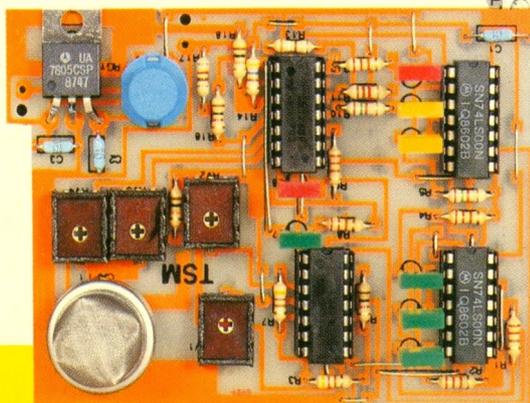
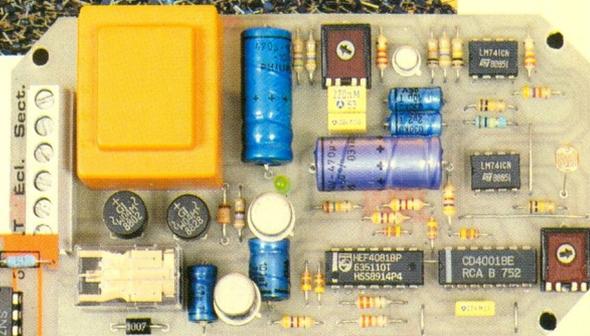
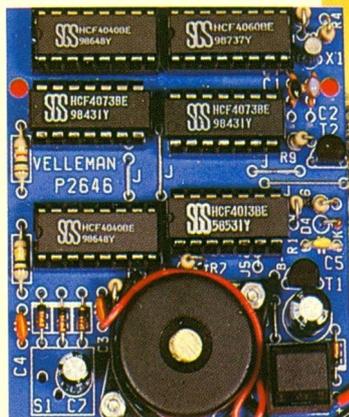
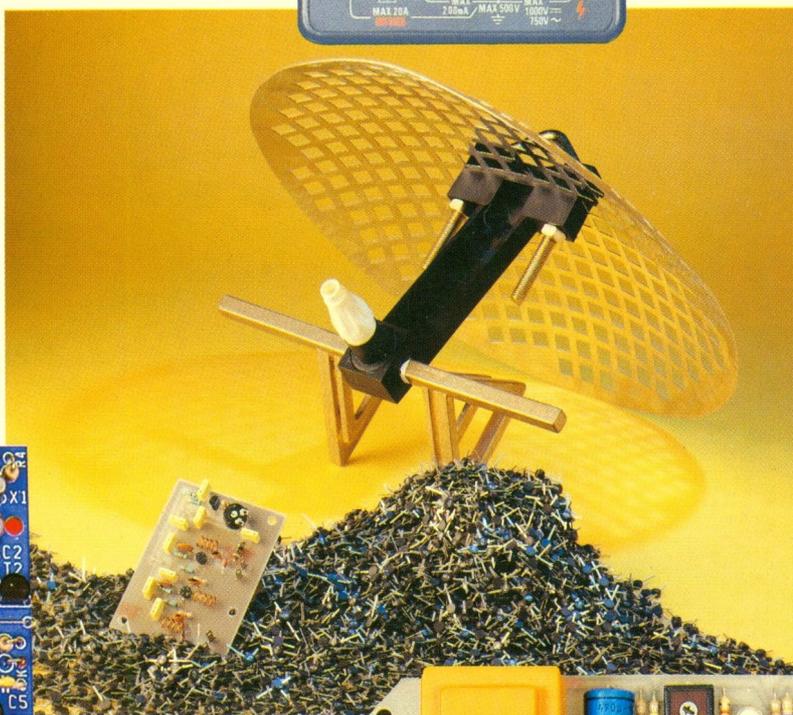


Electronique pratique



PREAMPLIFICATEUR D'ANTENNE
DELESTEUR D'APPEL
ADAPTEUR TV/HI-FI
MEMOIRES ELECTRONIQUES
MICRO-GENERATEUR BF
ALCOOTEST EN KIT, etc.
OFFRE SPÉCIALE GRATUIT

70 000 TRANSISTORS/30 000 TRANSFERTS



Sommaire détaillé page 35

AVRIL 1990

T 2437 - 136 - 22,00 F



BELGIQUE : 158 FB - LUXEMBOURG : 158 FL - SUISSE : 6,20 FS - ESPAGNE : 450 Ptas - CANADA : \$ 4,25

Electronique pratique

FICHE TECHN.



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
Secrétaire de rédaction : Christophe PICHON
Maquettes : Jacqueline BRUCE
Avec la participation de
Patrice Wallerich, Guy Isabel, Eric Blouet, Robert Knoerr,
Francis Rivère, Francis Bernard, Olivier Bouthillon,
Philippe Bajcik, Alain Garrigou.
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
assisté de : Joëlle HEILMANN
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. »

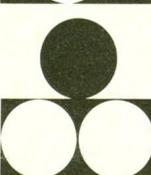
CONFORT



AUTO



JEUX



MODELISME



MESURES



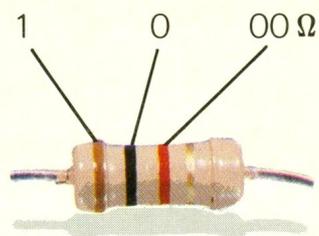
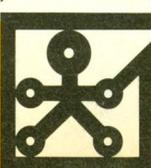
HIFI



GADGETS



INITIATION



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

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

SOMMAIRE N° 136 – AVRIL 1990

Revue Pdf

REALISEZ VOUS-MEMES

<i>Un microgénérateur</i>	37	3
<i>Des mémoires électroniques</i>	42	6
<i>Un adaptateur TV-chaîne HiFi</i>	47	11
<i>Deux montages pour le téléphone</i>	49	13
<i>Un chargeur / Alimentation</i>	63	27
<i>Un préamplificateur d'antenne T.V.</i>	89	50
<i>Un jackpot digital</i>	93	54

