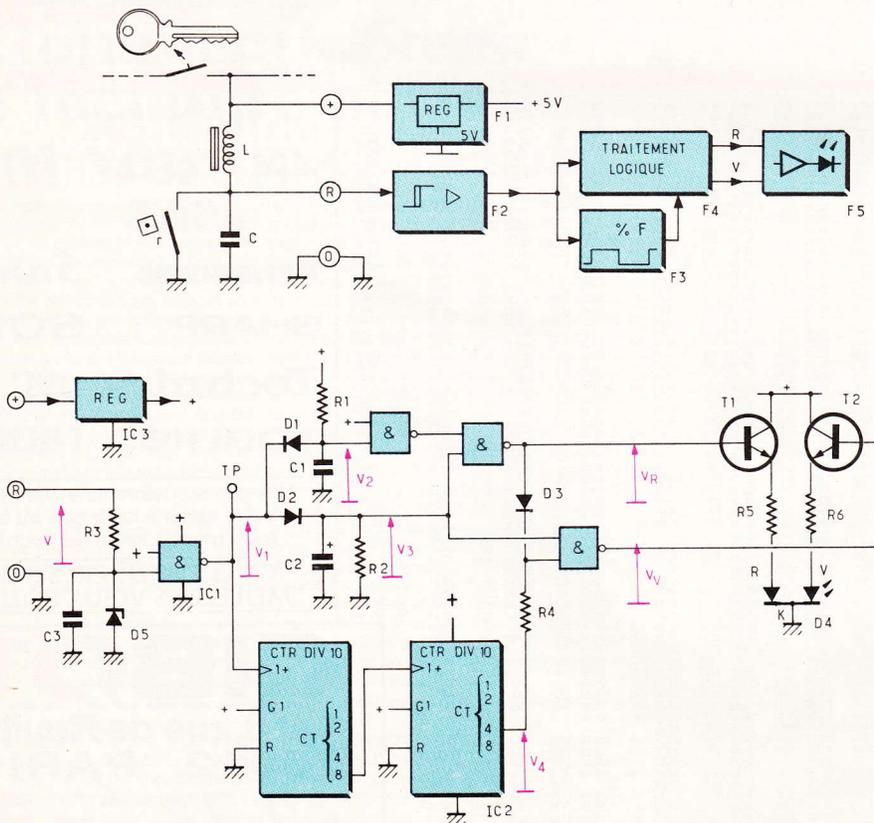
qui définit son angle de came « α ». Sachant que le rupteur effectue 4 cycles pour un moteur 4 cylindres, l'angle sera défini par une fraction de $360^\circ/4 = 90^\circ$ (60° pour un six cylindres...). On peut considérer la commande de r comme un signal logique dont on définit le rapport cyclique, soit $\alpha/90^\circ$. Exemple : $\alpha = 62^\circ$, rapport cyclique $62/90 = 0,68$.

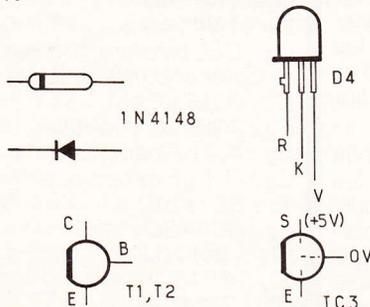
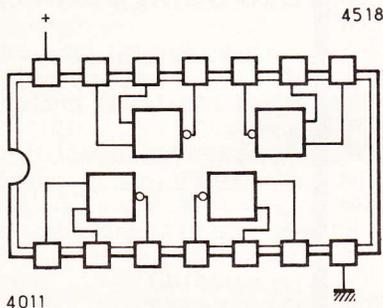
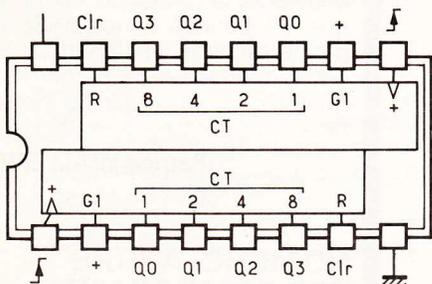
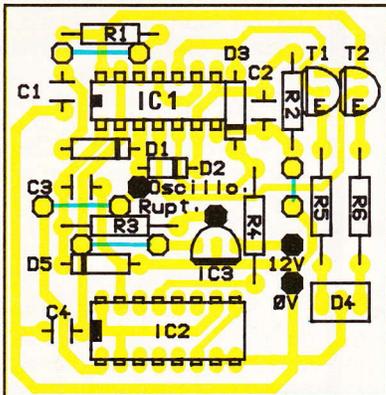
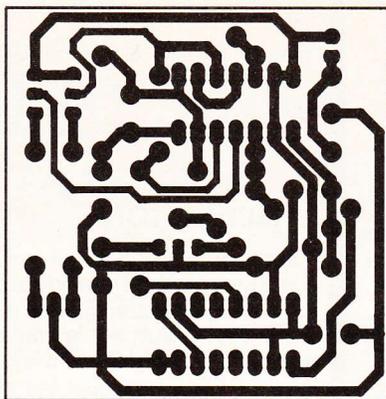
Le module est alimenté par F1 qui fournit le + 5 V quand le contact est établi. Le signal R est remis en forme par F2, pour commander un diviseur de fréquence F3 et un bloc de logique combinatoire F4. Le traitement logique fournit les signaux R et V qui permettent la visualisation de la mesure par F5.

Le compte rendu de la mesure se fait en temps réel sur une DEL bicolore, dont le choix des couleurs est dicté par le bon sens : si le rupteur est ouvert, la DEL s'éclaire en orange ; le moteur est à l'arrêt ou le rupteur est détruit.

Si le rupteur est fermé, l'éclairage est rouge ; le moteur est à l'arrêt ou le rupteur est en court-circuit ; la consommation en courant est élevée.

Si le rupteur s'ouvre et se ferme à une cadence suffisante, la DEL clignote avec un éclairage vert, la vitesse du moteur déterminant la cadence du clignotement.





SCHEMA STRUCTUREL (DE PRINCIPE) (fig. 2)

La remise en forme F_2 est réalisée par le réseau R_3, C_3, D_5 et une porte de IC_1 , câblée en porte NON. Le réseau écrête l'amplitude du signal V (il peut atteindre plusieurs centaines de volts) et élimine les parasites pour une commande correcte de la porte CMOS. En V_1 , on retrouve le signal logique de commande du rupteur (0 V rupteur ouvert, + 5 V rupteur fermé). Le point TP permet la connexion d'un oscilloscope.

IC_2 est un double compteur BCD/CMOS, câblé en diviseur par 100. On retrouve en V_4 un signal logique, de rapport cyclique 2/3, qui va déterminer la cadence de clignotement de la DEL. Il est possible de modifier son câblage pour changer le coefficient diviseur (en reliant la br. 5 à la br. 8 de IC_2 , le coefficient est de 50).

Le bloc logique F_4 utilise les autres portes ET-NON de IC_1 , ainsi que deux cellules $R_1C_1D_1$ et $R_2C_2D_2$. Ces cellules fixent une constante de temps qui impose une cadence minimale au rupteur. La fréquence du signal V se détermine par la formule : $F_v = V.N/60$, avec V vitesse de rotation du moteur en tr/min et N le nombre de cylindres. En V_2 , on a un état logique 1 uniquement si $V_1 = 1$, après la charge de C_1 . En V_3 , on a un état logique ϕ seulement si $V_1 = \phi$, après la décharge de C_2 . En V_R , on obtient un état 1 si $V_2 = 1$ ou si $V_3 = \phi$, donc si le rupteur est au repos, ouvert ou fermé. D_3 et R_4 réalisent un OU logique à diode, optimisé (cf. LOGIC-3). En V_V , on obtient un état 1 si $V_3 = \phi$ ou si $\{V_4 \text{ et } V_R\}$ sont à l'état ϕ ; donc un état 1 si le rupteur est ouvert, un état ϕ s'il est fermé, ou un changement d'état dicté par la rotation du moteur (signal V_4).

La commande de la DEL bicolore se fait par deux transistors « suiveurs » pour disposer d'un courant suffisant. Le courant est limité par R_5 et R_6 . La DEL bicolore, intègre une DEL rouge (R) et une DEL verte (V) pour fixer sa couleur; la cathode (K) est commune si l'éclairage orange s'obtient en commandant les deux DEL.

Enfin, l'alimentation F_1 est confiée à un simple régulateur intégré IC_3 . La consommation du

module est nulle si le contact est coupé.

La figure 4 complète et résume ces différents cas en présentant les chronographes des signaux V_1, V_2, V_3, V_R, V_V selon V . Le signal V reprend trois cas : rupteur ouvert, rupteur en fonctionnement normal et rupteur fermé. On remarque les surtensions en V et le signal logique obtenu après mise en forme.

REALISATION PRATIQUE (fig. 3)

a) Le circuit imprimé

La figure 3a précise le tracé du circuit imprimé, côté cuivre. La méthode la plus simple est le dessin au feutre indélébile directement sur le cuivre, mais nécessite une découpe de la plaque (époxy simple face), un pointage préliminaire des trous, et du soin. Une autre méthode usitée reste le report du dessin sur un support transparent (film, calque) en utilisant des bandes et pastilles ou des transferts; il faut ensuite transférer le tracé sur la plaque (époxy simple face présensibilisée) par exposition aux UV puis révélation.

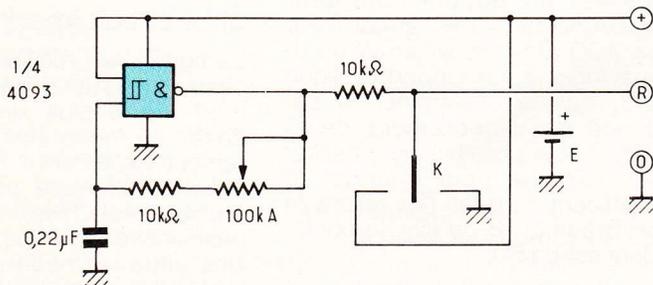
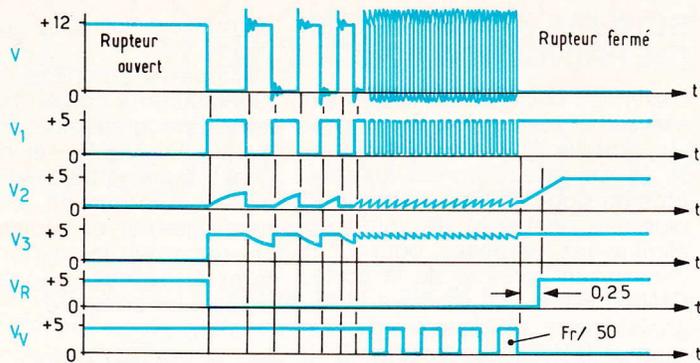
La plaque est plongée dans du perchlore de fer porté à 40° pour accélérer la gravure du cuivre, en assurant quelques mouvements au liquide. La plaque est rincée, nettoyée pour avoir le cuivre à nu, et séchée. Le cuivre pourra être protégé de l'oxydation par un étamage ou vernis en bombe. Le perçage s'effectue avec un foret de 1 mm, sauf pour les trous de fixation facultatifs (3,2 mm) dont vous choisirez l'emplacement (aux angles).

b) L'implantation

Les composants sont implantés, conformément à la figure 3b et à la nomenclature des composants, dans l'ordre classique : straps, résistors, condensateurs, diodes, transistors, circuits intégrés. Attention au sens des éléments polarisés. Le brochage des composants particuliers est donné en figure 3c. Le 78L05 peut être remplacé par un 7805, mais il ne devra pas entrer en contact avec la borne rupteur. T_1 et T_2 sont des transistors universels NPN de bêta suffisant (> 100), en boîtier TO92.

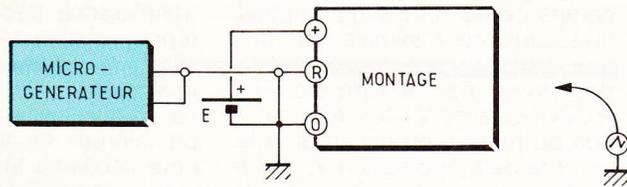
4

Les chronographes relevés en divers points du montage.



5

Test du module à l'aide d'un générateur de signaux logiques.



Après le test, le module pourra être monté dans un boîtier. Le choix est laissé au lecteur et se fera selon son utilisation. Monté à demeure à proximité du moteur, il nécessite un boîtier étanche et robuste. Monté directement derrière le tableau de bord, le module ne nécessitera aucun coffret.

TEST (fig. 5)

Le module peut être testé avec une pile de 9 V et un générateur de signaux logiques. La figure 5 montre le câblage à effectuer et le schéma d'un générateur simple. Ce générateur fournit un état statique ϕ ou 1, ou un signal carré de fréquence variable, selon la position de K, interrupteur à trois positions. Ce générateur va simuler le fonctionnement du rupteur. La tension de sortie du générateur doit être de 5 V minimum.

Le test est simple : avec K, on fixe le signal R à ϕ , la DEL doit être éclairée en rouge ; on bascule K pour obtenir R = 1, la DEL doit être orange ; en position médiane de K, la DEL doit clignoter en vert, à une cadence proportionnelle à la fréquence en R, qui est réglée par le potentiomètre de 100 kn du générateur. Si le test n'est pas correct, vérifiez les chronogrammes des signaux V_1 , V_2 , V_3 , V_R et V_V , pour les trois positions de K ; les chronogrammes de la figure 4 montrent les signaux à obtenir. Vous pourrez ainsi situer la panne et y remédier en cas de problème.

Le module est au point, il suffit de le connecter au véhicule par les trois liaisons +, R, O. Si vous utilisez ce module en contrôleur portable, les liaisons se feront par pincettes crocodile. Il est possible de monter le module à demeure sur le véhicule ; les liaisons se fe-

ront par cosses en venant se greffer sur le câblage d'allumage sans le modifier. Contrôlez le signal en TP avec l'oscilloscope ; il doit être carré, sans parasites.

UTILISATION

Le module permet de visualiser instantanément l'état du rupteur. La DEL peut être placée à proximité du moteur, sur la planche de bord (vous pouvez même doubler la DEL sans oublier de doubler aussi R_5 et R_6). L'information fournie par la DEL vous indique l'état du rupteur, autorise son réglage en remplaçant le témoin de visualisation, et vous donne une idée de la vitesse de rotation du moteur. La borne TP permet la connexion d'un oscilloscope pour le réglage d'angle de came, en ajustant le rapport cyclique du signal visualisé (signal R) comme défini par la notice du moteur (RTA) et la méthode de calcul.

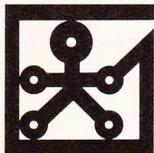
Ce module fait partie d'un ensemble « autodiagnostic » qui permettra la détection systématique de pannes simples. Si une panne survient, il suffira de soulever le capot et de regarder quelques DEL pour savoir où intervenir.

Patrice WALLERICH

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

- R_1 : 680 k Ω (bleu, gris, jaune)
- R_2 : 220 k Ω (rouge, rouge, jaune)
- R_3 : 10 k Ω 1/2 W (marron, noir, orange)
- R_4 : 47 k Ω (jaune, violet, orange)
- R_5 : 390 Ω (orange, blanc, marron)
- R_6 : 330 Ω (orange, orange, marron)
- D_1 : 1N4148
- D_2 : 1N4148
- D_3 : 1N4148
- D_4 : DEL bicolore \varnothing 5 mm
- D_5 : Zener 5,1 V, 1/2 W
- C_1 : 0,33 μ F
- C_2 : 1 μ F/10 V tantale
- C_3 : 4,7 nF céramique
- C_4 : 0,1 μ F céramique
- T_1 : BC173C
- T_2 : BC173C
- IC_1 : 4011B
- IC_2 : 4518
- IC_3 : 78L05
- Epoxy 50 x 55 mm

LA TECHNOLOGIE AU COLLEGE (X)



Après la présentation du Projet n°1 du mois dernier, nous allons maintenant aborder une partie un peu plus théorique, toujours en effectuant un maximum de manipulations. Ce nouveau volet intéresse particulièrement les élèves des classes de physique de 3^e, puisque leur nouveau programme fait, lui aussi, une part de plus en plus grande à l'électronique, et en particulier à l'étude du transistor, du pont diviseur de tension, de la loi d'Ohm...

Voici d'ailleurs, avec l'ensemble des plaques « fonction » Pierron et des plaques « composant » construites jusqu'à aujourd'hui, un bref rappel des expérimentations que nous avons déjà abordées.

N° 126 : La plaque fonction minuterie.

N° 127 : Découverte des résistances, des condensateurs électrochimiques, association en série, en parallèle.

Mise en évidence de la charge et de la décharge d'un condensateur.

N° 128 : Le testeur de continuité.

N° 129 : Le relais électromagnétique.

La force électromotrice d'auto-induction.

Les fonctions logiques NON, OUI.

N° 130 : Utilisations possibles d'un relais : commande d'un moteur, marche avant, marche arrière.

Mémorisation d'une commande.

N° 131 : La plaque fonction clignotant.

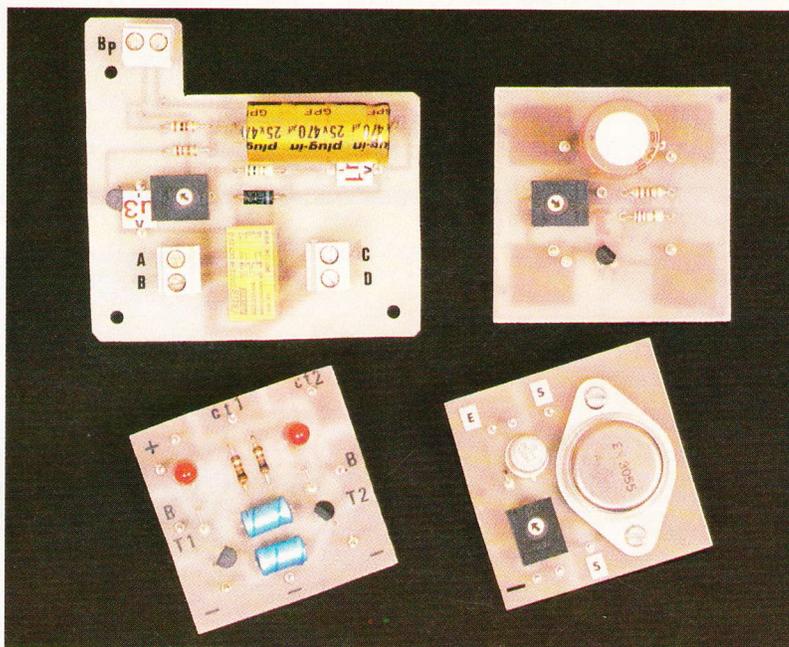
Le multivibrateur astable.

N° 132 : Modification du signal du multivibrateur astable. Calculs correspondants. Etude du transistor.

N° 133 : La diode. Le transistor. Le montage Darlington.

La plaque « fonction » amplificateur de courant.

N° 134 : Projet n° 1 : l'interrupteur de « jardin ».



UTILISATION DU CONTRÔLEUR UNIVERSEL

Les manipulations de ce mois-ci ont pour but de mettre en évidence les relations qui lient les valeurs des tensions, des intensités et des résistances dans tout montage électronique. Il vous faudra donc utiliser votre contrôleur universel en position voltmètre, ampèremètre et ohmmètre.

Utilisation du voltmètre. Toute mesure de tension entre deux points quelconques s'effectue directement sur le montage par un branchement en dérivation (ou en parallèle) sur ces deux points.

Utilisation de l'ampèremètre. Un ampèremètre se trouve nécessairement inséré dans la branche du circuit où l'on désire relever la valeur du courant. Le branchement de l'appareil, en série, nécessitera donc une légère modification du montage.

Quel contrôleur utilisez-vous ? Dans le cas d'un contrôleur analogique (appareil à aiguille), quelle que soit la mesure effectuée (tension ou intensité), il faut veiller scrupuleusement à bien orienter ses bornes : la borne rouge toujours dirigée vers le « + » de l'alimentation ; la borne noire toujours dirigée vers le « - ».



Photo 2
Le diviseur de tension pourra être étalonné simplement, côté époxy.

Le calibre. Commencez toujours par le plus grand calibre, vous ne risquez pas alors de détériorer, avec un trop fort courant, le cadre mobile extrêmement fragile du galvanomètre. Ensuite, réduisez progressivement le calibre afin de pouvoir effectuer votre mesure à pleine échelle, c'est-à-

dire avec la déviation la plus grande possible de l'aiguille du galvanomètre. Cela vous permet de limiter au mieux l'erreur de mesure.