EN KIT

<i>L'alarme pour médicament Velleman</i>	99	59
<i>L'Alcootest électronique TSM</i>	109	65

PRATIQUE ET INITIATION

<i>Initiation à la mesure CDA (III)</i>	59	23
<i>Technologie au collège (XI)</i>	73	36
<i>Utilisation des accumulateurs</i>	79	41
<i>Les composants japonais : le LB 1405/1415</i>	83	45
<i>Le préamplificateur I.R. SL 486</i>	85	47
<i>Fiche composants : le BF 679</i>	92	53
<i>Fiches techniques</i>	103	*
<i>Le multimètre numérique Pantec 2020</i>	105	62
<i>LOGIC-5</i>	115	70

DIVERS

<i>Table des matières</i>	113	68
<i>Courrier des lecteurs</i>	127	75

* La totalité des fiches à découper de la revue Electronique Pratique sont compilés au format pdf dans le N°000 de la même revue.

UN MICROGENERATEUR



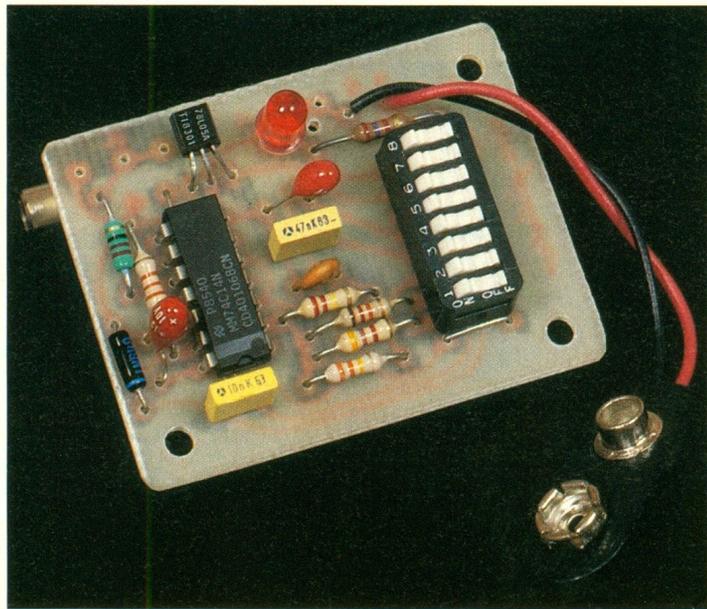
A peine plus grand que la pile de 9 V qu'il utilise, ce générateur permet de fournir un signal logique, carré ou impulsionnel, d'amplitude 5 V crête, de fréquence variable, par bonds, de 0,5 Hz à 300 kHz.

SCHEMA FONCTIONNEL (synoptique) (fig. 1)

Une pile de 9 V miniature fournit la tension d'alimentation qui est régulée à + 5 V par F3. L'oscillateur qui constitue F1 peut fournir un signal rectangulaire et voit sa fréquence modifiée en agissant sur Rx et Cx. La variation de Cx et Rx s'effectue par bonds car la sélection se fait par des interrupteurs, tout comme la forme du signal (carré ou impulsionnel). Le signal est amplifié par F2 pour attaquer le connecteur de sortie et assurer la visualisation de l'état logique du signal, ainsi que le fonctionnement du générateur.

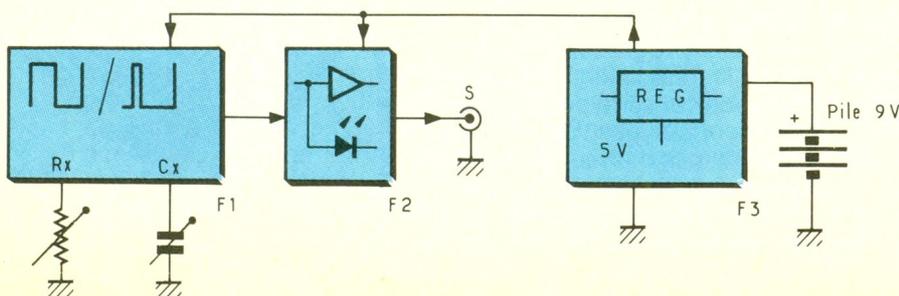
SCHEMA DE PRINCIPE (fig. 2)

Comme le schéma fonctionnel, le schéma est très simple et utilise un nombre très restreint de composants (un seul circuit intégré). La régulation de l'alimentation à + 5 V est confiée au régulateur intégré IC2. K8 assure la mise en service du générateur. C4 filtre la tension + 5 V (réservoir d'énergie pour IC1, circuit CMOS). Une porte NON 'trigger' est le cœur du générateur. On reconnaît la structure classique d'un astable CMOS ; porte NON 'trigger', R et C. La différence apparaît avec le nombre de résistors,