Avec un contrôleur numérique (à affichage digital), l'inversion des bornes « rouge » et « noire » n'est pas préjudiciable à l'appareil. Il se produit alors uniquement, à l'affichage, une mesure négative. Par ailleurs, quel que soit le calibre choisi, vous obtiendrez toujours une excellente précision de mesure.

Utilisation de l'ohmmètre. En position « ohmmètre », la pile logée dans le boîtier du contrôleur se trouve connectée aux deux pointes de touches, via le galvanomètre, ce qui permet de relever un courant plus ou moins important, lorsque vous mesurez une résistance d'une valeur donnée. L'indication de la polarité des deux pointes de touche s'avère indispensable lorsque vous désirez tester des semi-conducteurs. Le rouge ne correspond d'ailleurs que très rarement

au « + ». Consultez la notice technique de l'appareil, ou bien vérifiez la polarité des bornes de votre ohmmètre avec un autre contrôleur, positionné, lui, en voltmètre.

LE DIVISEUR DE TENSION

Les deux résistances branchées en série, de la figure 1, partagent la tension d'alimentation U en deux tensions U_1 et U_2 . Ce montage, appelé « pont diviseur de tension », permet d'obtenir, en fonction des résistances utilisées, une certaine partition de la tension U , ce qui est tout fait intéressant.

Expérimentations et mesures

Réalisez le montage de la figure 1, alimenté par une pile de 4,5 V, en utilisant successivement les plaques « résistances » que vous avez déjà soudées (voir *Électronique Pratique* n° 127 page 101).

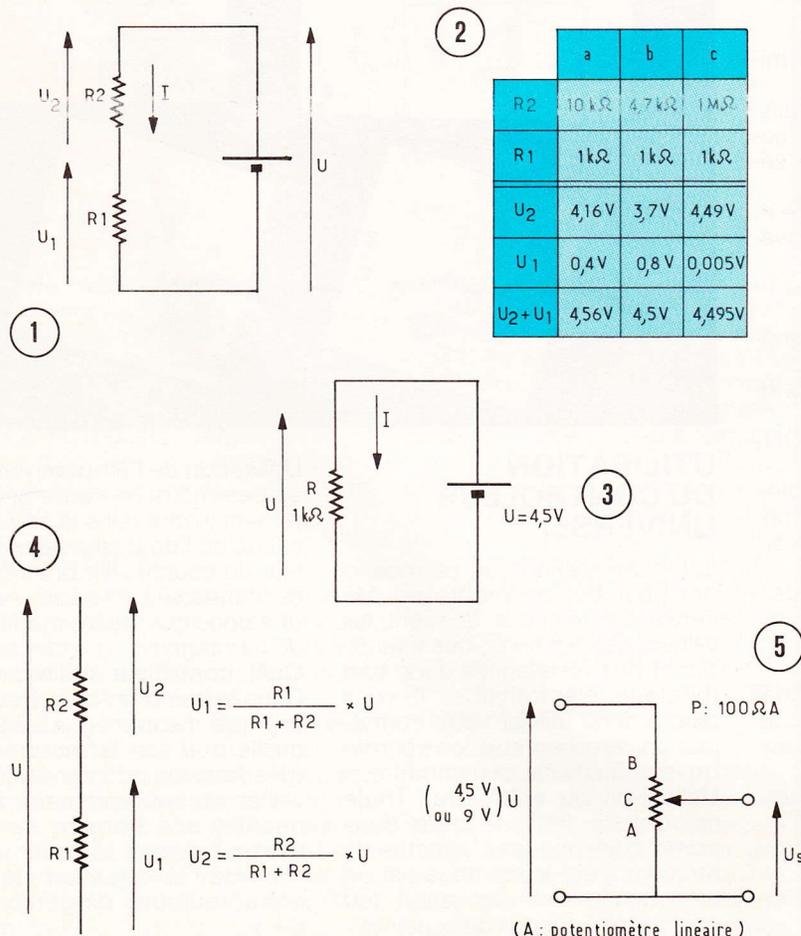
- a) $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$.
- b) $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 4,7 \text{ k}\Omega$.
- c) $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 1 \text{ M}\Omega$.

Pour chaque essai, mesurez les deux tensions U_1 et U_2 . Voici, à titre indicatif, les tensions prélevées aux bornes des deux résistances (tableau de la fig. 2). Ces mesures ont été réalisées avec un voltmètre numérique ; aussi, ne vous inquiétez pas trop si vos résultats sont sensiblement différents, vous en découvrirez les raisons dans la suite de cet article.

Analyse des résultats (voir tableau)

Retenez ces trois constatations très importantes :

- Pour toutes les séries de mesures effectuées, la somme des tensions $U_1 + U_2$ nous redonne bien la tension d'alimentation $U = 4,5 \text{ V}$.
- La tension U_2 varie proportionnellement à la valeur de la résistance R_2 . Plus la valeur de la résistance augmente, plus la tension à ses bornes est élevée.
- La tension U_1 égale à $U - U_2$ varie donc obligatoirement elle aussi, bien que la valeur de la résistance R_1 ne change pas ! POURQUOI ?



1 $U = U_1 + U_2$. 2 Mesures de tension. 3 Loi d'Ohm par la pratique. 4 Calcul de U_1 et U_2 , sans calculer I.

Le responsable de cette variation de tension n'est autre que le courant I traversant R_2 (et R_1 bien entendu) et qui prend différentes valeurs suivant les montages a), b) ou c). En effet, les résistances équivalentes des trois montages étant différentes, les courants créés sont eux aussi différents (reportez-vous aux expériences 1 et 2 du numéro 127).

Nous allons d'ailleurs classer nos trois montages en prenant comme critère l'importance du courant (rappelons-nous que plus la résistance équivalente du montage est élevée, plus le courant diminue).

1. Montage c)

Résistance équivalente $R_e = 1 \text{ M}\Omega + 1 \text{ k}\Omega \approx 1 \text{ M}\Omega$. Le courant I a bien sûr une valeur très faible.

La tension aux bornes de R_1 a pour valeur $U_1 = 0,005 \text{ V}$.

2. Montage a)

$R_e = 10 \text{ k}\Omega + 1 \text{ k}\Omega = 11 \text{ k}\Omega$. Le courant I a une valeur moyenne. On trouve $U_1 = 0,4 \text{ V}$.

3. Montage b)

$R_e = 4,7 \text{ k}\Omega + 1 \text{ k}\Omega = 5,7 \text{ k}\Omega$. Le courant I devient plus important. $U_1 = 0,8 \text{ V}$.

L'étude de ces mesures démontre que la tension aux bornes d'une même résistance peut varier si le courant qui la traverse varie également. Les trois exemples c), a) et b) mettent donc en évidence la proportionnalité entre le courant et la tension (la tension aux bornes d'une résistance augmente si le courant qui la traverse augmente également).

Conclusion

Avec l'analyse de ce montage « diviseur de tension », nous constatons les faiblesses de l'analogie hydraulique. En effet, dans le montage très simple de la figure 1, on passe de l'exemple a) à l'exemple b) en réduisant uniquement la valeur de la résistance R_2 .

Pour continuer à avancer dans l'étude de nos montages, il est souhaitable, maintenant, de franchir un grand pas et de « s'attacher » à la loi d'Ohm.

LA LOI D'OHM

Retenez et admettez ceci : dès qu'un courant traverse un élément résistif quelconque, on relève à ses bornes une différence de potentiel (ou une tension). La valeur de cette tension se calcule avec la formule de la loi d'Ohm :

$$U = R \times I$$

avec U en volts, R en ohms et I en ampère.

Notez que cette formule vérifie, bien évidemment, les conclusions des manipulations précédentes : la tension U est proportionnelle à la résistance R d'une part, au courant I d'autre part. Nous allons d'ailleurs le vérifier par le calcul.

Vérifications numériques de la loi d'Ohm

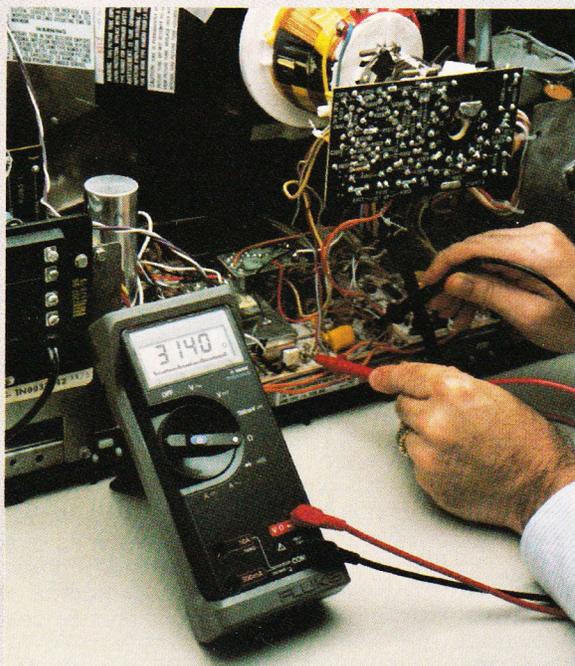
1^{re} vérification

Relation résistance-courant pour une tension donnée : reportez-vous à l'exemple de la figure 3. Réalisez le montage en utilisant comme résistance la plaque ré-

FLUKE ET PHILIPS - L'ALLIANCE EN TEST ET MESURE



PHILIPS



La référence

Les multimètres Fluke série 70 :

La série des multimètres Fluke 70 offre une technologie et des performances avancées. C'est un investissement de choix pour le présent et l'avenir.

3 ans de garantie :

Avec une garantie de 3 années, vous réduirez vos coûts d'amortissement, avec la certitude d'une précision et d'une qualité de vos mesures, irréprochables.

Plus de fonctions :

Choisissez le modèle de base 73, ou plus de fonctions avec les modèles 75 et 77 : fonction maintien des mesures, signal sonore pour le test de continuité, changement de gamme automatique pour simplifier les opérations de mesure.

Sécurité : protection interne :

Chaque multimètre de la série 70 aux normes rigoureuses de sécurité et de protection mettent l'utilisateur à l'abri de toutes défaillances.

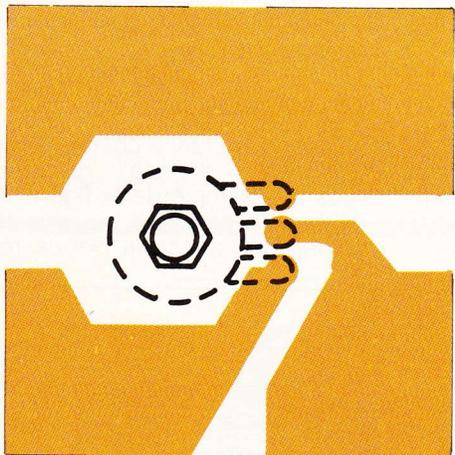
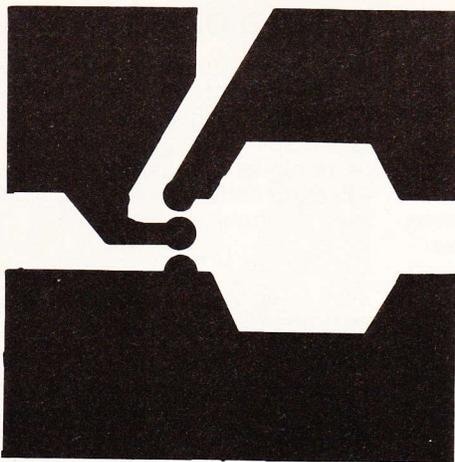
Prix au 02.01.90

Fluke 73	996,24 F TTC
Fluke 75	1 482,50 F TTC
Fluke 77	1 891,67 F TTC

Liste de nos distributeurs sur demande.

S.A. PHILIPS INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE - Division Science et Industrie, 105, rue de Paris, B.P. 62, - 93002 BOBIGNY CEDEX - (1) 49.42.80.80 - 235 546 Induphi

TM 12/90



sistance de 1 kΩ et une pile de 4,5 V. Nous calculons la valeur du courant I en utilisant la loi d'Ohm :

$$U = R \times I ; I = U/R$$

$$(U \text{ en V, } R \text{ en } \Omega, I \text{ en A})$$

$$I = 4,5 \text{ V}/10^3 \Omega$$

$$= 4,5 \text{ V}/1000 \Omega$$

$$= 0,0045 \text{ A}$$

$$= 4,5 \text{ mA (milli-ampères)}$$

En remplaçant la plaque résistance de 1 kΩ par celle de 10 kΩ, le courant doit normalement diminuer. C'est exact :

$$I = 4,5 \text{ V}/10^4 \Omega$$

$$= 4,5 \text{ V}/10000 \Omega$$

$$= 0,00045 \text{ A} = 0,45 \text{ mA}$$

$$= 450 \mu\text{A (microampères)}$$

2^e vérification

Calcul des tensions U₁ et U₂ des trois manipulations précédentes (tabl. 2).

La loi d'Ohm nous permet, bien entendu, de déterminer U₁ et U₂. Le calcul de leurs valeurs respectives n'est cependant pas immédiat. Il faudra, tout d'abord, trouver :

1^o La résistance équivalente du montage.

2^o Le courant I (traversant nos deux résistances).

3^o U₁ et U₂ pourront enfin être calculées.

1^o Recherche de la résistance équivalente des trois montages a), b) et c) :

$$a) R_e = 10 \text{ k}\Omega + 1 \text{ k}\Omega = 11 \text{ k}\Omega$$

$$= 11000 \Omega = 11 \times 10^3 \Omega$$

$$b) R_e = 4,7 \text{ k}\Omega + 1 \text{ k}\Omega = 5,7 \text{ k}\Omega$$

$$= 5700 \Omega = 5,7 \times 10^3 \Omega$$

$$c) R_e = 1 \text{ M}\Omega + 1 \text{ k}\Omega$$

$$= 1000000 \Omega + 1000 \Omega$$

$$= 1001000 \Omega$$

$$= 1001 \times 10^3 \Omega$$

2^o Calculons les trois courants :

$$I_c = U/R_e = 4,5 \text{ V}/1001 \times 10^3 \Omega$$

$$= 4,5 \text{ V}/1001000 \Omega$$

$$= 0,00000449 \text{ A} / 4,49 \mu\text{A}$$

(microampère)

Nous ne nous étions guère trompés en estimant que le courant devait être très faible !

$$a) I_a = U/R_e = 4,5 \text{ V}/11 \times 10^3 \Omega$$

$$= 4,5 \text{ V}/11000 \Omega$$

$$= 0,000409 \text{ A} = 409 \mu\text{A}$$

(cent fois plus important que I_c environ)

$$b) I_b = U/R_e$$

$$= 4,5 \text{ V}/5,7 \times 10^3 \Omega$$

$$= 4,5 \text{ V}/5700 \Omega$$

$$= 0,000789 \text{ A} = 789 \mu\text{A}$$

Notre perception « hydraulique » des montages nous avait quand même permis de classer ces trois courants par ordre d'importance.

3^o Connaissant maintenant la valeur du courant I, le calcul des tensions U₁ et U₂ ne pose plus aucun problème.

● Montage c)

$$I \text{ vaut } 4,49 \times 10^{-6} \text{ A}$$

$$I = 0,00000449 \text{ A}$$

Dès qu'un courant I traverse la résistance R₂, je relève obligatoirement une tension à ses bornes, appelée également une chute de tension. Sa valeur se calcule avec la loi d'Ohm :

$$U_2 = R_2 \times I = 10^6 \Omega \times 4,49$$

$$\times 10^{-6} \text{ A} = 4,49 \text{ V} \quad \text{ou}$$

$$U_2 = 1000000 \Omega$$

$$\times 0,00000449 \text{ A} = 4,49 \text{ V.}$$

Ce même courant I traverse maintenant la deuxième résistance R₁. Je dois donc également relever une chute de tension à ses bornes (U₁) :

$$U_1 = R_1 \times I$$

$$= 10^3 \Omega \times 4,49 \times 10^{-6} \text{ A}$$

$$= 4,49 \times 10^{-3} \text{ V} \quad \text{ou}$$

$$U_1 = 1000 \Omega \times 0,00000449 \text{ A}$$

$$= 0,00449 \text{ V} = 4,49 \text{ mV}$$

● Montage a)

$$I \text{ vaut } 409 \times 10^{-6} \text{ A}$$

$$I = 0,000409 \text{ A}$$

$$U_2 = R_2 \times I = 10^4 \Omega \times 409$$

$$\times 10^{-6} \text{ A} = 4,09 \text{ V} \quad \text{ou}$$

$$U_2 = 10000 \Omega \times 0,000409 \text{ A}$$

$$= 4,09 \text{ V}$$

$$U_1 = R_1 \times I = 10^3 \Omega \times 409$$

$$\times 10^{-6} \text{ A} = 409 \times 10^{-3} \text{ V} \quad \text{ou}$$

$$U_1 = 1000 \Omega \times 0,000409 \text{ A}$$

$$= 0,409 \text{ V}$$

● Montage b)

$$I \text{ vaut } 789 \times 10^{-6} \text{ A}$$

$$I = 0,000789 \text{ A}$$

$$U_2 = R_2 \times I = 4,7 \times 10^3 \Omega \times 789$$

$$\times 10^{-6} \text{ A} = 3,70 \text{ V} \quad \text{ou}$$

$$U_2 = 4700 \Omega$$

$$\times 0,000789 \text{ A}$$

$$= 3,70 \text{ V}$$

$$U_1 = R_1 \times I = 10^3 \Omega \times 789$$

$$\times 10^{-6} \text{ A} = 789 \times 10^{-3} \text{ V}$$

$$\text{ou}$$

$$U_1 = 1000 \Omega \times 0,000789 \text{ A}$$

$$= 0,789 \text{ V}$$

Conclusions

● Les tensions relevées avec le voltmètre numérique correspondent, fort heureusement, à celles calculées avec la relation de la loi d'Ohm.

● Pour déterminer U₁ et U₂, nous avons plusieurs fois manipulé la relation de la loi d'Ohm.

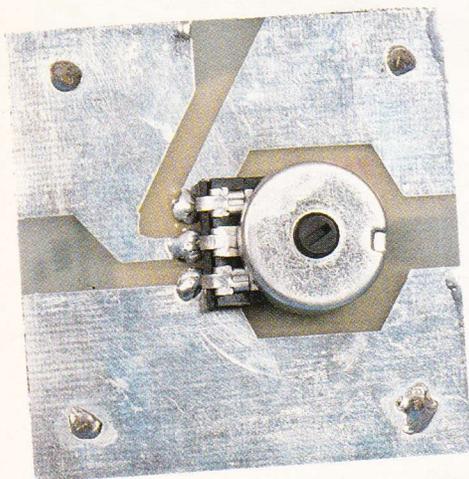


Photo 3
Le potentiomètre
se soude côté cuivre.

J'espère que vous en percevez le rôle très important en électronique et que vous commencez à la maîtriser un petit peu. Notez cependant que le calcul des deux tensions U_1 et U_2 d'un pont diviseur peut s'effectuer beaucoup plus rapidement en utilisant la formule présentée à la figure 4.

Vérification avec les valeurs des résistances du montage b) :

$$R_1 = 1\,000\ \Omega, R_2 = 4\,700\ \Omega, U = 4,5\ V$$

$$U_1 = R_1 / (R_1 + R_2) \times U = (1\,000\ \Omega / 5\,700\ \Omega) \times 4,5\ V = 0,789\ V$$

$$U_2 = R_2 / (R_1 + R_2) \times U = (4\,700\ \Omega / 5\,700\ \Omega) \times 4,5\ V = 3,71\ V$$

● *Un conseil :* les courants en électronique sont généralement faibles, vous l'avez constaté. Pour vous simplifier les calculs, dépêchez-vous de manipuler, avec assurance, les puissances de dix.

Réalisation

L'intérêt d'un pont diviseur de tension

Vous venez justement de récupérer le moteur du barbecue familial avec sa puissante démultiplication et, pour perfectionner votre maquette de bateau ou de voiture que vous alimentez sous une tension de 4,5 V, vous venez de découvrir, bien évidemment, qu'il suffit de réaliser un pont diviseur. Celui-ci vous permettra, à coup sûr, d'obtenir pour votre nouveau moteur la tension nécessaire de 1,5 V.

Hélas ! ce ne sera malheureusement pas si simple !

Pourquoi ?

Jusqu'à présent, toutes les mesures concernant le diviseur de tension ont été effectuées à vide.

En effet, nous nous sommes contentés, pour l'instant, de relever les tensions aux bornes des deux résistances branchées en série comme à la figure 1. Seulement voilà, maintenant, vous désirez connecter votre moteur (ou tout autre récepteur) en sortie.