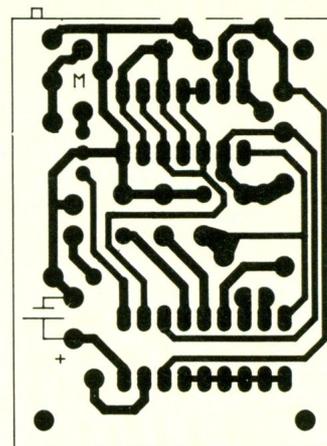
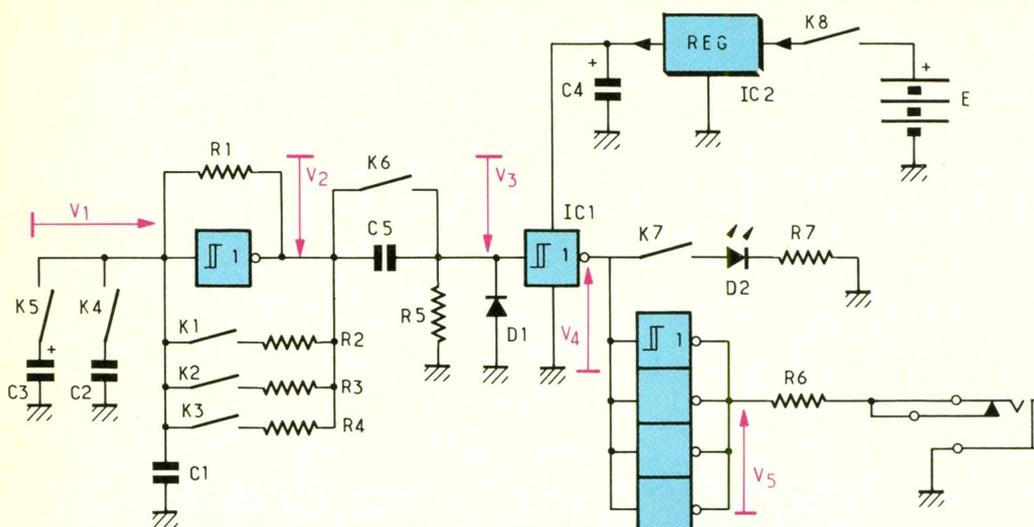
de condensateurs et d'interrupteurs de sélection. La cellule fondamentale est la porte NON associée à R1, C1. La figure 4a l'isole et en rappelle la théorie par les chronographes et formules. Avec K4 et K5, on augmente la capacité, ce qui diminue la fréquence (gamme). Avec K1, K2 et K3, on diminue la résistance et on augmente donc la fréquence (variation dans la gamme). On dispose donc en V2 d'un signal carré, de fréquence variable. K6 permet de valider ou d'inhiber le circuit différentiateur R5, C5, D1. Si K6 est fermé, le signal V3

est identique au signal carré V2. Si K6 est ouvert, le signal V3 est une impulsion exponentielle, mise en forme par une porte NON 'trigger' qui fournit une impulsion rectangulaire, de durée 400 μ s en V4. La diode D1 supprime le pic négatif et protège la porte. Si la fréquence en V2 est inférieure à 1,25 kHz, le signal en V4 est une impulsion de durée définie, mais si la fréquence est supérieure, le signal en V3 est identique à V2, malgré K6 ouvert. K2 permet de visualiser l'état de V4 sur une diode électroluminescente. Le signal en V4 est amplifié par une association de quatre portes en parallèle pour fournir le signal de sortie V5, au travers d'un résistor de protection facultatif, R6. Le signal de sortie est disponible sur un jack miniature. A noter la complémentarité entre l'état de la sortie et l'indication de la DEL. Ce choix est voulu, car la DEL doit servir aussi de témoin de fonctionnement. Sinon, en mode impulsionnel et à basse fréquence, l'allumage de la DEL serait invisible.



2 Le schéma électronique : il est basé sur un CMOS 40106 comportant six inverseurs Trigger. La première porte constitue un « générateur de carrés », tandis que la seconde remet en forme les signaux appliqués sur son entrée. Les opérateurs restants constituent un Buffer.

3 Circuit imprimé et implantation du microgénérateur.



REALISATION PRATIQUE (fig. 3)

a) Le circuit imprimé

La figure 3a précise le tracé du circuit imprimé, côté cuivre. Après gravure au perchlorure de fer tiède, on percera à l'aide d'un foret de 1 mm, sauf pour les trous de fixation facultatifs (3,2 mm).

b) L'implantation

L'implantation des composants est progressive. Câblez d'abord IC2, C4, le bloc mini-dip K1-K8, les deux straps et le connecteur de pile. Vérifiez la présence du +5 V pour K8 fermé. Implantez IC1, C1, R6, le jack 3,5 mm et un potentiomètre de 470 kΩ en place de R1.

MISE AU POINT (fig. 4)

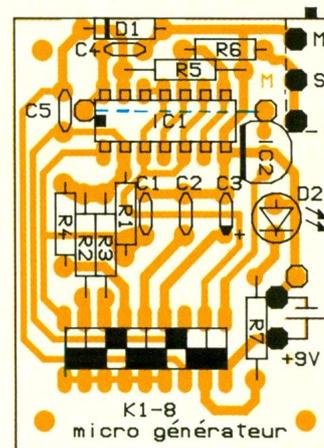
En théorie, la fréquence est $F = 1,2/(R.C)$. Or, en pratique, elle peut varier énormément (l'auteur a relevé $F = 0,6/(R.C)$ (!), d'où l'ajustage de R1. Fermez uniquement K8 et K6, un signal carré de fréquence proche de 50 Hz est disponible en sortie, ainsi qu'en V2, V3, V4. Ces signaux sont relevés à l'aide de l'oscilloscope. Comme les seuils de la porte varient d'un circuit à l'autre, on ajuste R1 pour obtenir 50 Hz précisément (période 20 ms). On note la valeur mesurée à l'ohmmètre en décâblant R1, et on choisit la valeur normalisée appropriée. Les résistors R2, R3 et R4 sont obtenus par le calcul défini en figure 4b, soit $R4 = R1$, $R3 = R1/20$ et $R2 = R1/40$. La fi-

gure 4 détaille les cas et propose les valeurs utilisées par l'auteur. Vérifiez qu'en fermant K1, K2 et K3 vous obtenez la variation de la fréquence définie dans le premier tableau de la figure 5. Câblez C2 et C3 et vérifiez l'action de K4 et K5 sur la fréquence du signal, d'après le second tableau de la figure 5 (Nota : il suffit de considérer les cas où seul un des interrupteurs est fermé, donc cinq mesures). Les condensateurs choisis pouvant être précis le changement de gamme apportera une erreur faible (moins de 5 %).

Câblez R7 et D2. Fermez uniquement K8, K6, K5, K3 et K7. La DEL D2 doit clignoter à une cadence de 1 Hz. L'état de la sortie est complémentaire de celui de la DEL ; la sortie vaut 0 V quand D2 est allumée.