Le pont diviseur de tension ne fonctionnera donc plus à vide. Avant d'entamer la deuxième partie de cette étude théorique, vous allez réaliser un pont diviseur de tension réglable en utilisant un potentiomètre, et vous allez ainsi pouvoir expérimenter le montage jusqu'au mois prochain.

Schéma du pont diviseur de tension réglable (fig. 5)

Le curseur du potentiomètre (C) qui se déplace de A en B partage la résistance AB de 100 Ω en deux résistances AC et CB. Lorsque le curseur se trouve en A, la résistance « AC » vaut 0 Ω et la résistance « CB » vaut 100 Ω . La tension de sortie U_s a pour valeur :

$$U_s = \text{« AC »} / (\text{« AC »} + \text{« CB »}) \times U = 0 / (0 + 100) \times 4,5 = 0\ V$$

Lorsque le curseur atteint B, U_s vaut :

$$U_s = \text{« AC »} / (\text{« AC »} + \text{« CB »}) \times U = 100 / (100 + 0) \times 4,5 = 4,5\ V$$

En déplaçant le curseur de A en B, il vous sera donc facile d'obtenir une tension de sortie variable et comprise entre les deux valeurs extrêmes que nous venons de calculer, 0 V et 4,5 V.

Circuit imprimé et implantation (fig. 6 et 7)

Réalisation et étalonnage

Le potentiomètre est placé sous le circuit, côté cuivre. Après avoir fixé le bouton sur son axe, vous pouvez maintenant calibrer et étalonner votre circuit.

La tension d'entrée sera délivrée par une pile de 4,5 V ou par une pile de 9 V. La tension de sortie que vous indiquerez directement sur le circuit, côté époxy, nécessitera l'utilisation d'un voltmètre.

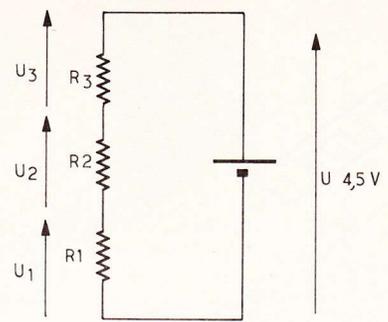
Un conseil : pour obtenir une bonne précision lors de l'étalonnage, l'utilisation d'une pile neuve s'avère indispensable et l'emploi d'un voltmètre numérique particulièrement conseillé. Si votre outillage n'est pas suffisamment perfectionné, demandez donc la participation de votre professeur de technologie !

Utilisation

Testez la tension de sortie variable avec différents composants : diode DEL, ampoules, moteur. (Analyse dans le prochain numéro.)

Problème

Afin de consolider les acquis de ce mois-ci, voici un petit problème que vous pourrez résoudre soit par le calcul, en utilisant la formule de la loi d'Ohm, soit par l'expérimentation en utilisant les plaques résistance et un contrôleur universel.



La figure 8 présente le montage alimenté sous une tension $U = 4,5\ V$, où 3 résistances sont branchées en série : $R_1 = 10\ k\Omega$, $R_2 = 1\ k\Omega$, $R_3 = 4,7\ k\Omega$.

- 1° Trouvez les valeurs des tensions U_1 , U_2 et U_3 .
- 2° Placez la résistance de 1 M Ω en parallèle sur la résistance de 1 k Ω .

Quelles sont les nouvelles valeurs de U_1 , U_2 et U_3 ?

Réponses dans le prochain numéro.

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

LE KIT UNILAB



Dans tout laboratoire ou bureau d'étude, le nombre d'appareils est souvent inversement proportionnel à la demande ou bien surdimensionné par rapport aux besoins. D'où l'idée de ce petit laboratoire compact. Il représente en effet la demande la plus courante.



LE CAHIER DES CHARGES

Nous avons d'abord une partie 5 V de puissance pour l'alimentation de systèmes logiques. Puis nous trouvons une alimentation symétrique de 12 V pour les essais sur des montages à amplis opérationnels ou pour simuler des montages alimentés par batteries.

Maintenant, pourquoi du 9 V symétrique ? De nombreux montages portatifs sont alimentés par une ou deux piles de 9 V. Or, pour la mise au point ou le dépannage, la durée de vie des piles est toujours trop courte. C'est cette constatation qui a dicté ce choix.

La partie variable permet d'obtenir toutes autres valeurs de tension suivant les desiderata.

Pour finir, pourquoi aussi un générateur de signaux ? Ceci pour avoir un petit générateur à portée de main dans le même temps. Celui-ci est à fréquences fixes. De plus, la particularité de celui-ci est sa possibilité d'avoir, hormis une sortie TTL, une sortie dont l'amplitude désirée varie en fonction de la tension appliquée à l'entrée auxiliaire prévue à cet usage.

PERFORMANCES

- + 5 V : 2 A en continu, 3 A max.
- + 12, - 9, - 12 V : 1 A en continu, 1,5 A max.
- + 9 V : 1,3 A en continu, 2 A max., I court-circuit 500 mA.
- Uvar : de 1,2 à 30 V environ ; de 1,2 à 18 V, 700 mA en

continu ; de 18 V à U_{max} 1 A en continu ; 1,5 A max.

Les valeurs maximales sont données pour un temps d'utilisation de l'ordre de 10 secondes. En effet, la régulation thermique des régulateurs intervient en cas de surcharge prolongée.

- Affichage : précision suivant l'appareil étalon utilisé, ± 1 digit.
- Générateur de fréquences : avec le calibre 1 kHz réglé à mieux que 1 %.
- Calibres multiples de 1 : $< 10\%$.
- Calibres multiples de 5 : $< 15\%$ (explications dans la description).
- Amplitudes de sortie : TTL : 0,4 et 4,7 V, variable de 0,4 à 45 V max.
- Immunité au court-circuit de sortie.

FONCTIONNEMENT

Ce montage ne présente aucune particularité. Il est fait usage de régulateurs courants (fixes ou variables). Il est à remarquer le découplage du 5 V (fig. 1). Celui-ci a été prévu pour éliminer les parasites qui, très souvent, se situent sur les alimentations des circuits logiques. Le - 9 V est fait à partir d'un régulateur - 8 V, car il n'existe pas de régulateur - 9 V (fig. 2). La remontée d'environ 0,6 V est faite avec une 1N4148, mais avec l'alimentation de celle-ci en amont pour éviter des interactions avec des problèmes en aval.

Sur la partie variable (fig. 3), on remarquera la présence de diodes anti-retour pour protéger le LM 317 en cas de manœuvres spéciales (moteurs, décharges de condensateurs, solénoïdes, etc.).

Au sujet de la partie affichage, on se reportera à la notice du kit. Le générateur de signaux (fig. 4)

est basé sur un schéma d'Inter-sil. Ce montage permet d'obtenir des signaux carrés sans avoir recours aux artifices de diodes et de résistances des schémas classiques. La variation de fréquence s'effectue par commutation de capacités. Il existe un seul réglage. On l'utilisera pour ajuster le 1 kHz le plus précisément possible. Les autres fréquences ne dépendront uniquement que de la tolérance des capacités associées (de l'ordre de 10 %). Il sera toujours possible de trier des capacités pour ajuster au mieux. Toutefois, il ne faut pas perdre de vue qu'il s'agit d'un appareil pour effectuer des essais rapides et sommaires. Pour des mesures plus précises, on utilisera un générateur BF. La variation d'amplitude de sortie est effectuée par la commutation de charge du transistor avec l'apport de la tension désirée sur une borne annexe (+U). La sortie s'effectue sur les mêmes bornes que la sortie TTL afin d'éviter des ma-

nipulations fastidieuses de cordons.

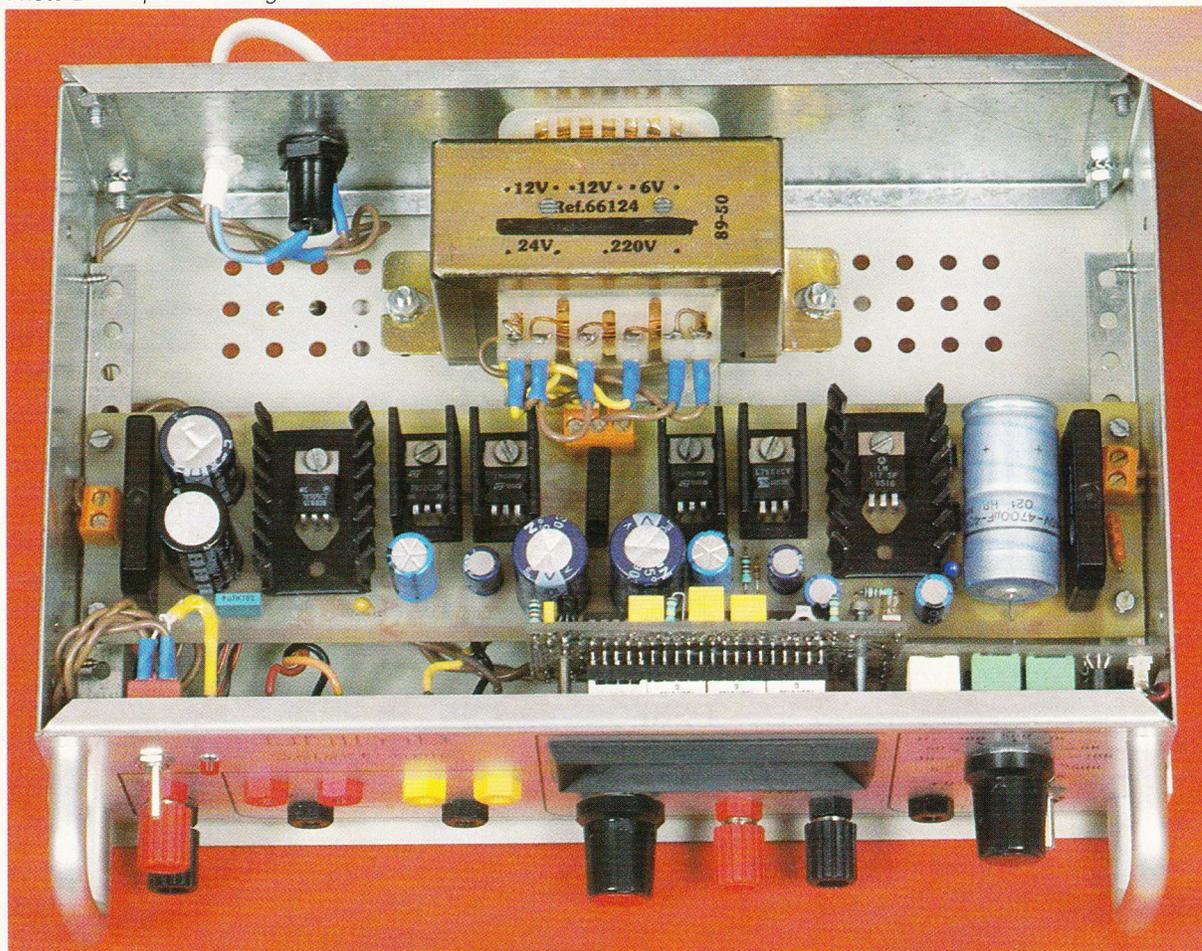
L'alimentation de la plaque affichage et de la plaque oscillateur pourra être reprise soit sur C₁ de l'alimentation 5 V, soit sur le 2 200 μ F de la partie positive des alimentations symétriques.

Pour finir, on remarquera la présence d'un condensateur de 100 nF entre la masse électrique et le châssis. En effet, à aucun moment la masse électrique n'est relié au boîtier, et ce pour éviter d'amener un potentiel quelconque à celui-ci. On utilise donc cet artifice pour éliminer des interférences qui entraînent une instabilité de l'affichage. Prenons maintenant l'outillage et passons à l'étape suivante.

MONTAGE ET REGLAGES

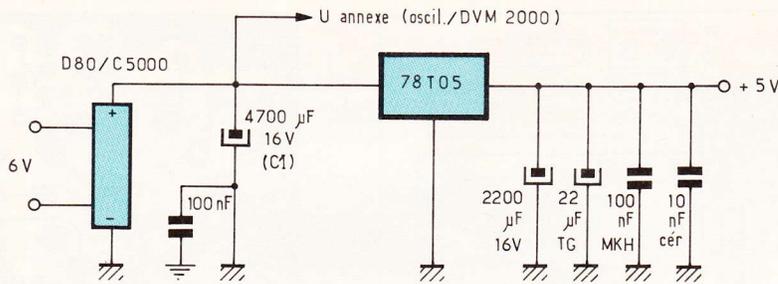
ATTENTION : avant d'entamer la construction on commencera par séparer les deux parties du

Photo 2. - Aspect très soigné du kit réalisé.



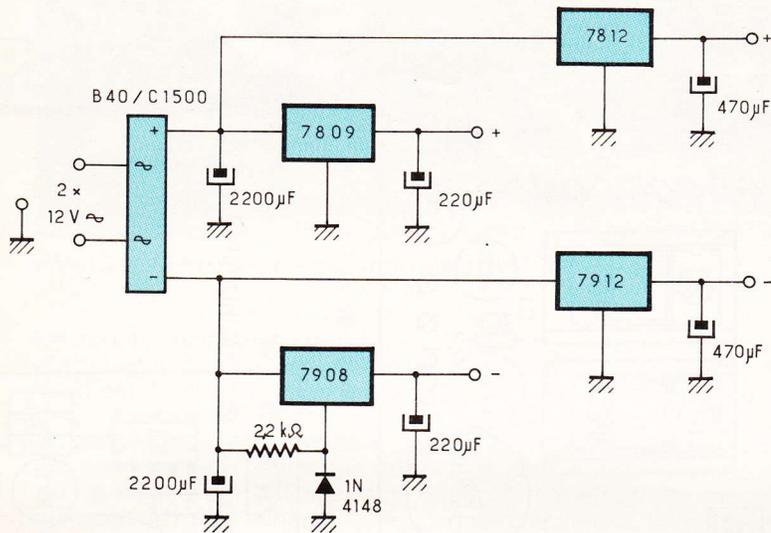
1

L'alimentation +5 V de puissance.



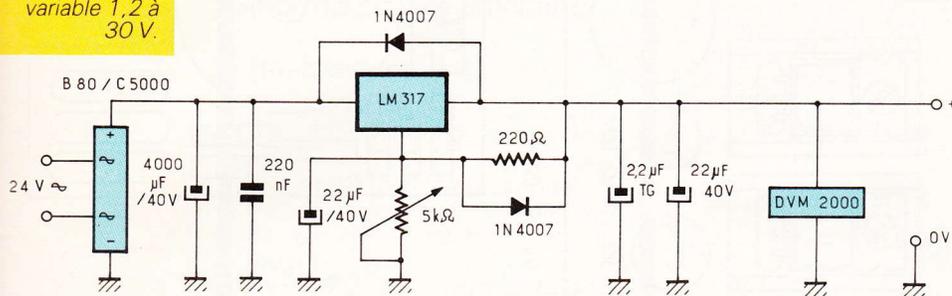
2

Alimentations symétriques +/- 12 V et +/- 9 V.



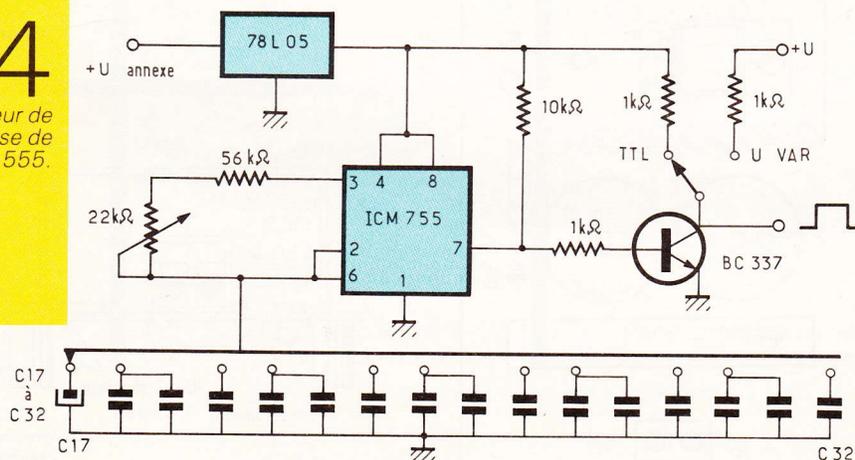
3

Alimentation variable 1,2 à 30 V.



4

Générateur de signaux à base de 555.

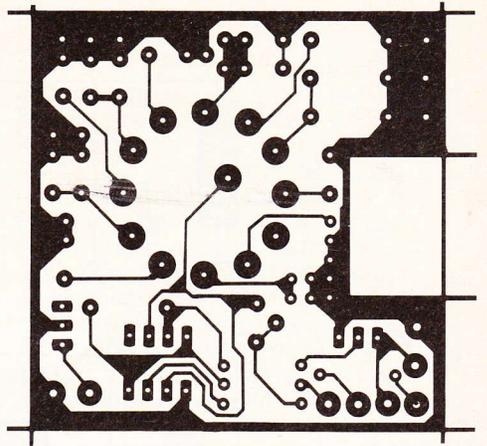
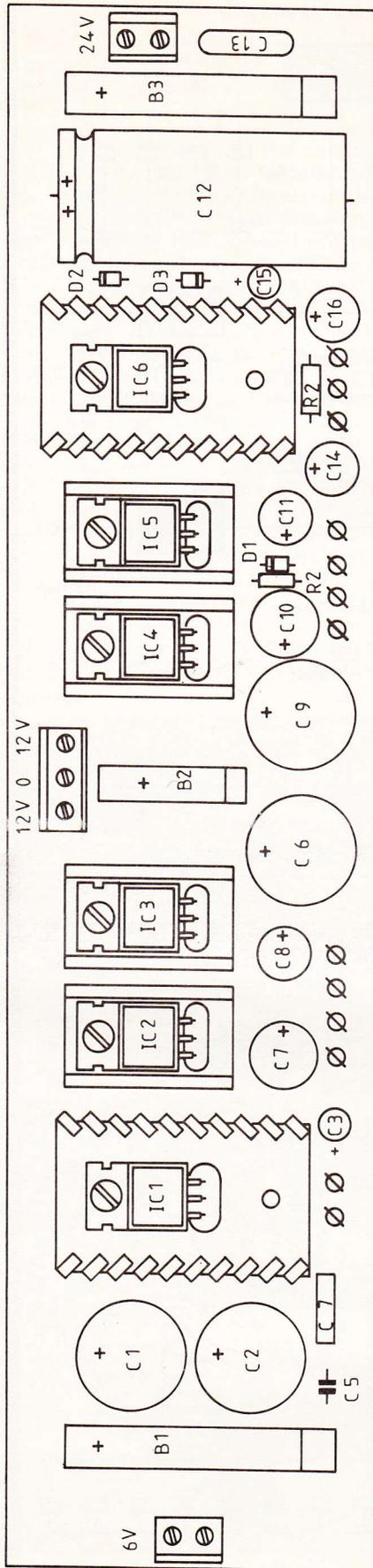
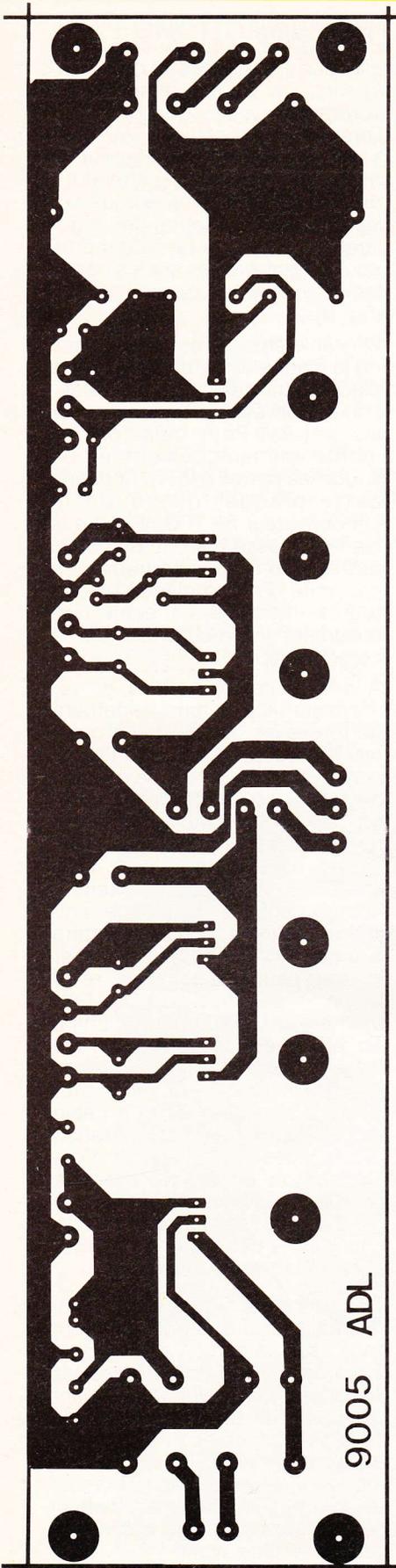


grand circuit imprimé et on découpera l'encoche du circuit oscillateur. Pour le circuit des régulateurs, on pourra effectuer un surétamage à chaud afin d'améliorer la conductibilité. Au passage, un petit truc pour faciliter le montage mécanique ultérieur : on pourra souder les écrous sur les pastilles de fixation des régulateurs. On pourra faire de même pour les entretoises sur les pastilles de fixation du circuit imprimé (fig. 8).