Câblez enfin C5, R5, D1. Fermez uniquement K3, K4, K8, K6 et K7. Le signal de sortie est carré, de fréquence 100 Hz, donc de période 10 ms. Ouvrez K6 : la durée de l'état haut (+5 V) est maintenant d'environ 400 μs au lieu de 5 ms précédemment. Remarquez que la DEL D2 semble allumée en permanence.

Si un test n'est pas satisfait, il convient de revoir le câblage ou les éléments de la partie incriminée. Cette méthode de montage permet le test et le réglage de manière progressive pendant toute la réalisation, et c'est la méthode conseillée pour la réalisation de prototypes. Sinon, si vous ne faites pas d'erreur de tracé de circuit imprimé et de câblage, le montage doit fonctionner après l'implantation directe de tous ses éléments (méthode classique), et



il suffira d'intervenir sur R1, R2, R3, R4 pour le réglage. Attention toutefois au sens des éléments polarisés. Le brochage des composants particuliers est donné en figure 7.

Le montage est testé et prêt à être mis en coffret. Le choix est li-

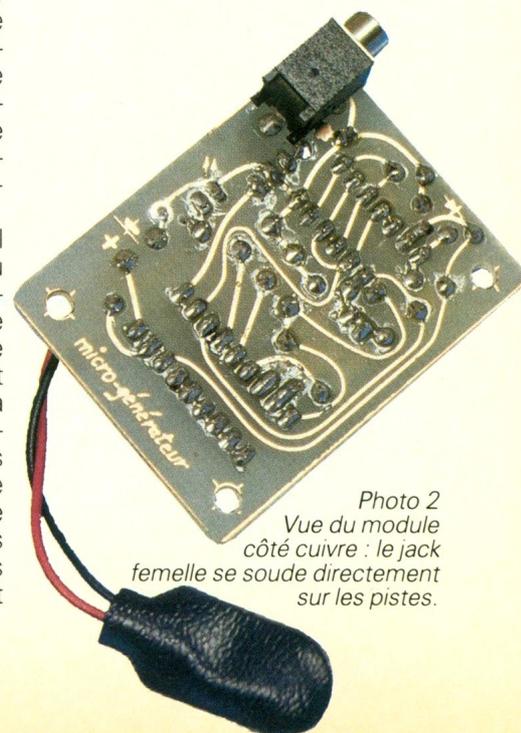
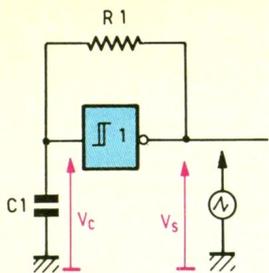
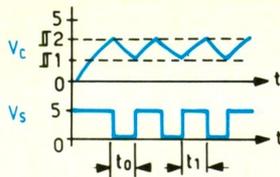


Photo 2
Vue du module côté cuivre : le jack femelle se soude directement sur les pistes.



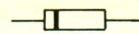
$$\begin{aligned} \square 2 &= 2,9 \text{ V} \rightarrow t_0 \approx R1 C1 \ln 1,5 \\ \square 1 &= 1,9 \text{ V} \rightarrow t_1 \approx R1 C1 \ln 1,5 \\ \rightarrow f &\approx \frac{1,2}{R1 C1} \\ \rightarrow R1 &\approx \frac{1,2}{f \cdot C1} \end{aligned}$$

- K1, K2, K3 ouverts $\rightarrow F_0 \leftarrow R1$ ex. R1 = 220 k Ω
 K3 fermé $\rightarrow 2 F_0 \rightarrow R4 = R1$ R4 = 220 k Ω
 K2 fermé $\rightarrow 20 F_0 \rightarrow R3 = 0,05 \cdot R1$ R3 = 11 k Ω
 K1 fermé $\rightarrow 40 F_0 \rightarrow R2 = 0,025 \cdot R1$ R2 = 5,6 k Ω

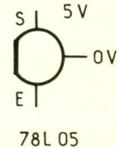
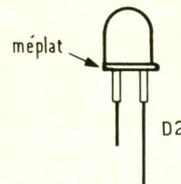


4

Oscillateur de base / Détermination de R₂, R₃, R₄.



1 N 41 48



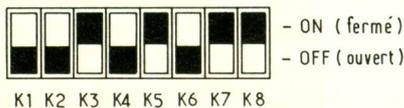
78L 05

7

Brochages de composants utilisés.

5

Utilisation des interrupteurs.

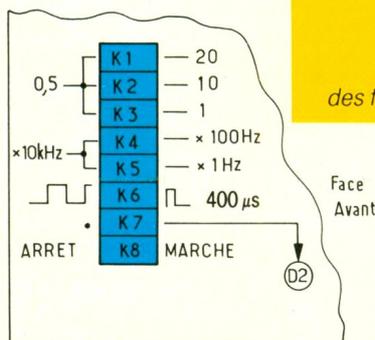


K1 K2 K3	K4 K5	Fréquence
0 0 0	0 0	0,5 . Fo
0 0 1	1 0	Fo
0 1 0	0 1	10 . Fo
1 0 0	1 1	20 . Fo
1 1 0		30 . Fo
1 0 1		($\approx 21 \cdot Fo$)
0 1 1		($\approx 11 \cdot Fo$)
1 1 1		($\approx 31 \cdot Fo$)

K1	K2	K3	Fréquence
0	0	0	0,5 . Fo
0	0	1	Fo
0	1	0	10 . Fo
1	0	0	20 . Fo
1	1	0	30 . Fo
1	0	1	($\approx 21 \cdot Fo$)
0	1	1	($\approx 11 \cdot Fo$)
1	1	1	($\approx 31 \cdot Fo$)

K4	K5	Fréquence
0	0	100 . Fo
1	0	Fo
0	1	Fo / 100
1	1	($\approx Fo / 100$)

Fo = 100 Hz
 0,5 Hz ≤ F ≤ 300 kHz



6

Codage des fréquences.