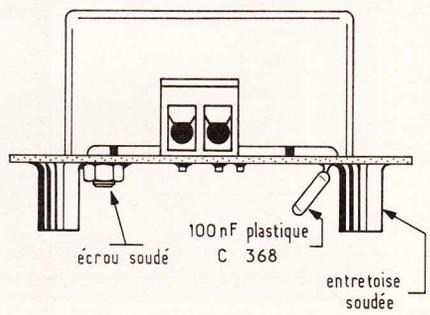
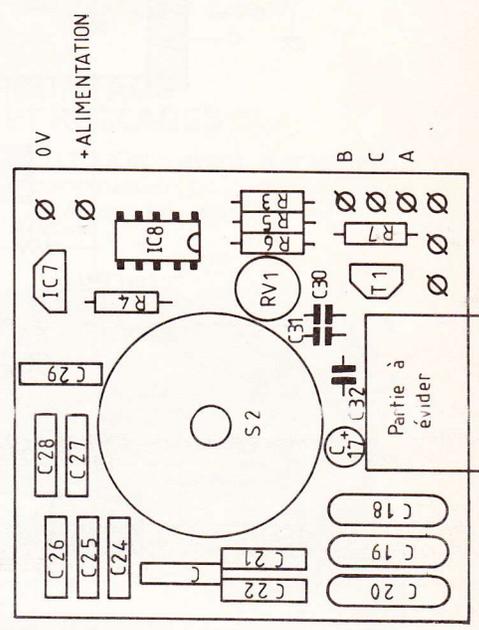
On câble ensuite les composants de la plaque alimentation et de la plaque oscillateur. Pour les régulateurs, on évitera les efforts sur les pattes. Pour cela, on les monte mécaniquement et on soude les pattes à la fin. Pour finir cette plaque, on soude le condensateur de 100 nF entre le plan de masse et l'une des deux pastilles de fixation se trouvant à proximité. Pour la plaque oscillateur, le montage s'effectue normalement (celle-ci tenant par le commutateur).

A la fin de ces opérations, on vérifiera sur table le fonctionnement de toutes les parties de l'alimentation. Puis on auscultera l'oscillateur. Pour le réglage de celui-ci, on se place sur le calibre 1 kHz et on joue sur l'ajustable pour obtenir cette fréquence (fréquence-mètre, oscilloscope, etc.). Cela étant fait, on passe maintenant au montage de la plaque affichage. Pour cela, on se reportera à la notice jointe. Il faudra placer le strap de mode commun, relier le point décimal dp3, et l'on montera la 1,2 kΩ pour R₈. Enfin, on effectuera la vérification de cette plaque sur table. L'étalonnage définitif sera effectué *in situ*. Avant d'aller plus loin, on câble les fils d'arrivée d'alimentation des plaques d'affichage et d'oscillateur, et ce en prévoyant la longueur suffisante. De même, on prévoit aussi les fils de connexions pour la prise de mesure sur la plaque d'affichage.

Nous allons attaquer maintenant la partie la plus ardue du montage, soit la finition mécanique. Pour cela, on monte toutes les bananes et les inverseurs. Avant de monter le potentiomètre multitour, il faudra raccourcir son axe de 4 mm environ. Puis on soude les fils de connexions (bananes, inverseur). On fixe enfin celle-ci par l'intermédiaire du commutateur sur la face avant.



0V +5 0V +12 0V +9 0V -12 0V -9 0V P1 SORTIE



8 Le condensateur se soudera entre la masse et la pastille de l'entretoise métallique.

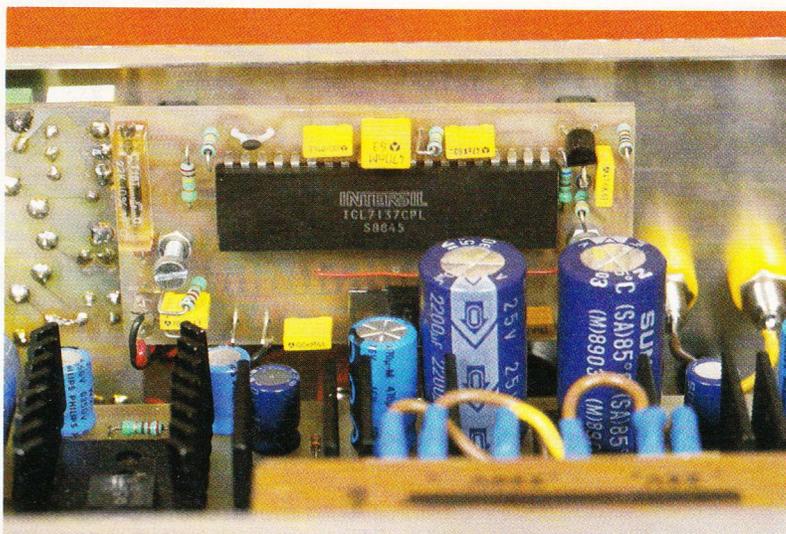


Photo 3. – Au fond se situe le kit d'affichage DVM 2000 de Sélectronique.

On monte maintenant la plaque d'affichage et l'on connecte les fils d'entrée sur les bananes de Uvar. Pour faciliter le montage, on colle le plexi sur la fenêtre et on tient celle-ci provisoirement sur la face avant à l'aide d'un morceau de ruban adhésif.

Arrivé à ce moment, le plus difficile de la mécanique est fait. On termine les connexions entre les bananes de sorties des alimentations, le potentiomètre multitour et la plaque d'alimentation, et ce par l'intermédiaire de cosses poignard ou, mieux, directement sur

les pastilles de sorties. Puis on connecte les alimentations des plaques afficheur et oscillateur au point désiré (cf. description). On monte les fils des arrivées alternatives dans les borniers.

On monte le deuxième flasque ainsi que la poignée restante sur la face avant. Puis on fixe la grande plaque sur les équerres perforées des flasques en décalant d'un trou à partir de la face avant. On termine par le câblage du transformateur et son montage mécanique. Pour cela, on utilisera deux des trous d'aération du fond du coffret.

On termine enfin le montage du coffret après avoir monté le passe-fil et le porte-fusible et terminée les connexions secteur.

L'opération est à présent terminée. Vous disposez dès lors d'un ensemble compact destiné à vous aider lors de la conception ou le dépannage de vos montages électroniques. ■

Ce kit est disponible, notamment aux établissements Sélectronique à Lille.

NOMENCLATURE (hormis plaque affichage)

Résistances

R_1 : 2,2 k Ω (rouge, rouge, rouge)
 R_2 : 220 Ω (rouge, rouge, marron)
 R_3 : 56 k Ω (vert, bleu, orange)
 R_4 : 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R_5, R_6, R_7 : 1 k Ω (marron, noir, rouge)
 R_{v1} : 22 k Ω (rouge, rouge, orange)
 P_1 : 5 k Ω multitour

Condensateurs

C_1 : 4 700 μ F/16 V/radial
 C_2 : 2 200 μ F/16 V/radial
 C_3, C_{17} : 10 μ F/tantale
 C_4, C_{21} à C_{23} : 100 nF/MKH
 C_5 : 10 nF/céramique
 C_6, C_9 : 2 200 μ F/25 V/radial
 C_7, C_{10} : 470 μ F/16 V/radial
 C_8, C_{11} : 220 μ F/10 V/radial
 C_{12} : 4 700 μ F/40 V
 C_{13} : 220 nF/plastique
 C_{14}, C_{16} : 22 μ F/63 V/radial

C_{15} : 2,2 μ F/tantale
 C_{18} à C_{20} : 1 μ F/plastique
 C_{24} à C_{26} : 10 nF/MKH
 C_{27} à C_{29} : 1 nF/MKH
 C_{30}, C_{31} : 82 pF
 C_{32} : 68 pF
 C_{33} : 100 nF/plastique

Semi-conducteurs

B_1, B_3 : B80C5000/pont moulé/3 A mini
 B_2 : B40C1500/pont moulé/1,5 A mini
 D_1 : 1N4148
 D_2, D_3 : 1N4007
 T_1 : BC337
 IC_1 : 78T05
 IC_2 : 7812
 IC_3 : 7809
 IC_4 : 7912
 IC_5 : 7908
 IC_6 : LM 317
 IC_7 : 78L05
 IC_8 : IC 7555/TLC 555

Divers

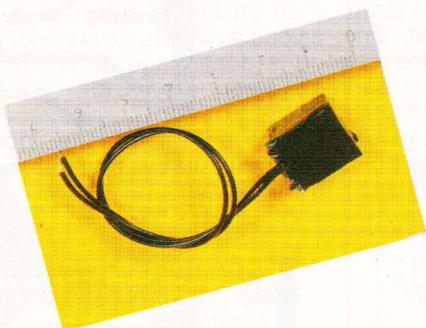
T_1 : transformateur à multiples enroulements (voir figures)

S_1 : inverseur bipolaire
 S_2 : commutateur 1 circuit/12 positions
 S_3 : inverseur unipolaire
 1 kit affichage à LED : DVM 2000 Sélectronique
 2 boutons \varnothing 16, dont un pour axe de 6,35
 2 bornes \varnothing 4 rouges
 2 bornes \varnothing 4 noires
 2 douilles \varnothing 4 rouges
 2 douilles \varnothing 4 jaunes
 3 douilles \varnothing 4 noires
 1 douille \varnothing 4 bleue
 1 douille \varnothing 4 blanche
 2 borniers 2 plots
 F_1 : fusible 630 mA rapide
 1 porte-fusible châssis
 1 voyant
 1 cordon secteur
 1 coffret
 1 lot de câblage
 1 lot de visserie
 1 support 8 broches
 4 radiateurs ML 26
 2 radiateurs ML 11
 1 passe-fil 5/7 mm
 1 circuit imprimé
 1 lot cosses poignard
 1 boîtier ESM EC-24/08-160

EMETTEUR TELEPHONIQUE SUBMINIATURE CRE 220

Les micro-émetteurs sont de petits appareils qui transmettent sans fil des conversations, des sons à des distances allant de quelques mètres à plusieurs kilomètres, selon les modèles.

Fabriqués à partir de composants miniatures, on les retrouve sous toutes les formes, dissimulés dans des appareils usuels des plus anodins : calculatrice, stylo, cendrier, prise multiple 220 V, etc.



Le CRE 220 a la taille d'un sucre puisque son volume dépasse à peine 1 cm³. Connecté à l'intérieur d'un poste téléphonique ou sur la ligne d'arrivée, il retransmet toutes les conversations téléphoniques.

Il se compose d'une partie prise de son et d'une section HF provoquant l'émission à distance.

Cet émetteur s'alimente à partir du courant de ligne et dispose ainsi d'une autonomie infinie. La portée atteint sans obstacle 100 à 250 m, permettant ainsi de traverser sans trop de difficulté un ou plusieurs murs.

Ce micro-émetteur travaille sur la bande 104-130 MHz, offrant ainsi une possible écoute sur un récepteur radio en FM.

Disponible : CRELEC, 6, rue des Jeuneurs, 75002 Paris. Tél. : 45.08.87.77.
Prix : 520 F.

ENSEMBLE D'AMPLIFICATION MURALE CRE 415

Le matériel d'amplification filaire s'utilise pour une surveillance discrète réalisée sur des périodes ponctuelles, mais aussi prolongées.

Le matériel peut être ainsi installé en fixe ou en mobile.

Un amplificateur filaire se compose d'un micro pour la prise de son, d'une partie amplification réglable et d'un filtrage du signal.

La liaison entre micro et amplificateur s'effectue par l'intermédiaire d'un câble de quelques centimètres à plusieurs dizaines de mètres.

Le fonctionnement global reste très simple.

La modulation basse fréquence, issue du microphone, est transmise par l'intermédiaire du câble à l'amplificateur. Une sortie casque autorise une écoute.

Le CRE 415, livré dans une mallette pratique, répond à cette description. Il comprend :

- un boîtier amplificateur portable ;
- un microphone ventouse pour les cloisons fines ;
- un microphone par sonde rigide pour les murs épais ;
- un casque pour l'écoute amplifiée en direct ;
- un cordon pour l'enregistrement simultané sur magnétophone.

L'électronique s'alimente à l'aide d'une classique pile de 9 V, offrant ainsi une autonomie de 8 heures.

L'ensemble permet ainsi la surveillance de locaux à travers les murs.

Disponible : CRELEC, Paris 2^e.
Prix : 1 700 F.

Une version « perce muraille » simplifiée est commercialisée sous la référence CRE 414. Elle permet également l'écoute et l'enregistrement des sons ambiants à travers murs, portes, fenêtres.

Prix : 750 F.



MULTIVOX +

Ce convertisseur tension/synthèse vocale annonce en français, à haute voix, la valeur de la mesure effectuée (sur 1 000 points), ainsi que son unité :

- volt ;
- ampère ;
- ohm ;
- mètre ;
- degré, etc.

soit 16 unités au choix.

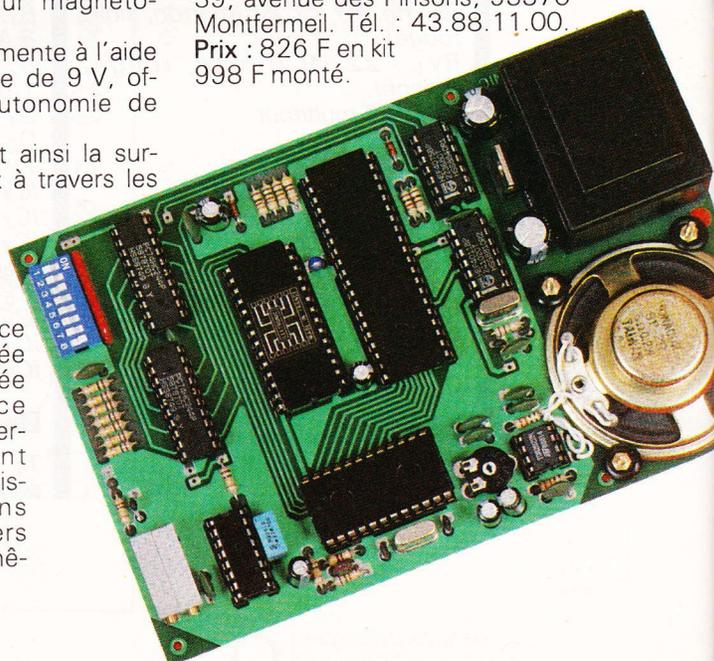
Il indique également les multiples (micro, kilo, milli) et le point décimal sur trois positions.

Les applications de cette platine sont multiples et variées. Un simple interface fournissant une tension de 0 à 999 mV, proportionnelle à la grandeur à mesurer, permet de transformer le Multivox + en multimètre, thermomètre, altimètre... à synthèse vocale.

La platine comprend sa propre alimentation avec transformateur, ainsi que l'amplificateur de sortie et le haut-parleur.

Disponible : LEXTRONIC, 33-39, avenue des Pinsons, 93370 Montfermeil. Tél. : 43.88.11.00.

Prix : 826 F en kit
998 F monté.



LE IDL 600 ANALOG LAB DE LA FRANÇAISE D'INSTRUMENTATION



Plus particulièrement dédié à l'étude de l'électronique analogique, ce pupitre d'expérimentation regroupe, en un seul produit, les éléments minimaux, nécessaires à l'électronicien désireux concevoir, tester ou étudier des circuits électroniques.

LA GENESE

Beaucoup d'entre nous disposent d'un « laboratoire » ou tout simplement d'un endroit pour bricoler, de surface relativement restreinte.

Une fois l'alimentation en équilibre sur un coin de la table, l'oscilloscope déposé sur une chaise et le multimètre sur les genoux, il ne reste guère de place sur le plan de travail pour manipuler, si l'on s'avise à sortir le fer à souder !

Partant de cet état de faits, la Française d'Instrumentation propose l'IDL 600. Celui-ci se présente sous la forme d'un pupitre en plastique de couleur beige-gris granuleux, monté sur quatre pieds en caoutchouc.

L'ensemble s'alimente à partir du 220 V secteur. Tous les éléments à disposition sont répartis sur deux planches noires sérigraphiées.

Passons à présent en revue chacune des parties.



LES ALIMENTATIONS

Toutes protégées contre les courts-circuits, elles fournissent :

- de 0 à + 15 V, variable ;
- de 0 à - 15 V, variable (avec un courant maximal de sortie de 300 mA) ;
- de + 5 V, continue, à $\pm 0,25$ V (avec un courant maximal de 1 A).

LE GENERATEUR DE FONCTIONS

Son schéma est donné à la figure 1. Basé autour d'un 8038 d'Intersil, il délivre :

- des sinus sous une amplitude variable de 0 à 10 V crête à crête ;

- des triangles, sous une amplitude fixée à 6 V, crête à crête.

- des carrés, sous une amplitude fixée à 5 V crête à crête.

Les cinq calibres disponibles sont :

- 1 Hz - 10 Hz
- 10 Hz - 100 Hz
- 100 Hz - 1 kHz
- 1 kHz - 10 kHz
- 10 kHz - 100 kHz

On couvre ainsi largement la gamme audio permettant l'étude de filtres, amplificateurs et autres.

LES APPAREILS DE MESURE

Le pupitre dispose de deux galvanomètres :

Le premier monté en voltmètre affiche une échelle de 30 V conti-

nus sous une résistance de 320 k Ω .

Le second configuré en micro-ampèremètre dispose d'une sensibilité de 100 μ A avec une résistance interne de 1 000 Ω .

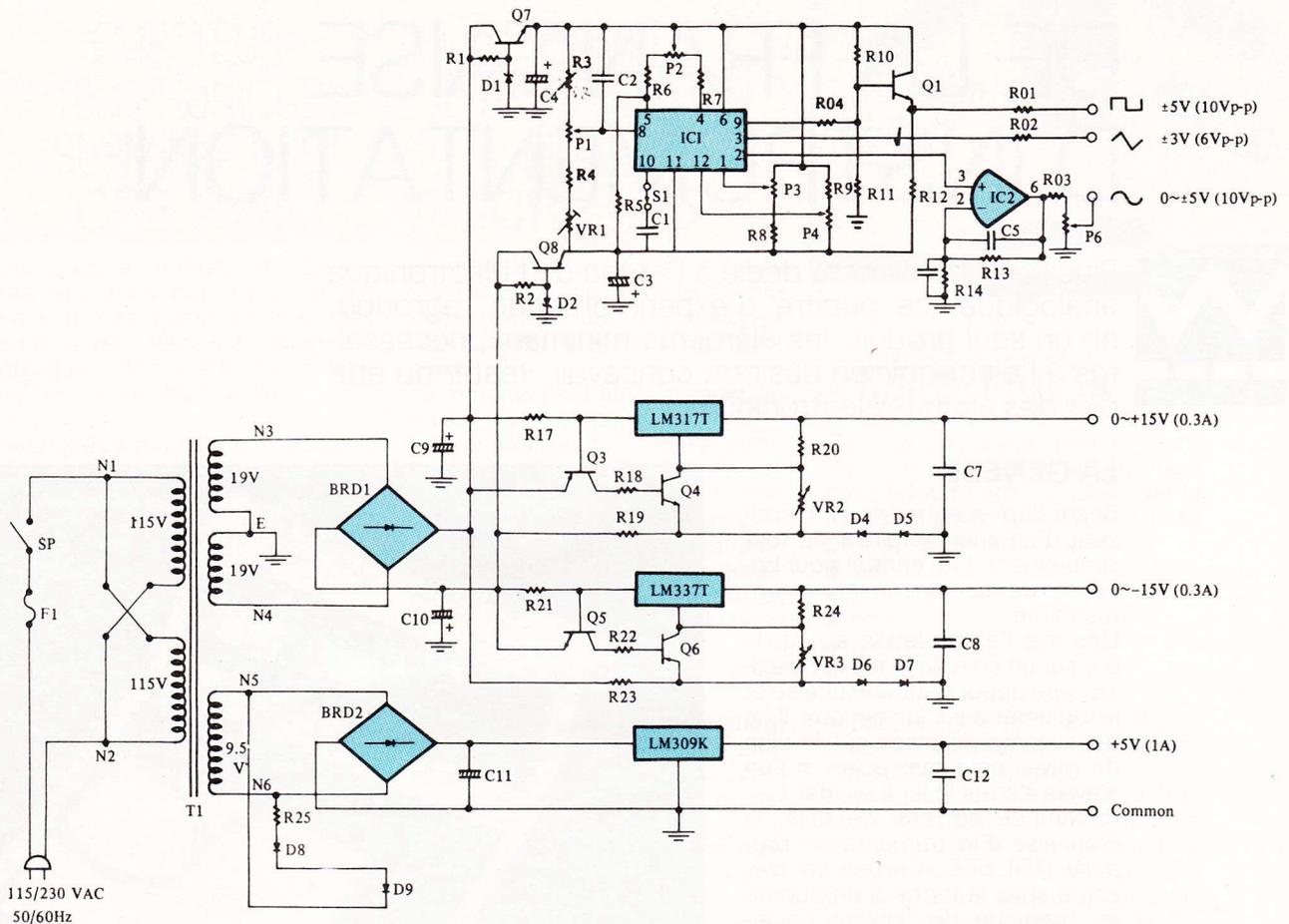
Les deux cadres sont de classe 2,5.