- K6 : Mode impulsionnel 400µs
- K7 : Visualisation complémentaire
- K8 : Mise sous tension

bre. Il suffit de trouver un boîtier plastique ou métallique permettant d'insérer le circuit et la pile. Le circuit est fixé au dos de la face avant avec un pistolet à colle ou par des vis et entretoises (visibles sur la face avant !). La pile sera maintenue par un peu de mousse autocollante et écartée du côté cuivre (carton isolant ou mousse). Le circuit a été pensé pour se superposer à une pile, le jack 3,5 mm soudé côté cuivre étant tout contre la pile.

FONCTIONS DES INTERRUPTEURS. (fig. 5 et 6)

La figure 5 rappelle le repérage des interrupteurs et leur action : K₈ assure la mise en service du générateur. K₇ permet la visualisation de l'état complémentaire de la sortie. K₁, K₂, K₃ permettent d'augmenter la fréquence de 0,5 . Fo à 20 . Fo, alors que K₄, K₅ la diminuent dans un rapport

de 100. K₆ permet le mode impulsionnel (durée 400 µs) à condition que la fréquence soit inférieure ou égale à 1 kHz. Le boîtier peut être complété par un tableau ou des indications précises sur la face avant résumant le rôle des interrupteurs, comme proposé en figure 6.

UTILISATION

Le signal de sortie du module est utilisé par l'intermédiaire d'un câble connecté au jack de sortie. Un fil blindé est préférable, une longueur de 50 cm étant amplement suffisante. D'un côté, un jack 3,5 mm mâle, de l'autre, des connexions selon votre matériel de manipulation (fiche banane, pointe de touche, grip-fil, fil rigide dénudé pour plaques de connexion...). Ce module est un appareil de mesure qui trouve son utilité dès qu'un signal logique est nécessaire. La fréquence du signal est

variable et une DEL rappelle l'état de la sortie pour les basses fréquences. Le signal commandera le bloc logique en test, dont l'alimentation devra être de + 5 V. Ce générateur peut commander aussi bien des circuits TTL que CMOS.

Le bloc logique en test peut être une porte logique, une bascule, un compteur, un dispositif logique quelconque. Ce micro-générateur permet aussi la vérification de l'attaque d'un amplificateur audio avec des signaux carrés, en atténuant le signal de sortie (potentiomètre). Il est également possible de s'en servir comme signal-tracer pour tester un montage analogique (BF, ...) en atténuant le signal de sortie et en supprimant la composante continue à l'aide d'un condensateur. Il suffit de vous constituer des cordons de plusieurs types.

P. WALLERICH

NOMENCLATURE

- R₁ : 220 k Ω (rouge, rouge, jaune)
- R₂ : 5,6 k Ω (vert, bleu, rouge)
- R₃ : 11 k Ω (marron, marron, orange)
- R₄ : 220 k Ω (rouge, rouge, jaune)
- R₅ : 33 k Ω (orange, orange, orange)
- R₆ : 22 Ω (0 à 100 Ω) (rouge, rouge, noir)
- R₇ : 2,7 k Ω (rouge, violet, rouge)
- K₁ à K₈ : interrupteurs MINI DIL
- C₁ : 470 pF céramique 5 %
- C₂ : 47 nF polystyrène 5 %
- C₃ : 4,7 µF 10 V tantale 5 %
- C₄ : 10 nF polystyrène
- C₅ : 1 µF 10 V tantale
- IC₁ : 40106, 74C14
- IC₂ : 78L05
- D₁ : 1N4148
- D₂ : DEL 5 mm rouge
- Jack \varnothing 3,5 mm femelle pour circuit imprimé
- Epoxy 40 x 55 mm
- Boîtier, connecteur pile

LES MEMOIRES ELECTRONIQUES



Nous proposons à nos lecteurs de découvrir plus en détail les différentes mémoires électroniques, quelquefois présentes dans nos montages. Deux plaquettes didactiques très simples viendront appuyer les quelques explications fournies et vous aideront à y voir plus clair dans ce domaine essentiel de nos jours, notamment pour l'informatique et l'automatisation par l'électronique programmée.

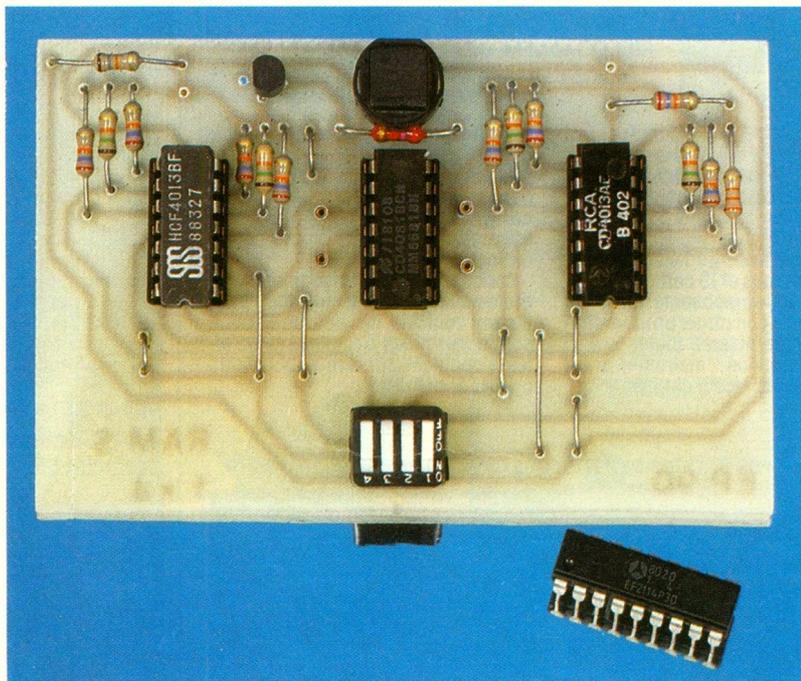
LES MEMOIRES

Les prouesses extraordinaires de l'informatique et des systèmes automatisés en général tiennent à la fois de leur fantastique vitesse d'exécution (en fait, celle de la lumière, soit 300 000 km/seconde) et à leur énorme mémoire, qui n'est en réalité que la capacité de conserver des données multiples, d'une manière définitive ou volatile selon la technologie choisie. Nous allons tenter de démystifier quelque peu ces circuits « mémoire » capables de stocker et de restituer à volonté les informations binaires dont on peut faire usage dans bon nombre de circuits électroniques, même simples.