A l'aide d'appareils à aiguille, il sera ainsi beaucoup plus facile de suivre les variations de phénomène. C'est pourquoi la technologie numérique n'a pas été retenue.

LES BOITES DE CONNEXIONS SANS SOUDURE

Elles permettent l'interconnexion de composants, afin de réaliser des circuits électriques.

1 IC₁, un 8038, constitue le cœur du générateur de fonctions. Il délivre simultanément carrés, triangles et sinusoïdes.



Ces boîtes, contenant 1 680 points, acceptent des éléments dont les pattes ont pour diamètre 0,3 à 0,8 mm. Ce système reste l'un des moyens les plus simples pour réaliser un montage rapidement, sans soude.

LES ACCESSOIRES

Outre un haut-parleur de 8 Ω, le pupitre comporte deux potentiomètres (1 kΩ et 100 kΩ) ainsi qu'un rotacteur 1 commun, 3 positions, toujours délicats à câbler en fils volants.

CONCLUSION

Cette formule, intéressante, permet de regrouper en peu de volume des éléments faisant défaut ou prenant beaucoup de place, dans un « laboratoire » de taille trop restreinte. Les performances annoncées resteront suffisantes pour bien des applications.

L'élément le plus sensible au temps, la boîte de connexions, se change facilement par simple dépôt entre des butoirs, rendant l'opération extrêmement simple.

Ce pupitre est distribué par :

La Française d'Instrumentation
5, rue du Bois-des-Joncs-Marins,
94120 Fontenay-sous-Bois. Tél. : (1) 48.94.22.01.

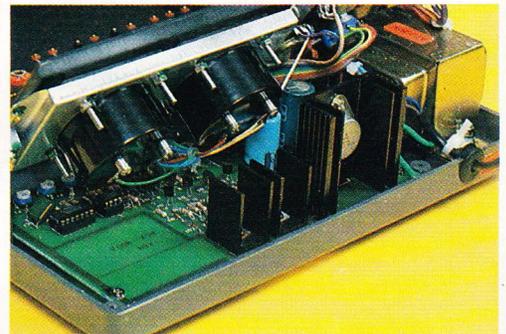
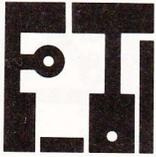


Photo 2. — Les alimentations du pupitre nécessitent la mise en place de radiateurs sur les régulateurs, pour fin de refroidissement.



Photo 3. — Aperçu des deux galvanomètres mesurant la tension et le courant (V et μA).

CONNAITRE ET COMPRENDRE LES CIRCUITS INTEGRES

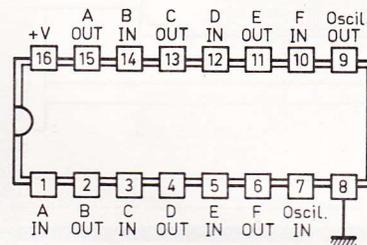


FICHE TECHNIQUE N° 46 CD 4490

Voilà un circuit intégré bien utile ; grâce lui, les problèmes provoqués par les rebonds qui se manifestent lors de l'ouverture et de la fermeture de contacts sont entièrement résolus. Il s'agit ici de six circuits « antirebonds » logés dans un même boîtier.

CARACTERISTIQUES GENERALES

Alimentation : 3 à 15 V.
Consommation très faible : de l'ordre du microampère.
Compatible avec la technologie TTL, aussi bien sur les entrées que sur les sorties.



Utilisable également comme intégrateur, synchronisateur et générateur de ligne à retard.

Oscillateur incorporé ou externe. Trigger sur l'entrée de l'oscillateur.

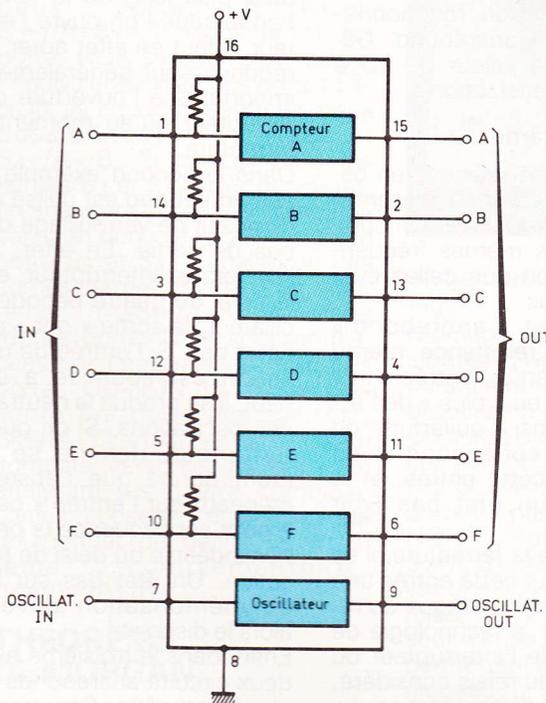
Montage possible de plusieurs circuits antirebonds en série pour obtenir des délais plus longs et des décalages.

BROCHAGE (fig. 1)

Le boîtier comporter seize broches disposées en deux rangées de huit. Le « plus » de l'alimentation est à relier à la broche n° 16 et le « moins » à la broche n° 8. Le boîtier comprend six circuits antirebonds indépendants A, B, C, D, E et F. Chacun de ces circuits dispose d'une entrée « in » et d'une sortie « out ». Dans l'ordre alphabétique, de A à F, les six entrées correspondent respectivement aux broches 1, 14, 3, 12, 5 et 10. Dans le même ordre, les six sorties sont reliées respectivement aux broches 15, 2, 13, 14, 11 et 6. La partie « oscillateur » est commune aux six circuits antirebonds. Cet oscillateur comporte une entrée « oscillateur in » (broche n° 7) et « oscillateur out » (broche n° 9).

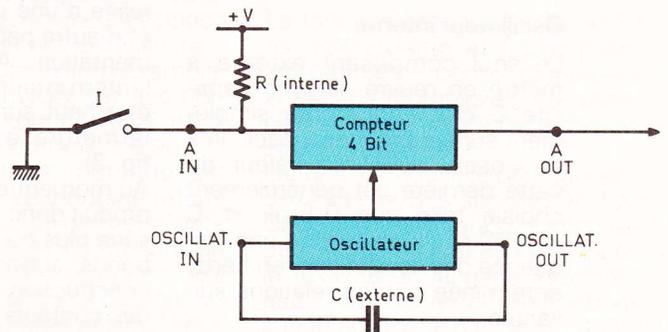
2

Diagramme fonctionnel.



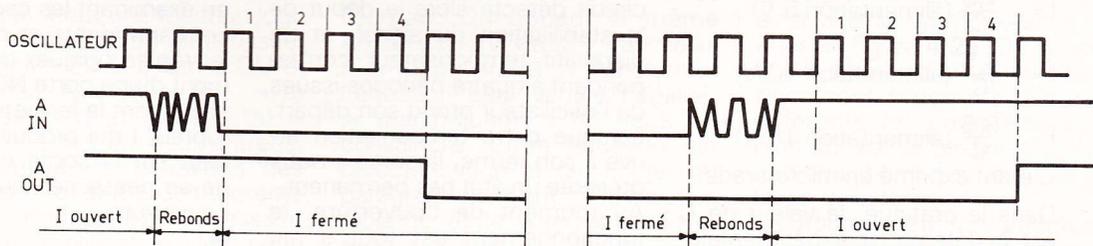
1

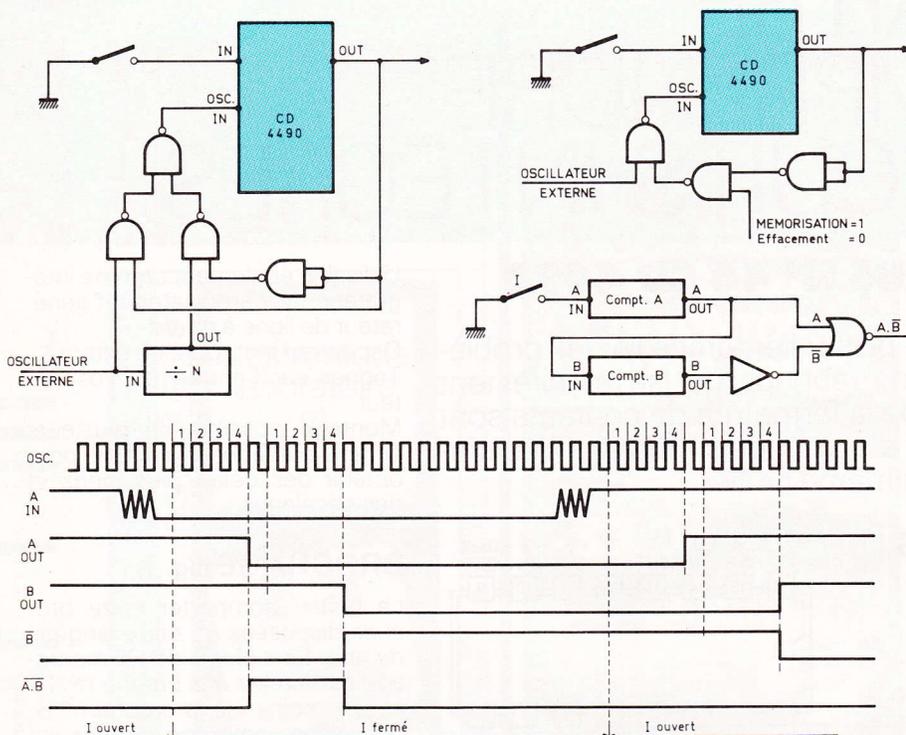
Brochage du 4490.



3

Fonctionnement.





FONCTIONNEMENT

(fig. 2 et 3)

Un circuit antirebond a donc, pour mission essentielle, l'élimination des rebonds électriques provoqués par des contacts mécaniques au moment de leur ouverture ou de leur fermeture. A cet effet, il convient auparavant de produire les impulsions « horloge » nécessaires au fonctionnement du dispositif temporisateur. Deux possibilités existent :

Oscillateur interne

Le seul composant externe à mettre en œuvre est une capacité C que l'on monte simplement sur les broches « oscil. in » et « oscil. out ». La valeur de cette dernière est généralement choisie telle que $0,5 \text{ nF} < C < 100 \text{ nF}$. Il en résulte une fréquence des oscillations, en hertz, déterminée par les relations suivantes :

$$f = \frac{1,5}{C} \text{ (alimentation 5 V)}$$

$$f = \frac{4,5}{C} \text{ (alimentation 10 V)}$$

$$f = \frac{6,5}{C} \text{ (alimentation 15 V)}$$

C étant exprimé en microfarads.

Dans la pratique, la valeur de C est à déterminer expérimentale-

ment pour un bon fonctionnement du circuit antirebond. Généralement une valeur de 10 à 47 nF donne satisfaction.

Oscillateur externe

Les créneaux délivrés par un oscillateur externe sont à présenter sur l'entrée « oscil. in ». On choisit bien sûr les mêmes fréquences d'oscillation que celles évoquées ci-dessus.

Chaque circuit « antirebond » comporte une résistance interne reliée d'une part à l'entrée « in » et d'autre part au « plus » de l'alimentation. Ainsi l'ouverture de l'interrupteur correspond à un état haut sur cette entrée, et la fermeture à un état bas (voir fig. 3).

Au moment de la fermeture, il se produit donc sur cette entrée une série plus ou moins longue de rebonds, suivant la technologie de construction de l'interrupteur ou des contacts du relais considéré, et du potentiel d'alimentation. Le circuit détecte alors le début de la stabilisation du signal, et un dispositif temporisateur correspondant à quatre périodes issues de l'oscillateur prend son départ. Lorsque cette temporisation arrive à son terme, la sortie « out » présente un état bas permanent. Au moment de l'ouverture, le fonctionnement est tout à fait

identique : l'état haut apparaît sur la sortie, toujours après quatre périodes d'oscillateur comptabilisées après la stabilisation du signal sur l'entrée.

UTILISATIONS

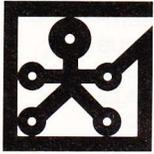
La figure 4 illustre trois exemples typiques de montages, où il est fait appel à ces circuits antirebonds.

Dans le premier cas, les retards induits par le circuit à l'ouverture et à la fermeture de l'interrupteur sont volontairement différents. En effet, lorsque l'interrupteur est ouvert, la sortie « out » présente en état haut, l'entrée « oscil. in » reçoit les créneaux délivrés par l'oscillateur interne. Ce sont ces derniers qui vont donc gérer la temporisation à la fermeture de l'interrupteur. Quand celui-ci est fermé, la sortie « out » est à l'état bas, ce qui rend opérationnelle la porte NAND montée en aval du diviseur de fréquence par N . Il en résulte un délai plus long de la temporisation lorsque l'on ouvre l'interrupteur. Il faut en effet noter que les rebonds sont généralement plus importants à l'ouverture d'un interrupteur qu'au moment de sa fermeture.

Dans le second exemple, le circuit antirebond est utilisé comme dispositif de verrouillage de l'état bas de sortie. En effet, lorsque l'on ferme l'interrupteur, et après le délai de quatre périodes d'oscillateur, la sortie « out » passe à l'état bas. Si l'entrée de mémorisation est soumise à un état haut, il se produit la neutralisation des oscillations. Si on ouvre l'interrupteur, rien ne se passe, étant donné que l'absence de créneaux sur l'entrée « oscil. in » a pour conséquence la prolongation indéfinie du délai de temporisation. Un état bas sur l'entrée de mémorisation déverrouille alors le dispositif.

Enfin, dans le troisième exemple, deux circuits antirebonds ont été placés en série. On remarquera, en examinant les oscillogrammes correspondants et en appliquant les règles logiques de fonctionnement d'une porte NOR, que c'est seulement la fermeture de l'interrupteur I qui produit un bref état haut sur la sortie d'utilisation. Il ne se passe rien au moment de l'ouverture. ■

LOGIC-4



Après avoir apporté la solution des exercices posés dans le précédent volet, nous analyserons les fonctions OU-EXCLUSIF et IDENTITE et définirons le « théorème de Morgan », qu'introduisaient ces exercices.

CORRIGE DES EXERCICES

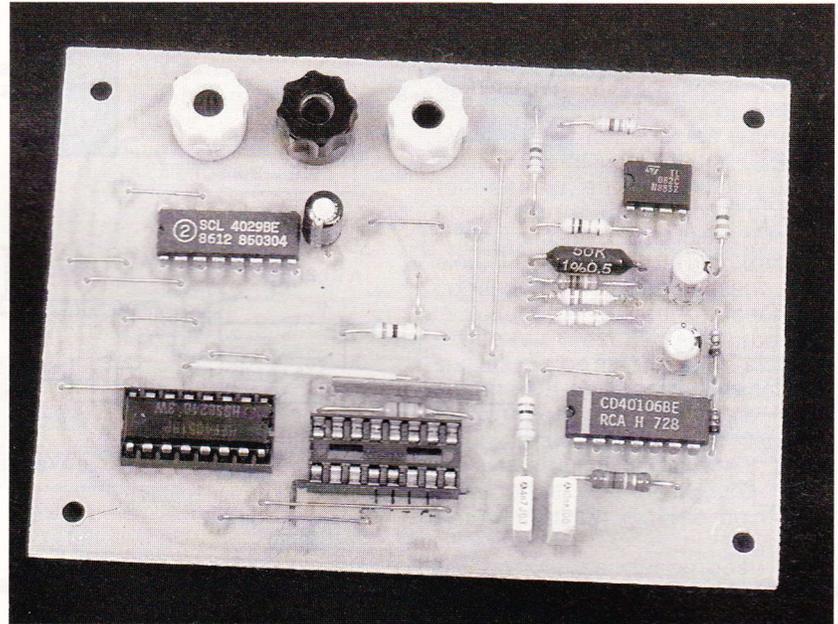
(fig. 4.1)

La figure propose le schéma des solutions optimisées qu'il suffit de comparer avec la fonction désirée. Des équations logiques en des points intermédiaires sont indiquées pour faciliter la compréhension et aboutir à l'équation finale.

Montage (a), $S_1 = \overline{(A \cdot B \cdot C)}$. Montage (b), la porte ET est remplacée par son équivalence avec deux portes ET-NON, $S_2 = \overline{(A+B)/C}$. Montage (c), les portes NON sont remplacées par l'équivalence avec des portes ET-NON (la figure présente les deux possibilités), $S_3 = \overline{(A \cdot B)}$ et $S_4 = A+B$. Si on compare les sorties S_3 et S_4 (table de vérité), on observe l'égalité logique entre S_3 et S_4 . L'égalité de ces sorties permet de définir un théorème : $\overline{(A \cdot B)} = A+B$. Montage (d), les portes NON sont remplacées par l'équivalence avec des portes OU-NON (la figure présente les deux possibilités), $S_5 = \overline{(A+B)}$ et $S_6 = \overline{A \cdot B}$. Si on compare les sorties S_5 et S_6 , en analysant les quatre combinaisons, on observe l'égalité logique qui permet de définir un théorème complémentaire : $\overline{(A \cdot B)} = \overline{A+B}$.

THEOREME DE MORGAN

Il regroupe les deux égalités précédentes. Pour une fonction logique à n entrées, on peut passer de la forme ET à la forme OU et vice versa. Ainsi $\overline{(A + B + \dots + n)} = \overline{A \cdot B \cdot \dots \cdot n}$ et $\overline{(A \cdot B \cdot \dots \cdot n)} = \overline{A+B+\dots+n}$. Pour deux entrées, on retrouve les équations des montages (c) et (d). Ce théorème est important car il est nécessaire pour la simplification algébrique



et permet d'optimiser le montage.

Montage (e), il y a plusieurs possibilités d'optimisation, en se limitant à deux circuits. La solution proposée n'est pas la meilleure... On aurait pu par exemple remplacer les portes NON par des portes OU-NON ou ET-NON et la porte ET par l'équivalence en ET-NON. L'équation obtenue est $S_7 = A/B + \overline{A \cdot B}$. Le montage (e) utilise une astuce qui permet d'optimiser le montage en utilisant un seul circuit. Les équations qui permettent d'arriver à S_8 sont indiquées sur la figure et simplifiées en appliquant le théorème de Morgan. On obtient la même équation qu'en S_7 . Si vous n'aviez pu arriver à transformer l'équation pour vérifier l'égalité, la manipulation a dû vous en convaincre. Cette équation est caractéristique et fait l'objet du paragraphe suivant qui précise la table de vérité obtenue en S_7 et S_8 .

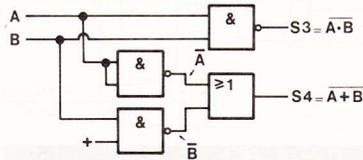
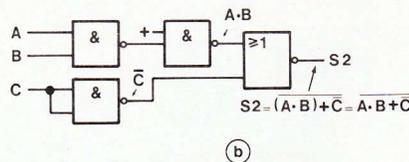
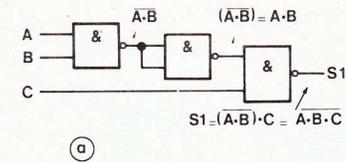
OU-EXCLUSIF ET IDENTITE

(fig. 4.2)

La fonction obtenue en S_7 et S_8 est intéressante et figure parmi les premières portes complexes analysées (complexes, car association de portes de base dans la structure interne).