On distingue principalement deux types de mémoires :

- les mémoires vives ou RAM (Random Access Memory) sur lesquelles les opérations de lecture et d'écriture sont possibles ;
- les mémoires mortes ou ROM (Read Only Memory) qui autorisent seulement la lecture des données inscrites.

Avant d'aller plus loin, il nous faut encore distinguer une information volatile d'une autre non volatile. La première des deux est une information dont le contenu est irrémédiablement perdu lorsque la tension d'alimentation disparaît, même un bref instant. Le second type de mémoire, en fait une mémoire permanente, peut délivrer à tout instant une copie de son contenu qui ne s'altère pas en cas de défaut de l'alimentation. On pense bien entendu aux informations saisies sur une bande magnétique, sur un disque dur ou sur une simple disquette si utilisée en micro-informatique.



Les mémoires centrales de certains ordinateurs utilisaient, il y a quelques années déjà, les tores magnétiques, très encombrants. De nos jours, des circuits intégrés plus compacts se chargent de sauvegarder des données précieuses et les mettent à l'abri de toute nouvelle surimpression.

Il est temps de préciser qu'il existe en réalité plusieurs types de mémoires mortes :

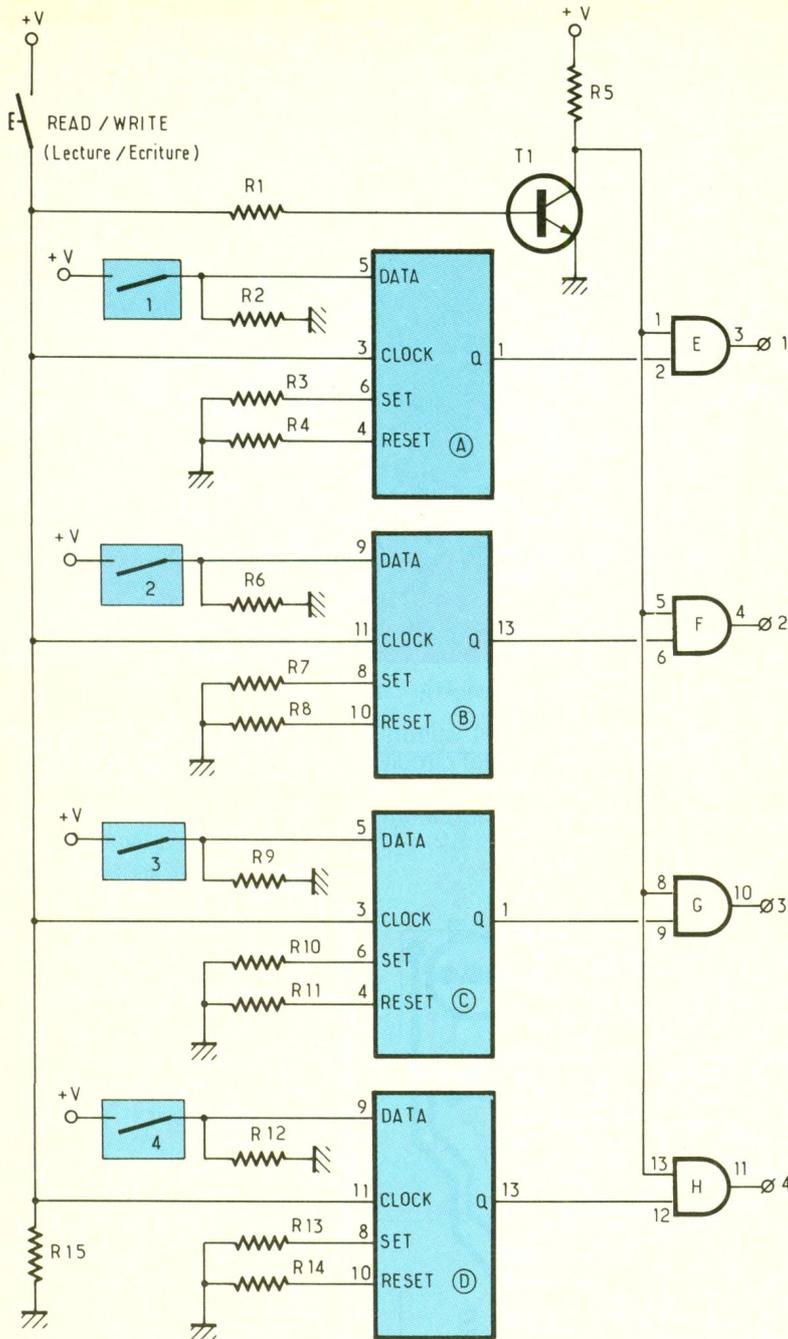
- la ROM : elle est « remplie » par le constructeur et ne peut plus faire l'objet que d'une lecture. Elle peut par exemple opérer une conversion de code ou stocker des données fixes ;

- la PROM (Programmable Read Only Memory) : l'utilisateur peut programmer un circuit vierge avec un équipement spécial, dont le contenu sera figé lors de l'utilisation, mais ce type de mémoire ne tolère aucune erreur de programmation en raison du principe utilisé qui consiste souvent à provoquer des fusions de jonctions à des endroits précis ;

- l'EPROM (Erasable PROM) : elle est également programmable par l'utilisateur, mais peut à nouveau être effacée par une exposition à des rayons ultraviolets ; ce traitement ressemble en fait à l'effacement d'une bande ma-

1

Simulation d'une mémoire RAM statique à l'aide de quatre bascules D : les données sont entrées à l'aide d'interrupteurs mini dil.