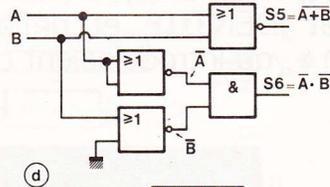
La fonction nouvelle pour laquelle $S = \overline{A \cdot B} + A \cdot \overline{B}$ s'appelle OU-EXCLUSIF ('X.OR') qui se symbolise par \oplus sur les figures et $+$ dans le texte et en langage informatique. Ainsi le terme $A \cdot \overline{B} + \overline{A} \cdot B$ s'écrit aussi $A \oplus B$ et se lit "A OU EXCLUSIF B". La table de vérité, ainsi que le symbole, sont indiqués en figure 4.2a. On constate que la sortie est à 1 quand les entrées sont à des états logiques différents (et complémentaires bien sûr car le binaire n'autorise que deux nombres), d'où l'appellation de la fonction.

En figure 4.2b, on effectue la complémentarité de la sortie



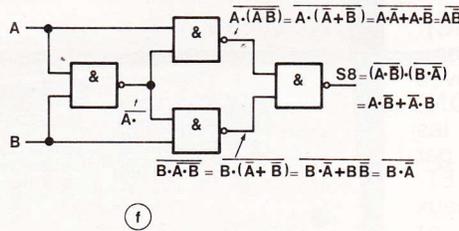
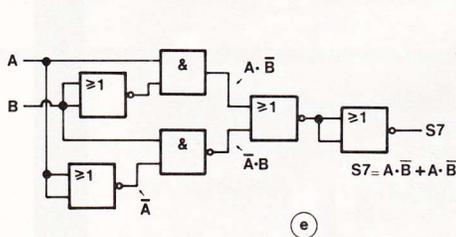
B	A	S ₃	S ₄
0	0	1	1
0	1	1	1
1	0	1	1
1	1	0	0

S₃ = S₄
A·B = A + B



B	A	S ₅	S ₆
0	0	1	1
0	1	0	0
1	0	0	0
1	1	0	0

S₅ = S₆
A + B = A·B



d'une porte OU-EXCLUSIF. La sortie est à 1 quand les entrées sont au même état logique, d'où le choix du nom de la fonction : IDENTITE ('XNOR'). On choisit également une notation propre, soit \odot sur les figures et $*$ dans le texte et en langage informatique. Le symbole se différencie du OU-EXCLUSIF uniquement par la boule de complémentation. L'équation de S est donc $S = A * B$ et vaut 1 si $A = \phi$ $B = \phi$, ou si $A = 1$ $B = 1$, donc si $A = B$. Comme pour les fonctions de base, il est facile de définir des équivalences entre ces deux types de portes. Ainsi, on peut réaliser une porte IDENTITE avec une porte OU-EXCLUSIF et une porte NON, comme souligné précédemment. Pour s'en convaincre, on vérifie l'égalité des équations après transformation. La figure donne le détail des opérations. C'est un exercice que vous devez pouvoir résoudre très vite, afin de bien maîtriser ces nouvelles équations.

Ce qui est moins évident, c'est l'équivalence avec une porte OU-EXCLUSIF dont une entrée est complémentée. Comme vous le constatez sur la figure, l'égalité se vérifie par transformation de l'équation logique, comme précédemment ! On peut donc conclure par l'équivalence globale $A * B = \neg(A + B)$ $= \neg A + \neg B$ et bien sûr $A + \neg B$. Le même raisonnement s'applique aussi sur la fonction IDENTITE. Ainsi, $A + B = \neg(A * B) = \neg A * \neg B$, ce que vous n'aurez aucun mal à vérifier algébriquement. L'égalité des équations peut se vérifier par la pratique, en constatant l'identité entre les sorties de ces trois montages, pour toutes les combinaisons.

LOIS ASSOCIEES (fig. 4.4)

De même que pour les portes ET-NON et OU-NON, on peut déterminer trois lois sur ces nouvelles portes. En (a), une entrée à la masse, $A = \phi$ $S = \phi$ et $A = 1$ $S = t$. On

constate $S = A$, donc la loi $A + \phi = A$. On le vérifie algébriquement, soit $A + \phi = A * \phi + A * A * \phi = A * 1 + \phi + \phi = A$. En (b), une entrée au + Vcc, $A = \phi$ $S = 1$ et $A = 1$ $S = \phi$. On note $S = \neg A$ et la loi $A + 1 = \neg A$ qui se vérifie $A * 1 = A * \neg 1 + A * 1 = A * \phi + A = \phi + A = \neg A$. En (c), on relie ensemble les deux entrées, et, quel que soit l'état de A, S reste à ϕ . Donc $A + A = \phi$. En effet, $A + A$ est égal à $A * A + A * A = \phi + \phi = \phi$ car $A * A = \phi$.

En (d), on regroupe sur le schéma les trois lois associées à la porte IDENTITE. Il est facile de constater la complémentarité de ces lois avec les trois précédentes. Il est un bon exercice de vérifier le résultat indiqué pour ces trois sorties $S_1 = \neg A$, $S_2 = A$ et $S_3 = 1$, comme pour la porte OU-EXCLUSIF. Sinon, lisez le détail de la vérification du résultat en fin de paragraphe.

Pour manipuler et vérifier ces lois, il est possible de vérifier directement les trois résultats en une manipulation. Il suffit d'utiliser un circuit (4 portes à l'intérieur) et de le câbler comme en figure 4.4d. Les entrées de la porte libre sont polarisées à un état quelconque. La variable A et la visualisation des états sont effectuées à l'aide du module LO_1. Si $A = 1$, $S_1 = \phi$ $S_2 = 1$, $S_3 = 1$; si $A = \phi$, $S_1 = 1$ $S_2 = \phi$ $S_3 = 1$. Grâce à ces propriétés, on peut revenir à l'équivalence entre portes OU-EXCLUSIF et IDENTITE, de la figure 4.3 pour n'utiliser que deux portes de même type. Il suffit de remplacer la porte NON par son homologue à OU-EXCLUSIF ou IDENTITE. Constatez par la manipulation !

Vérification algébrique des lois précédentes (fonction IDENTITE) :

$$S_1 = A * \phi = \neg A * \phi + A * \phi = \neg A * 1 + \phi / A$$

$$S_2 = A * 1 = \neg A * \neg 1 + A * 1 = \neg A * \phi + A = \phi + A = A$$

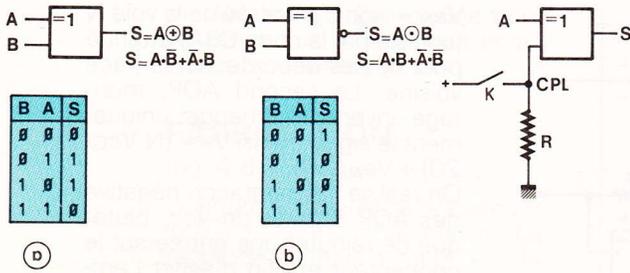
$$S_3 = A * A = \neg A / A + A * A = \neg A + A = 1$$

car $A + \neg A = 1$.

REMARQUE (fig. 4.5)

En s'inspirant de ces lois, on réalise une porte logique dont on peut choisir la « polarité ». Si K est ouvert (fig. 4.5), CPL est à l'état ϕ (polarisé par R au ϕ V), donc $S = A + \phi = A$ (fonction OUI). Si on ferme K, CPL est à l'état 1

2 Fonction OU exclusif et identité.

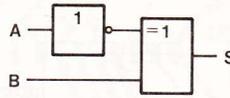
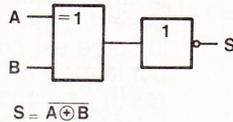
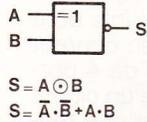


5 Remarque.

K	CPL	S
ouvert	0	A
fermé	1	A

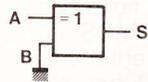
Porte OUI-NON programmable

3 Equivalences.



$$A \oplus B = \bar{A} \oplus \bar{B} = \bar{A} \oplus B = \bar{B} \oplus A$$

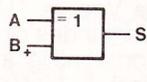
4 Lois associées.



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

$S = A$

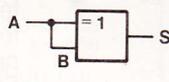
(a)



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

$S = \bar{A}$

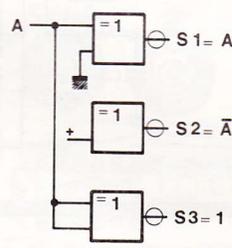
(b)



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

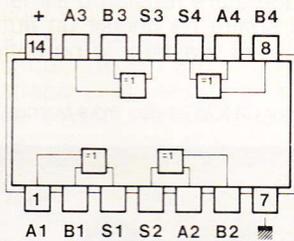
$S = 1$

(c)

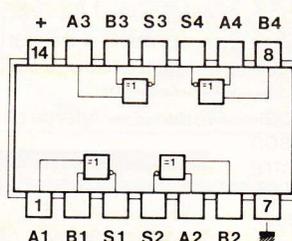
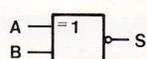


(d)

6 Brochage des circuits.



4030 A, B
4070 B



4077 B

(Vcc aux bornes de R), donc $S = A : + : 1 = /A$ (fonction NON). L'interrupteur K permet de choisir la fonction de la porte, OUI ou NON. On pourrait parler de porte OUI-NON programmable par l'état de l'entrée CPL, mais c'est tout simplement un OU-EXCLUSIF.

Cette remarque s'applique aussi pour la porte IDENTITE. Il est judicieux d'exploiter le OU-EXCLUSIF en se rappelant cette propriété.

CIRCUITS (fig. 4.6)

Peu de circuits dans le tableau car il n'y a que trois boîtiers intégrant ces fonctions en CMOS série 4xxx. Les 4030 et 4070 sont identiques (à un détail près, mais lequel...) et intègrent quatre portes OU-EXCLUSIF à deux entrées. Il n'existe qu'un seul circuit IDENTITE, le 4077, avec ses quatre portes à deux entrées, et de même brochage que les circuits OU-EXCLUSIF.

SCHEMA DU MODULE LO-3 (fig. 4.7)

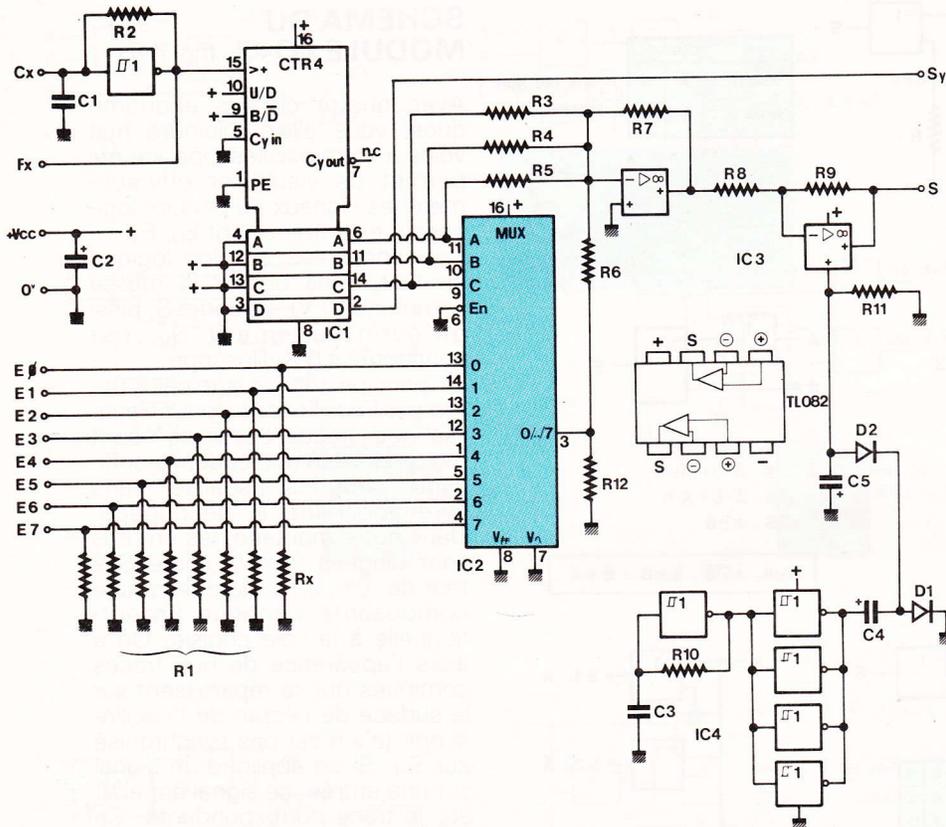
Avec quatre circuits économiques, vous allez adjoindre huit voies à votre oscilloscope, ce qui permet de visualiser efficacement les signaux de circuits logiques. Les entrées sont E_0, E_1, \dots, E_5 , connectées au bloc logique en test, sans oublier la masse commune (0 V). La sortie S, ainsi qu'éventuellement S_Y , est connectée à l'oscilloscope.

Le principe repose sur celui utilisé par l'oscilloscope pour visualiser deux traces. Les voies Y sont multiplexées à une cadence suffisante pour les visualiser sans faire apparaître le découpage. Dans notre montage, les entrées sont dirigées vers la sortie S à tour de rôle, en superposant une composante continue proportionnelle à la voie choisie. On a alors l'apparence de huit traces continues qui se répartissent sur la surface de l'écran de l'oscilloscope (s'il n'est pas synchronisé sur S_Y). Si on applique un signal sur une entrée, ce signal apparaît sur la trace correspondante. Ce signal sera stable si l'oscilloscope est synchronisé sur ce signal, par la seconde voie ou l'entrée de synchronisation externe de l'oscilloscope.

Le module se décompose en quatre blocs : le séquenceur programmable ($C_1, R_1, IC_1, \mathcal{I}$), le multiplexeur (IC_2, R_1), le convertisseur N/A ($IC_3, R_3, R_4, R_5, R_6, R_{12}, R_7, R_8, R_9$) et l'alimentation auxiliaire ($IC_4, R_{10}, C_3, C_4, C_5, D_1, D_2, R_{11}$).

Le séquenceur IC_1 est un compteur modulo 16, commandé par un astable programmable comme dans le module LO2. La fréquence de l'astable (sortie en Fx) se modifie en câblant un condensateur entre la borne Cx (diminue F) et la masse. (Connecter un résistor entre Fx et Cx augmente F.) L'astable peut être inhibé en forçant l'entrée Cx à 0 V ou Vcc (cf. module LO-2). On s'intéresse aux trois sorties C, B, A qui correspondent à un comptage binaire de 0 à 7 (cf. séquence du module LO-2), qui se répète.

Le multiplexeur IC_2 est commandé par ces signaux C, B, A et son fonctionnement est identique à un commutateur 8 positions. La sortie (br. 3) est reliée à tour de rôle aux entrées E_0, E_1, \dots, E_7 , selon le code de C, B, A.



Ainsi, à la première impulsion d'horloge, la voie E_0 est reliée à la broche 3 ; à l'impulsion suivante, c'est la voie E_1, \dots ; après l'entrée E_7 , le cycle reprend. Les entrées sont polarisées au 0 V par un réseau résistif R_1 pour permettre de fixer la trace à 0 V si l'entrée est en l'air. Nota : le multiplexeur est un circuit CMOS, donc autorise un signal analogique en V_e à condition que son amplitude soit comprise entre 0 V et V_{cc} , sous peine de destruction de IC_2 . Nota : la résistance d'entrée des entrées E_0-E_7 n'est pas constante. Elle varie selon l'entrée sélectionnée par IC_2 , entre $(R_1//R_{12}/R_6)$ et R_1 . Si $R_1 = 1 \text{ M}\Omega$, la variation est $\{72 \text{ k}\Omega/1 \text{ M}\Omega\}$ alors que si $R_1 = 270 \text{ k}\Omega$, on varie entre $\{60 \text{ k}\Omega/270 \text{ k}\Omega\}$. Cette variation apporte un effet négligeable sur un signal logique car la valeur de R_e reste élevée (attention avec des signaux analogiques). Si on choisit $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$, la variation est faible, la résistance d'entrée est proche de $10 \text{ k}\Omega$, mais c'est une valeur faible qui peut modifier le fonctionnement d'un circuit CMOS...

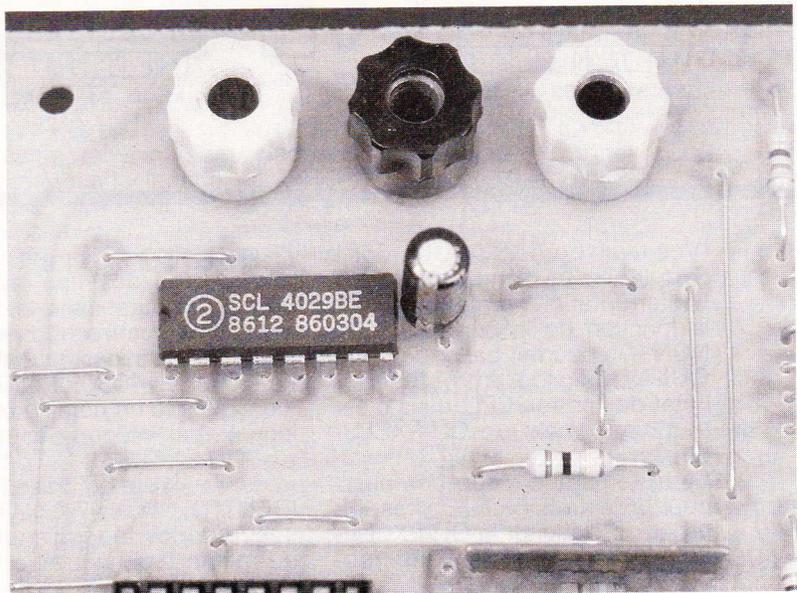
Le convertisseur N/A (numérique/analogique) pseudo 4 bits

est réalisé en éléments discrets. La tension de sortie V du premier AOP est proportionnelle au code CBA du séquenceur et au signal d'entrée. Ainsi, $-V = (N.V_{cc}/20) + (V_{eN}/30)$ avec N = valeur décimale du séquenceur, V_{cc} = tension d'alimentation, $V_{cc}/20$ = amplitude écart entre traces,

V_{eN} = signal d'entrée de la voie N (choisie par le code CBA) atténué pour ne pas déborder sur la trace voisine. Le second AOP, montage inverseur, change uniquement le signe ; ainsi $V_s = (N.V_{cc}/20) + V_{eN}/30$.

On réalise l'alimentation négative des AOP à partir de V_{cc} , plutôt que de rajouter une entrée sur le connecteur et afin d'éviter l'emploi d'une seconde alimentation, avec les risques que cela suppose. IC_4 réalise un astable dont la sortie est amplifiée en courant par la mise en parallèle de 4 portes (!) Ce signal attaque un circuit C_4, D_1, C_5, D_2 qui crée une tension négative proche de $-V_{cc} + 1,5 \text{ V}$! R_{11} décharge C_5 à la mise hors tension. L'AOP se trouve donc alimenté entre $-V_{cc} + 1,5 \text{ V}$ et $+V_{cc}$. Le montage fonctionne de 5 V à 15 V pour satisfaire le TL082, mais on préférera $V_{cc} \geq 10 \text{ V}$ (la limite en fréquence des circuits CMOS est proportionnelle à l'alimentation). Si $V_{cc} = 10 \text{ V}$, l'AOP est alimenté entre $-8,5 \text{ V}$ et $+10 \text{ V}$, ce qui autorise une excursion de V_s entre 0 V et 6,5 V au maximum. L'écran de l'oscilloscope est découpé en 8 divisions verticales dont la partie inférieure sera la base des traces. Comme l'amplitude de V_s est limitée à 6 V, le calibre approprié de la voie Y de l'oscilloscope est de 0,5 V/div et $V_{smax} \leq 4 \text{ V}$. Si vous utilisez une autre tension d'alimentation, il suffira de choisir un autre calibre et d'ajuster le potentiomètre

Photo 2. - Aperçu du compteur/décodeur CMOS et des trois bornes de liaison.



de décalibrage d'amplitude pour visualiser huit traces plein écran (ou de faire varier R₉).