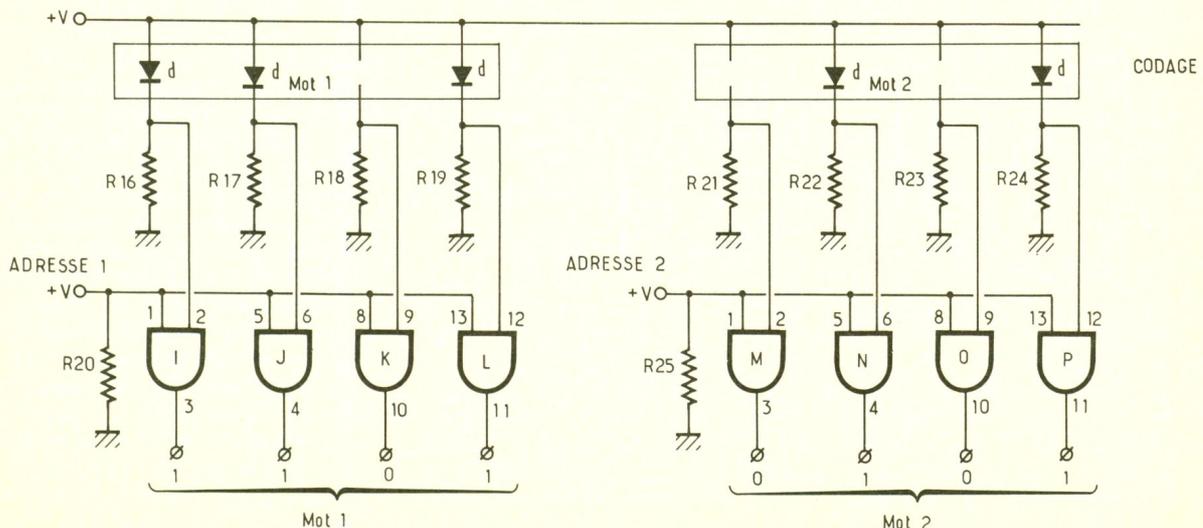
gnétique sono ou vidéo. Elle est très utilisée pour la mise au point de programmes sur prototype (technologie PMOS) ;
 - l'EEPROM : elle s'utilise comme la précédente ; seul le mode d'effacement diffère puisqu'il se réalise par application d'un courant électrique aux caractéristiques précises. On peut noter que cette façon d'opérer est infiniment plus rapide par rapport à la longue durée d'exposition aux U.V. (environ 15 minutes !).

Dans les mémoires RAM, donc volatiles, on distingue les RAM.S ou statiques, pour lesquelles les éléments binaires sont mis en mémoire par une simple bascule bistable ; ils seront conservés aussi longtemps que l'on appliquera une alimentation suffisante. Dans les RAM dynamiques ou RAM.D, on exploite les propriétés du condensateur comme réservoir d'une tension. Mais cette information tend à se dégrader à la longue, et il faut procéder à un rafraîchissement périodique. Sachez encore que la durée de maintien de l'information à l'état 1 est d'environ 10 millisecondes avant un nouveau rafraîchissement qui consiste à lire le contenu de la cellule mémoire et à le réécrire.

La capacité d'une mémoire consiste à définir le nombre de points élémentaires capables de stocker un état 1 ou un état 0 ; on parle de BIT (Binary digit). Une mémoire de 4 096 bits peut se présenter sous la forme de : 1 024 mots de 4 bits ou 256 mots de 16 bits.

2

Schéma d'une mémoire ROM expérimentale : les données restent figées à l'aide de diodes.



L'écriture de 1 Kbit équivaut en réalité à 1 024 bits (1 K = 1 024). L'organisation interne d'une mémoire se présente souvent sous la forme d'une matrice formée de lignes et de colonnes.

Après programmation de l'adresse choisie, on procède à la lecture ou à l'écriture d'un mot de plusieurs bits ou d'un seul bit selon la configuration réelle du circuit. Il est conseillé de respecter scrupuleusement la procédure prévue et d'observer le respect total des tensions appliquées sous peine d'une destruction pure et simple du circuit mémoire.

On trouve par exemple dans le commerce la mémoire EPROM 2732 de 32 Kbits en 4 Koctets, soit 4 096 adresses pouvant donc contenir chacune un octet ou 8 valeurs binaires. Plus modestement, la petite mémoire RAM 7489 propose 16 × 4 bits,

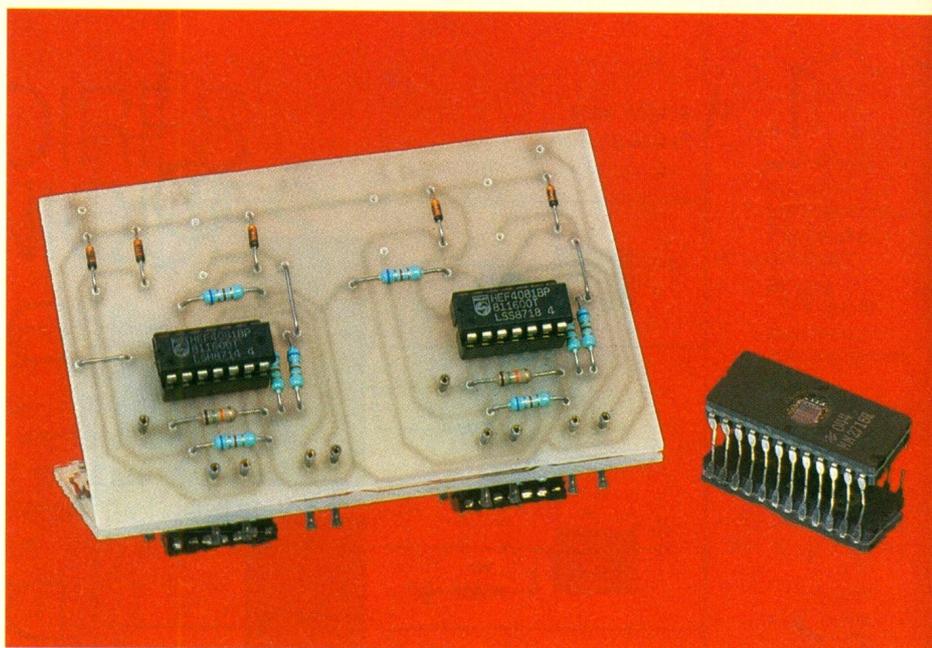


Photo 2. – Le module simule le fonctionnement d'une ROM.