FABRICATION

(fig. 4.8)

La figure 4.8b précise le tracé du circuit imprimé, côté cuivre. La méthode la plus simple est le dessin au feutre indélébile directement sur le cuivre, mais cela nécessite une découpe de la plaque (époxy simple face 75 x 40 mm), un pointage préliminaire des trous et du soin. La méthode la plus usitée reste le report du dessin sur un support transparent (film, calque) en utilisant des bandes et pastilles ou des transferts ; il faut ensuite transférer le tracé sur la plaque (époxy simple face présensibilisé) par exposition aux UV et révélation.

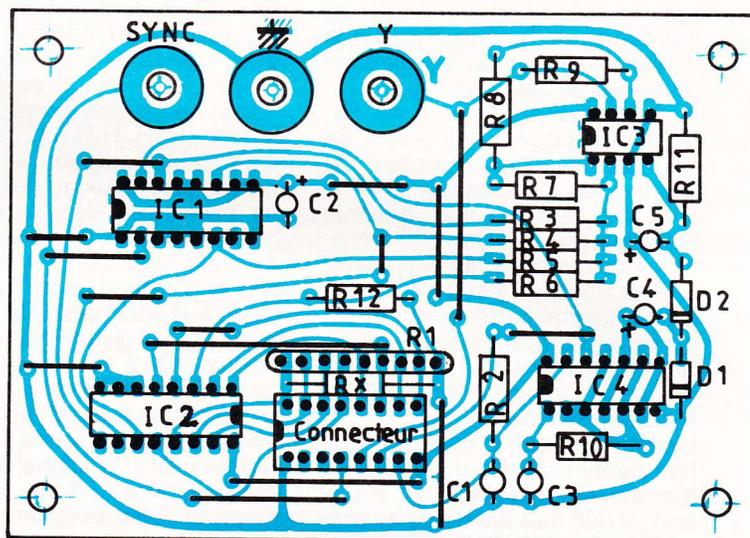
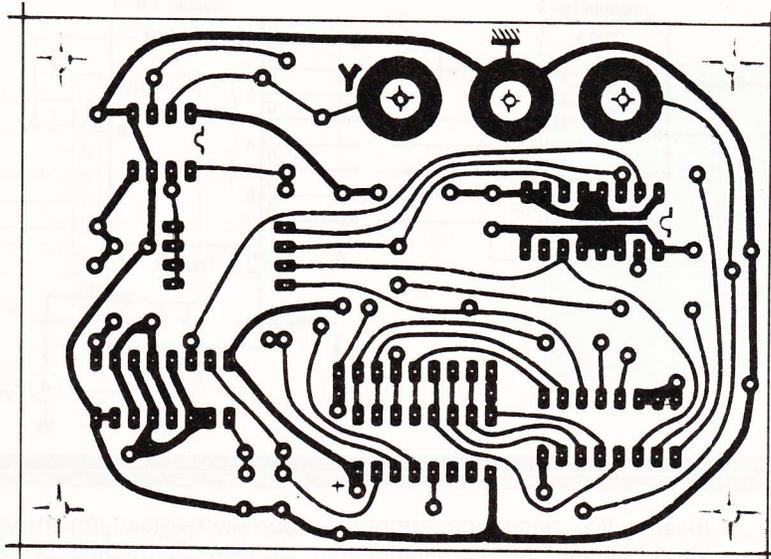
La plaque est plongée dans du perchlorure de fer porté à 40° pour accélérer la gravure du cuivre, en assurant quelques mouvements au liquide. La plaque est rincée, nettoyée pour avoir le cuivre à nu, et séchée. Le cuivre pourra être protégé de l'oxydation par un étamage ou vernis en bombe. Le perçage s'effectue avec un foret de 1 mm, sauf pour les trous de fixation facultatifs (3,2 mm) dont vous choisirez l'emplacement (aux angles).

Les composants sont implantés, conformément à la figure 4.8a et à la nomenclature des composants, dans l'ordre classique : straps (15), résistors, supports de circuits, condensateurs, diodes, transistors et les douilles banane. Attention au sens des éléments polarisés. Le brochage du connecteur est donné en figure 4.8c. Les photos complètent les indications données. Le résistor Rx (1 M Ω) est à câbler si vous trouvez des réseaux résistifs de 7 x 1 M Ω (au lieu de 8 x 1 M Ω).

TEST DU MODULE LO-2

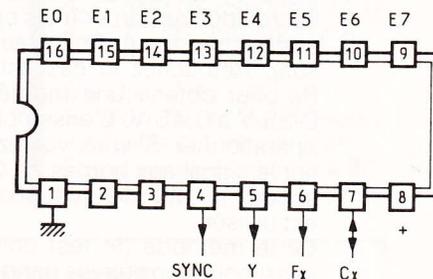
(fig. 4.9)

Après avoir reproduit fidèlement le module (aucun circuit intégré n'étant sur les supports), insérez IC₄ dans son support et alimentez la carte sous V_{cc} = 10 V. Un signal carré de fréquence proche de 7 kHz est observable sur les broches 2, 3, 5, 9 et 11. Ce si-

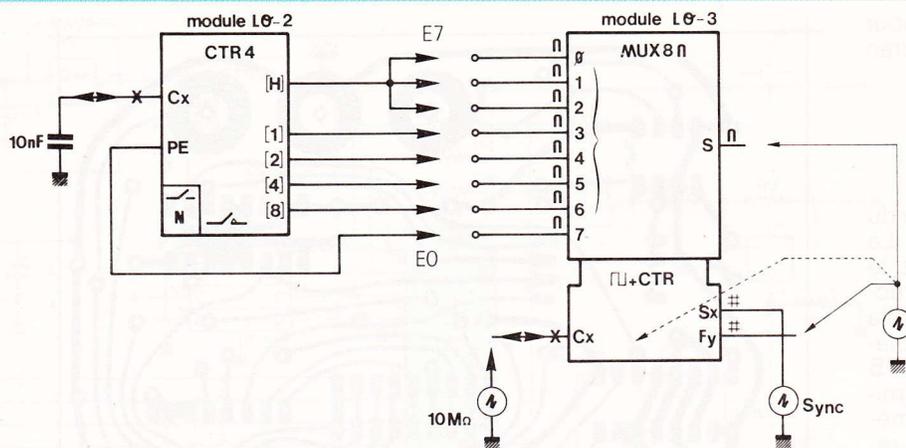


gnal est complété sur les broches 4, 6, 8, 10. Sauf erreur de câblage des diodes, vous mesurez une tension proche de -8 V sur la broche 3 du support de IC₃, avec une faible ondulation résiduelle. L'alimentation -V_{cc} est correcte.

Sur la broche 12 de IC₄, on observe un autre signal carré, l'horloge du séquenceur, de fréquence proche de 1,5 kHz. Câblez un condensateur de 0,1 μ F entre l'entrée C_x et la masse, et vérifiez que la fréquence chute de près de vingt fois sa valeur (700 Hz). Contrôlez la présence du signal sur la sortie F_x du connecteur. L'horloge de séquencement est correcte.



Insérez IC₁ dans le support. Vérifiez un signal carré sur les broches 11, 10 et 9 du support de IC₂. La fréquence est égale à la fréquence en F_x divisée par 2, 4, 8 respectivement. Le séquenceur fonctionne.



Insérez IC₃ dans son support. Vous observez alors un signal en marche d'escalier (période proche de 500 μs), d'amplitude négative sur la broche 1 de IC₃ et positive sur la broche 7 ou sur la douille de sortie Y. Si les marches d'escalier ne sont pas équidistantes, corrigez les valeurs de R₄, R₅. Vous pouvez retoucher R₉ pour obtenir des marches de 0,5 V, mais c'est facultatif. Diminuez V_{cc} jusqu'à 5 V et vérifiez le bon fonctionnement et l'amplitude des marches qui diminuent. Si l'oscilloscope est synchronisé sur Sy (signal carré, F = F_x/16), on verra les marches d'escalier. Si l'oscilloscope n'est pas synchronisé, il y aura 8 traces de luminosité plus faible.

L'ensemble est correct et doit fonctionner après insertion de IC₂. Visualisez le signal sur la sortie Y, il doit être identique au précédent signal sans IC₂. Fixez E₀ à + 10 V, le signal en bas de l'écran doit remonter mais ne pas atteindre la trace de E₁ (au-dessus). Retouchez le cas échéant R₆ pour obtenir une montée de 0,35 V à 0,45 V. L'ensemble est opérationnel. Si vous voulez vérifier le signal aux bornes de C₁, la sonde 10 MΩ de l'oscilloscope est utilisée.

Cette méthode de test convient aussi pour dépister les pannes de fonctionnement. C'est important, car il peut arriver de faire des erreurs de manipulation et détruire une partie du montage. En analysant les signaux de la même manière que lors du test, en retirant les circuits des supports seulement si nécessaire, il vous sera facile de dépister la panne et d'y remédier.

La figure 4.9 propose un test

complémentaire, en analysant les signaux du module LO-2, dont on a modifié la fréquence à 90 Hz. Notez le symbole du module LO-3 dont la fiche technique résume et complète l'analyse. Avec les connexions proposées, vous verrez sur l'écran de l'oscilloscope, de haut en bas : H, H, H [1], [2], [4], [8], et PE. L'alimentation est identique pour les deux modules, 10 V par exemple. L'oscilloscope est synchronisé sur le signal [8], sinon l'affichage défile. Voilà, vous avez huit signaux, sur l'écran de votre oscilloscope, qui correspondent au fonctionnement du module LO-2 (que vous pouvez maintenant vérifier en une fois !). Si l'oscilloscope est un modèle bicourbe, il vous reste une voie pour visualiser un signal en détail. Votre expérience de l'oscilloscope et votre imagination quant aux possibilités d'exploitation du module feront le reste (les signaux C_s, F_x, S_y peuvent être utilisés par la logique en test, par exemple...); surtout que ce module autorise également la visualisation de signaux analogiques.

Mais il a un petit inconvénient, et cela justifie le rôle de l'entrée C_x. Si la fréquence des signaux en entrée est trop élevée, la visualisation est erronée et ne signifie rien ! Si la fréquence des signaux d'entrée est basse, on peut diminuer F_x avec C_x pour améliorer la visualisation et éviter les « glitches » parasites observables sur le signal de V_s (plus flagrant avec les entrées en l'air). Voici aussi pourquoi il est préférable de ne pas augmenter F_x. Mais c'est un inconvénient minime, car vous pourrez toujours ralentir la fréquence des montages que vous

testez. Ce mini-analyseur logique est très simple, alors ne lui demandez pas la perfection.

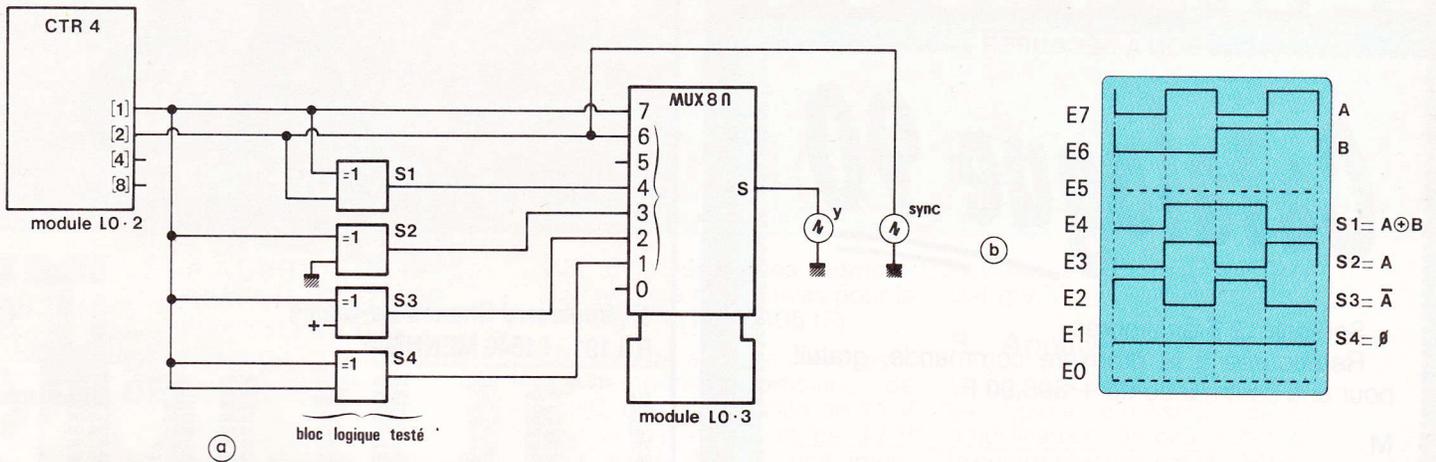
UTILISATION DU MODULE (fig. 4.10)

Et pourquoi ne pas l'utiliser pour faire la synthèse de ce quatrième volet en observant les signaux obtenus en sortie d'une porte OU-EXCLUSIF et en vérifiant ainsi les lois énoncées ? Le circuit 4030 sera câblé comme le propose la figure 4.10a, en utilisant le module LO_2 (avec ou sans condensateur de 10 nF en C_x), en conservant bien sûr la même alimentation pour les deux modules et le OU-EXCLUSIF.

Les huit traces de l'oscilloscope permettent d'observer, en haut, E₇ = [1] = A, E₆ = [2] = B, donc les signaux de commande des quatre fonctions logiques. Sur les traces E₄, E₃, E₂, E₁, on visualise les sorties S₁, S₂, S₃, S₄ des fonctions logiques réalisées par les OU-EXCLUSIF ainsi câblés. Les entrées E₅ et E₀ sont non connectées, leur trace reste donc à 0 et est ignorée. L'oscilloscope est synchronisé sur le front descendant du signal B, et la base de temps réglée pour visualiser la période complète du signal B (100 μs/div environ pour module 2 sans C_x).

Vous visualisez alors les signaux tels que représentés sur la copie d'écran en figure 4.10b. Les signaux E₅ et E₀ sont en pointillés uniquement pour ne pas en tenir compte. La trace S₁ visualise bien la relation OU-EXCLUSIF car S₁=1 pour BA=φ1 et BA=1φ, ce qui donne S₁=/B*A+B*/A=A:+B. La trace S₂ visualise le fonctionnement en porte OUI, car S₂ est identique à E₇, donc S₂=A, vérifiant donc la loi A:+φ=A. La trace S₃ visualise le fonctionnement en porte NON, avec S₃=/A, signal complémentaire de E₇, vérifiant la loi A:+1=/A. Enfin S₄ reste toujours à φ, vérifiant la loi A:+:A=φ.

Il vous est donc possible de tester ainsi le fonctionnement des portes logiques connues, mais aussi de blocs logiques plus complexes qui associent plusieurs portes, et, bien sûr, des solutions des exercices (fig. 4.1) que vous comparez directement sur l'écran. A titre d'exercice, retrouvez les signaux de sortie des cir-



cuits connus, câblés de la même manière que les trois portes OU-EXCLUSIF sur la figure. Il suffit de retirer le 4030 de la plaquette de connexion et d'insérer à la place : un 4001 (portes OU-NON), un 4071 (portes OU), un 4011 ou 4093 (portes ET-NON), un 4081 (portes ET) et un 4077 (portes IDENTITE) ; car le brochage est compatible. La recopie d'écran sera donnée dans le prochain volet. Bien sûr, pour approfondir la mise en œuvre du module LO_3, vous pouvez manipuler sur toutes les portes présentées ; le module LO_2 est capable de générer quatre variables (et même cinq si on utilise Fo) et le module LO_3 peut visualiser huit signaux.

Note : si vous possédez un oscilloscope bicourbe et si la taille et la faible luminosité de l'affichage ne vous gênent pas, vous pouvez porter le nombre de voies à 16 en réalisant deux modules LO_3. Sur un des modules, la broche 12 de IC₄ sera déconnectée du support ou coupée. Les deux modules seront synchronisés entre eux en reliant ensemble les deux sorties Fx. L'entrée Cx ne sera utilisable que sur le module non modifié. Si vous avez un oscilloscope monocourbe et voulez visualiser 16 traces, il suffit de remplacer IC₂ par un 4067 qui est un multiplexeur 16 entrées ; mais il faudra alors modifier le circuit imprimé (boîtier 28br.) en utilisant la sortie [8] de IC₁ pour l'entrée supplémentaire de commande du 4067.

Nota : on retire ou insère un circuit dans son support ou sur la plaquette de connexion, uniquement si l'alimentation est cou-

pée. N'oubliez pas que des portes CMOS consomment très peu, aussi il est préférable de déconnecter l'alimentation plutôt que de l'éteindre, car elle pourrait conserver sa charge suffisamment pour détruire un des circuits CMOS.

Dans le prochain volet, nous aborderons les tableaux de Karnaugh, méthode de simplification, principalement graphique, d'équations logiques. Il n'y aura pas de nouvelle fonction logique

abordée, ni de module à réaliser, le temps de maîtriser la méthode. Le prochain module à venir (LO_4) vous aidera à l'affiner et à l'appliquer en manipulation (ce qui est une innovation !), mais nécessite la compréhension de cette nouvelle méthode. D'ici là, vous pouvez faire la synthèse de vos connaissances (et ce sera nécessaire pour la suite) en exploitant efficacement le module LO_3.

Patrice WALLERICH

NOMENCLATURE DU MODULE LO-9

R₁ : réseau résistif 8 × 1 MΩ (220 kΩ à 1 MΩ)
 R₂ : 10 kΩ (marron, noir, orange)
 R₃ : 50 kΩ 1 % (vert, noir, noir, rouge)
 R₄ : 100 kΩ 1 % (marron, noir, noir, orange)
 R₅ : 200 kΩ 1 % (rouge, noir, noir, orange)
 R₆ : 330 kΩ (orange, orange, jaune)
 R₇ : 10 kΩ (marron, noir, orange)
 R₈ : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
 R₉ : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
 R₁₀ : 10 kΩ (marron, noir, orange)

R₁₁ : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
 R₁₂ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)

C₁ : 4,7 nF milfeuil
 C₂ : 10 μF 25 V tantale
 C₃ : 10 nF milfeuil
 C₄ : 10 μF 25 V tantale
 C₅ : 10 μF 25 V tantale

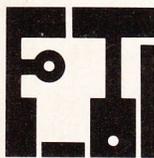
IC₁ : 4029B + support 16 br.
 IC₂ : 4051B + support 16 br.
 IC₃ : TL082 + support 8 br.
 IC₄ : 40106B + support 14 br.

D₁, D₂ : 1N4148
 Support 16 br. (connecteur)
 3 douilles φ 4 mm isolées
 Epoxy simple face 100 × 70 mm
 4 pieds support

**Faites-nous part
de vos expérimentations
personnelles
en nous soumettant
une maquette électronique.**

**ELECTRONIQUE PRATIQUE
(1) 42.00.33.05**

LES CIRCUITS INTEGRES JAPONAIS : LE LA 4050P/4051P



**LE LA 4050P/4051P :
UN AMPLIFICATEUR
MONOPHONIQUE
DE 1 OU DE 2,5 W
DE PUISSANCE**

1. Physionomie générale

Ce circuit intégré est un amplificateur de faible puissance utilisé le plus souvent dans les lecteurs de cassettes et les autoradios. Le LA 4051P se distingue du LA 4050P par une puissance plus élevée : 1 W pour le premier et 2,5 W pour le second.

2.3. Caractéristiques nominales : (valeurs respectives pour le LA 4050P et le LA 4051P)

Ces valeurs sont données pour une température ambiante de 25 °C, une alimentation de 11 V pour le LA 4050P et de 17 V pour le LA 4051P, une impédance de charge de 8 Ω et une fréquence du signal amplifié de 1 kHz.

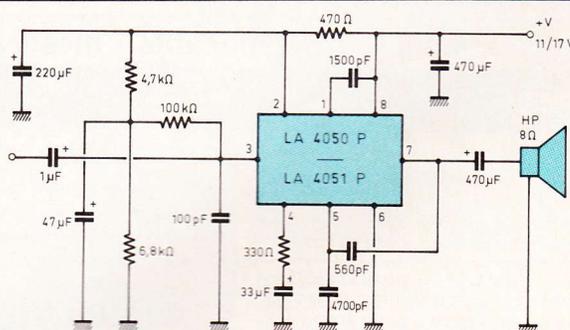
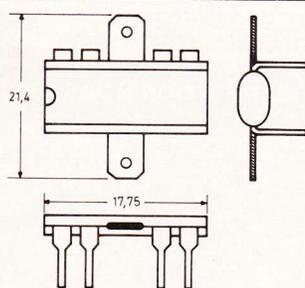
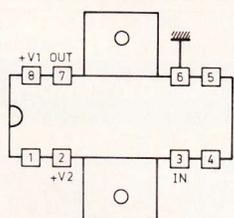
Consommation : 15 mA-24 mA
Gain en tension : 30 dB-30 dB
Puissance de sortie : 1 W-2,5 W
Impédance d'entrée : 85 kΩ-85 kΩ
Distorsion : 0,5 %-0,5 %

Niveau de bruit : 0,4 mV-0,4 mV.

3. Application

La figure 3 représente un exemple typique d'utilisation de cet amplificateur. On peut noter que la contre-réaction est réalisée par le biais de liaisons internes que l'on peut étudier de plus près en consultant le circuit équivalent de la figure 2.

Cet exemple de montage met en évidence que peu de composants périphériques sont nécessaires pour assurer le fonctionnement de l'amplificateur.



2. Paramètres de fonctionnement

2.1. Valeurs limites : (valeurs respectives pour le LA 4050P et le LA 4051P)

Potentiel d'alimentation : 16 V-23 V

Courant de sortie : 1 A-1,5 A
Puissance dissipée admissible : 2,8 W-6 W

(pour ces deux paramètres : radiateur aluminium de 100 x 100 x 1 mm)

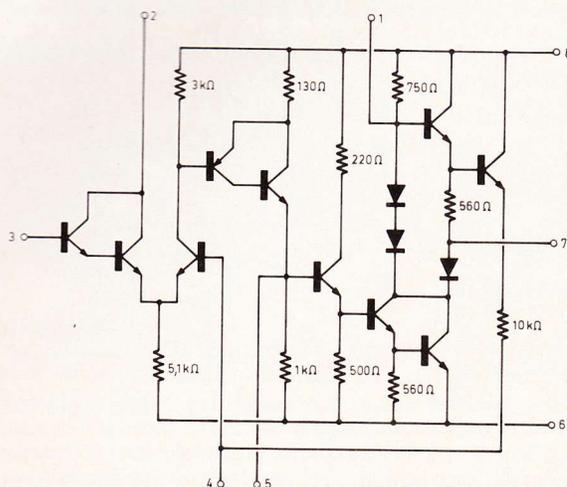
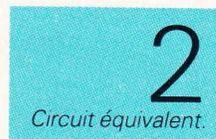
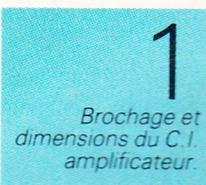
Température de fonctionnement : - 20 à + 80 °C (pour les deux circuits)

Température de stockage : - 40 à + 125 °C (pour les deux circuits)

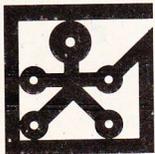
2.2. Valeurs recommandées : (valeurs respectives pour le LA 4050P et le LA 4051P) (T = 25 °C)

Potentiel d'alimentation : 11 V-17 V

Impédance de charge : 8 Ω-8 Ω



FICHE UTILISATION MODULE LO-2



USAGE

Génération d'une succession de combinaisons logiques 4 bits. Horloge de séquençage programmable. Présélection asynchrone d'une combinaison.

CARACTERISTIQUES

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

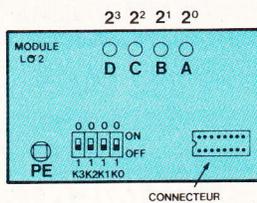
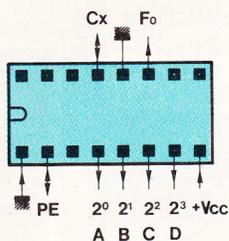
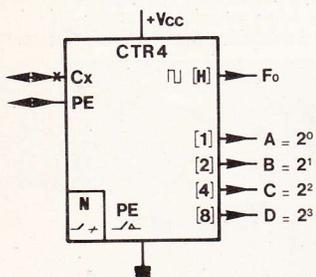
Oscillateur : $F_0 = 1/(1 + C)$; C en nF ($C \leq 10 \mu F$), F_0 en kHz

La figure 1 présente son symbole fonctionnel, le brochage du connecteur et le repérage des éléments « actifs » du module. Le module est constitué d'un oscillateur de signaux ($H = F_0$) carrés « programmable » (par C_x) associé à un séquenceur 4 bits (D, C, B, A) prépositionnable (PE, K_3, K_2, K_1, K_0) muni de DEL de visualisation des états des quatre bits.

La figure 2 présente le cycle du séquenceur, donc la succession d'états des sorties D, C, B, A, sous forme de table d'analyse et de chronographes. C'est le signal F_0 (H ; front montant) qui impose le rythme de succession des états. **Nota** : les sorties D, C, B, A s'appellent aussi $2^3, 2^2, 2^1, 2^0$ car la séquence correspond à un comptage binaire de 0 à 15.

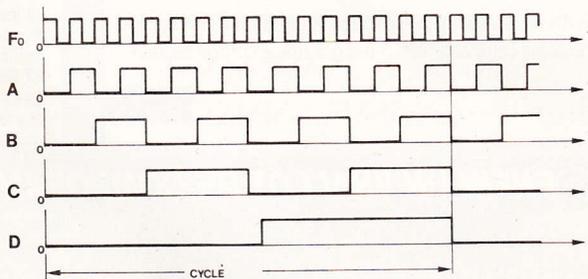
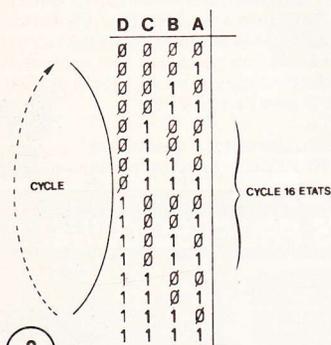
La figure 3 précise les modes de programmation de l'horloge. L'entrée C_x permet le contrôle de l'oscillateur (arrêt/marche) et la modification de fréquence. Entrée C_x en l'air, la période T est d'environ 1 ms, donc $F_0 = 1$ kHz. Si on connecte C_x à un condensateur C (fig. 3), on augmente la période à $T = (1 + C)$ et on diminue $F = 1/T$; avec C exprimé en nF, T sera exprimé en ms (exemple : $C = 1 \mu F \rightarrow T = 1$ s et $F_0 = 1$ kHz). L'oscillateur peut être bloqué, par un interrupteur (fig. 3b), et ce, même si vous disposez un condensateur C en C_x . La figure 3 effectue la synthèse en présentant également les chronographes en C_x et H. **Nota** : si vous utilisez l'oscilloscope en C_x , il devra être muni d'une sonde 10 M Ω . Il existe un rapport 2^n entre F_0 et les sorties A, B, C, D puisqu'il y a division successive par 2 ; ainsi la fréquence en A est $F_0/2^0$, en B : $F_0/2^1$, en C : $F_0/2^2$ et en D : $F_0/2^3$, d'où l'appellation des sorties.

La figure 4 présente les modes de forçage des sorties (présélection). Le code, normalement dé-

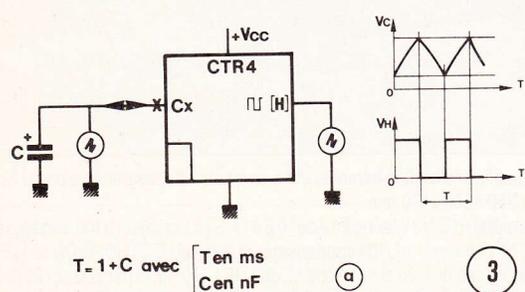


$$+3' \leq V_{CC} \leq +18' (+15')$$

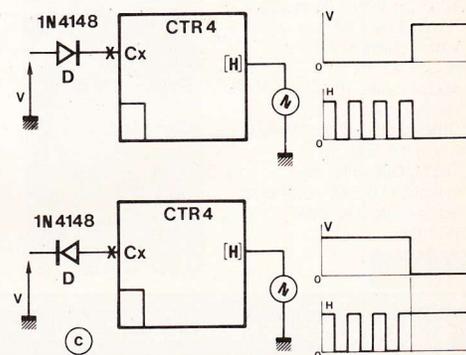
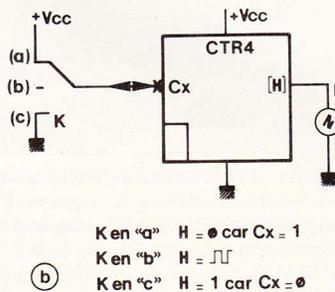
1



2



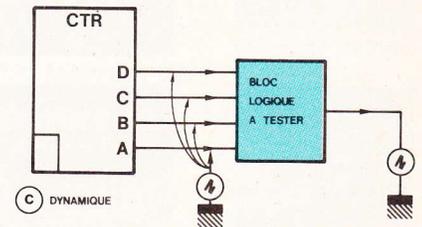
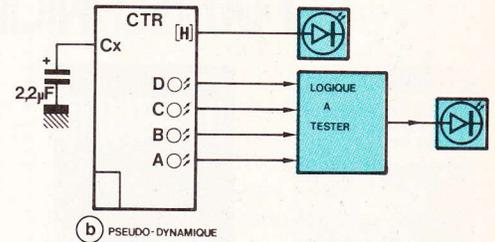
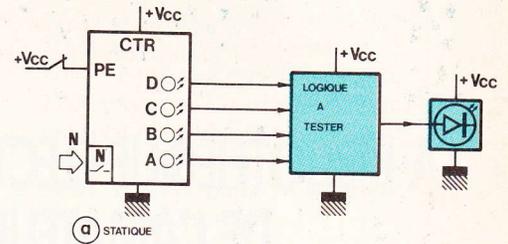
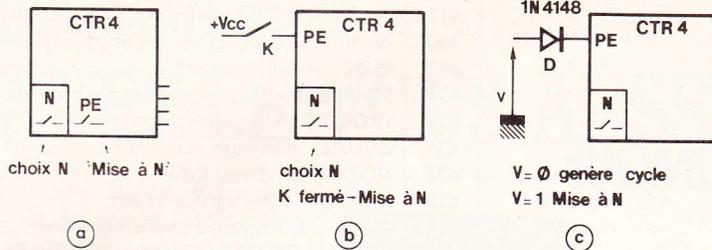
3



1 Mise en œuvre du module LO-2.

2 Fonctionnement.

3 Contrôle de la fréquence.



fini par le séquenceur sous le contrôle de H, recopie alors l'état dicté par les interrupteurs K_3, K_2, K_1, K_0 (mini-dip) dont la combinaison est rappelée par N sur le symbole. Ainsi si $N = \phi\phi 1\phi$, les sorties DCBA prendront respectivement ces états. Pour forcer les sorties à N, vous pouvez agir sur le poussoir PE du module, fixer PE par un interrupteur externe K (ou une cellule K_1, K_2 ou K_3 du module LO-1) ou fixer PE par un signal logique avec une diode d'isolement. En activant PE, l'horloge H n'est pas inhibée. La figure 4 effectue la synthèse. Nota : en actionnant le poussoir PE du module, l'entrée PE devient sortie et délivre un état 1 (polarisé à 0 V au repos par un ré-

sistor), d'où la diode d'isolement ! La figure 5 présente trois exemples d'utilisation : en (a), PE forcé à 1, les états de sorties sont fixés par N, et donc les interrupteurs K_3, K_2, K_1, K_0 . En (b), C_x est utilisé pour ralentir la fréquence et visualiser la succession des combinaisons. Une cellule de visualisation de H permet de savoir quand les états vont changer (à l'allumage de la DEL H). En (c), le module fonctionne à F_0 et l'interprétation se fait grâce à l'analyse des chronogrammes relevés avec l'oscilloscope. Mais les applications ne se limitent pas à ces trois cas. Le module est « ouvert » et permet de nombreuses possibilités d'utilisation. ■



COFFRETS METAL Iskra

ZAC des Peupliers - 27, rue des Peupliers - BAT A
92000 NANTERRE - Fax : (1) 47.81.49.16

Documentation contre
4 timbres à 2,30 F.

Série L C 6

Art	a	b	c	Dimensions Max circuit imprimé B x C
LC630	60	100	132	94 x 118
LC640	60	150	132	144 x 118
LC650	60	200	132	194 x 118
LC660	60	250	132	244 x 118

Série L C 7

Art	a	b	c	Dimensions Max circuit imprimé B x C
LC730	80	100	132	94 x 118
LC740	80	150	132	144 x 118
LC750	80	200	132	194 x 118
LC760	80	250	132	244 x 118

Série L C 8

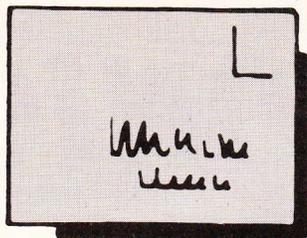
Art	a	b	c	Dimensions Max circuit imprimé B x C
LC830	80	100	180	94 x 166
LC840	80	150	180	144 x 166
LC850	80	200	180	194 x 166
LC860	80	250	180	244 x 166
LC870	80	300	180	294 x 166

Série L C 9

Art	a	b	c	Dimensions Max circuit imprimé B x C
LC930	100	100	130	94 x 166
LC940	100	150	180	144 x 166
LC950	100	200	180	194 x 166
LC960	100	250	180	244 x 166
LC970	100	300	180	294 x 166

Série L C 10

Art	a	b	c	Dimensions Max circuit imprimé B x C
LC1030	120	150	220	144 x 206
LC1040	120	200	220	194 x 206
LC1050	120	250	220	244 x 206
LC1060	120	300	220	294 x 206
LC1070	120	350	220	344 x 206



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.



M. J.-F. Friot
de Montesson
(78)

Je suis vivement intéressé par « la serrure électronique ultra-simple » parue dans *Electronique pratique* n° 128. Cependant, je n'arrive pas à me procurer le LS 7220.

Ce circuit intégré SGS reste disponible auprès de nombreux revendeurs, tels que Decock à Lille (59) ou Saint-Quentin Radio à Paris (75) ■



M. C. Paul
de Thiant (59)

Etant musicien dans un orchestre, je désire équiper ce dernier de jeux de lumières. Ainsi ai-je repéré dans le n° 128 d'*Electronique pratique* un modulateur lumière à filtres actifs intéressant. J'aimerais savoir s'il est possible de brancher sur chaque canal 300 W ou plus.

La puissance commutable reste intimement liée aux caractéristiques des triacs utilisés (courant-tension). Les modèles disponibles restent des 2, 4, 6 et 10 A. La tension de service devra at-

teindre au moins 400 V car le secteur EDF monophasé véhicule une tension dont l'amplitude crête atteint $220 \text{ V} \times \sqrt{2} \approx 311 \text{ V}$.

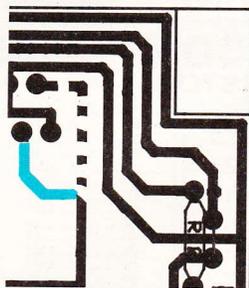
Nous vous rappelons d'autre part de fortement prêter attention à la valeur du fusible de protection, ainsi qu'à la section des pistes cuivrées véhiculant la puissance. De plus, un rectificatif concernant ce montage existe : la résistance située sur l'implantation à proximité de C₁₄, repérée R₁₂, est en fait R₁₉.



M. Beaugrand
de Paris-10^e

Après avoir réalisé le solarisateur vidéo paru dans *Electronique pratique* n° 131, je n'ai pu le faire fonctionner. Existerait-il une mise au point concernant ?

Une erreur au niveau circuit imprimé existe. En effet, le condensateur C₁ doit se connecter sur la broche 19 de la péritel (sortie vidéo du TV) et non sur la broche 20 (entrée vidéo). Il suffit de réaliser la modification ci-après : la partie dessinée en pointillés sera à supprimer (liaison broche 20) et la partie en bleu à réaliser à l'aide d'un simple fil électrique isolé. ■



M. Chesnau
de Villemandeur
(45)

J'ai réalisé l'horloge électronique parue dans le n° 117 d'*E.P.* Celle-ci fonctionne très bien, seulement l'oscillateur 4060 ne fournit pas une fréquence extrêmement précise. Que peut-on

modifier pour assurer une meilleure marche ?

La configuration du 4060 permet d'employer soit un réseau R.C. (solution retenue par l'auteur), soit un quartz.

Dans le premier cas, un affinage de la base de temps nécessite le remplacement des ajustables P₁ et P₂ par des multitours de mêmes valeurs, conjointement à l'utilisation, pour C₅, d'un condensateur de précision 5 %.

Une seconde solution apportant une précision et une stabilité bien meilleures consiste à utiliser un quartz afin de piloter l'oscillateur du 4060.

Un Tuning Fork de 32 768 Hz fera l'affaire. Cependant, l'ajout de diviseurs afin d'obtenir la fréquence correcte ($f = 1/300 \text{ Hz}$) est indispensable. La chaîne de division sera alors la suivante.

Le signal de 32 768 Hz fourni par l'oscillateur à quartz attaque les 14 étages diviseurs du 4060. Sur la sortie 3 apparaît un signal de 2 Hz ($32\,768/2^{14} = 32\,768/16\,384$). Un double compteur BCD référencé 4518 effectuée à la suite une division par 10×10 , soit par 100. Le signal obtenu est alors de 2 Hz/100, soit 1 Hz/50. Une simple division par 6 reste à effectuer.

Un demi 4518 accompagné d'une porte AND dont les entrées détecteront la position 6 (Q₂ et Q₁) et dont la sortie attaquera la RAZ du compteur suffiront.

Il ne faudra pas oublier, pour finir, de relier l'ensemble des C.I. à la RAZ générale du montage.

LISTE DES ANCIENS NUMEROS DISPONIBLES

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 - N° 133 -
N° 134

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 : 22 F) à l'ordre de :
ELECTRONIQUE PRATIQUE
Service Abonnements
2 à 12, rue de Bellevue
75940 Paris Cedex 19

NOUVEAU

Beckman



9102. Double base de temps. 2 x 20 MHz **5190F**
 9104. Double base de temps. 2 x 40 MHz **6750F**

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

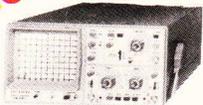
FLUKE PROMOTION

DM 77 avec housse anti-choc . **1499 F**

PRIX T.T.C.

OSCILLOSCOPES

HAMEG



NOUVEAU HM 203/6
 Double trace 2 x 20 MHz 2mV 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**

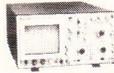
HM 8021-2. Fréquence-mètre
 10 Hz à 1 MHz Digital **2478 F**

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 **3900F**
 Avec 2 sondes

METRIX OX 725

2 x 20 MHz. Retard au déclenchement.
 Recherche de trace.
 Vitesse variable. **4260F**

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 1690 F**
 DM 850 **939 F**
 T 100 B - 2000 points - Bip **1089 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.I.C : 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 MΩ **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 Ω Monacor **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 745 AX 1 à 15 V 3 A **650 F**
 AL 812 1 à 30 V 2 A **770 F**
 AL 781 N 0 à 30 V 5 A **1840 F**
 AL 891 5 V 5 A **330 F**
 AL 892 12,5 V 3 A **290 F**
 AL 893 12,5 V 5 A **350 F**
 AL 896 24 V 3 A **390 F**
 ALIM - ELC

PROMOTION DU MOIS ALIMENTATION 12,5 V - 5 A PRIX TERAL 350 F

CATALOGUES ET DOCUMENTATION SUR TOUTES LA MESURE - KITS - I/LP 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**
 DMT 2200 **320 F**
 AG 1000 **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 satellit., 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 EUROPEEN

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**
 MC 68 A 02 **45,00** | 68705 P3 **PROMO 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 2764 **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 **66,50** | 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 0,1 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** | AUS 12 **83 F**
 ER 48-09 **355 F** | AUS 22 **89 F**
 | CAB 222 **88 F**

TOUS LES MODÈLES DISPONIBLES DOC ET TARIF SUR DEMANDE

LA QUALITE 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 66 alim. digitale | L'OUTILLAGE POUR L'ETUDIANT ET LE PRO
 PL 82 freq. 50 MHz | **CIF**
 OK 86. freq. 1 MHz | TOUTE LA GAMME DU N° 1 FRANÇAIS
 PL 81 capac. digit. | **KF**
 PL 56 Volt. digit. | POUR PROTEGER VOS MONTAGES ELECTRONIQUES ET LES ENTRETEINIR.
 OK 123 Génè BF
 PL 44 Base de temps

MECANORMA
NOUS SOMMES DISTRIBUTEURS DES KITS TSM

TOUS LES COMPOSANTS DES «KITS COLLEGES» SONT DISPONIBLES SEPAREMENT. LISTE ET PRIX SUR DEMANDE

NOUS EXPÉDIONS EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER A PARTIR DE 100 F D'ACHAT CES PRIX SONT DONNÉS A TITRE INDICATIF ET SONT VARIABLES SELON L'APPROVISIONNEMENT.