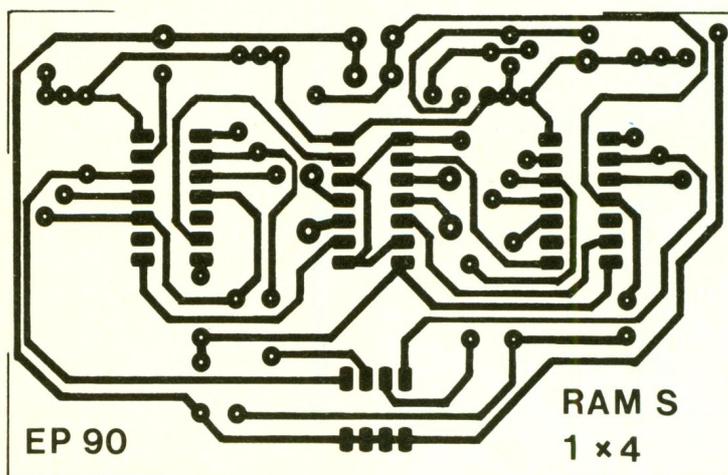
soit 16 adresses de 4 valeurs binaires chacune. Un tel circuit fut utilisé dans notre microprocesseur expérimental (voir *Electronique Pratique* n° 80, p. 52).

ANALYSE DU SCHEMA ELECTRONIQUE

Notre but consiste simplement à réaliser l'équivalent d'une mémoire RAM, ainsi que celui d'une ROM à des fins strictement pédagogiques ou didactiques et bien entendu, si possible, à l'aide de composants tout ce qu'il y a de plus ordinaires. Commençons par la mémoire RAM. Le schéma de notre minuscule module se trouve à la **figure 1**. Le contrat à remplir est fort simple : il s'agit de pouvoir stocker à volonté un état 1 ou un état 0 dans une cellule mémoire. Pour ce faire, nous avons fait appel à la classique bascule D contenue en deux exemplaires dans le circuit C/MOS 4013. Un tel circuit possède une entrée horloge qui déclenche sur un front montant ; ceci explique la présence de la résistance unique R₁₅ qui force à la masse toutes les bornes de déclenchement, à savoir 3 et 11. Nous ne souhaitons pas utiliser les bornes de mise à 1 (SET = 6) et de remise à zéro (RESET = 4), qui seront reliées à la masse, donc au niveau bas à travers les résistances R₃ et R₄. Une autre entrée intéressante est celle figurant à la borne 5, c'est-à-dire DATA. Elle est au niveau bas elle aussi grâce à R₂, mais passe à 1 si le contact associé est fermé, donc le relie au niveau haut de l'alimentation. Une impulsion correcte sur l'entrée clock transfère sur la sortie Q (borne 1) l'état logique de l'entrée DATA au même instant. En utilisant un ensemble de 4 mini-DIL, il sera aisé de former les valeurs binaires

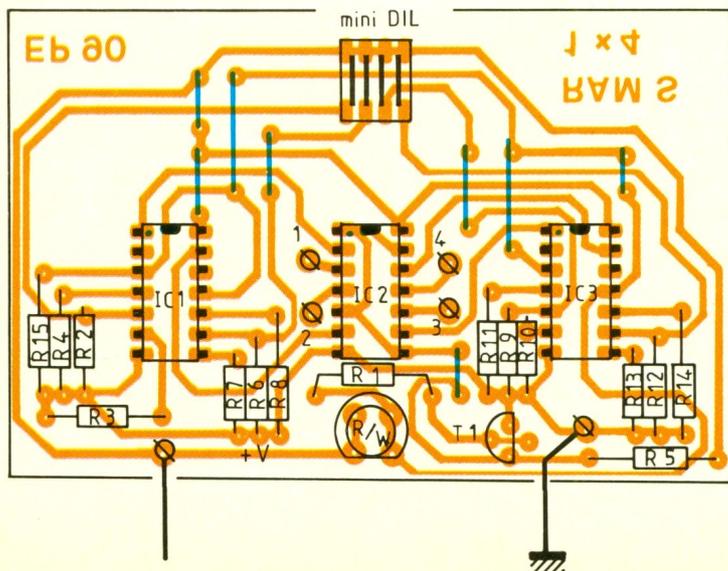
3

Tracé du circuit imprimé de la « RAM statique » à l'échelle 1.



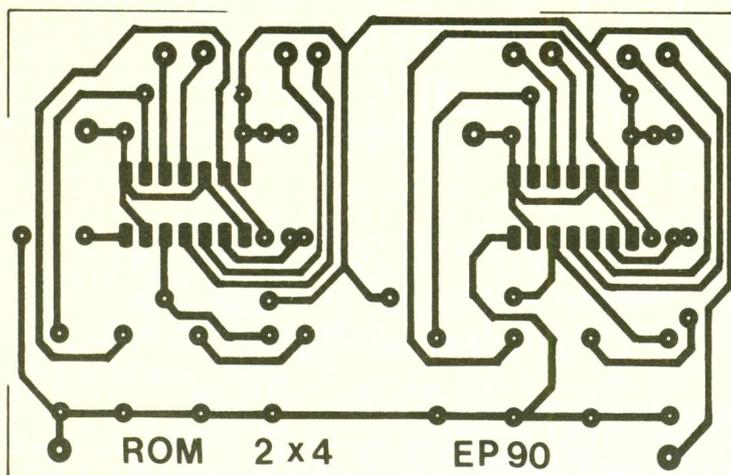
4

Implantation de la « RAM statique » : 8 straps seront à implanter.



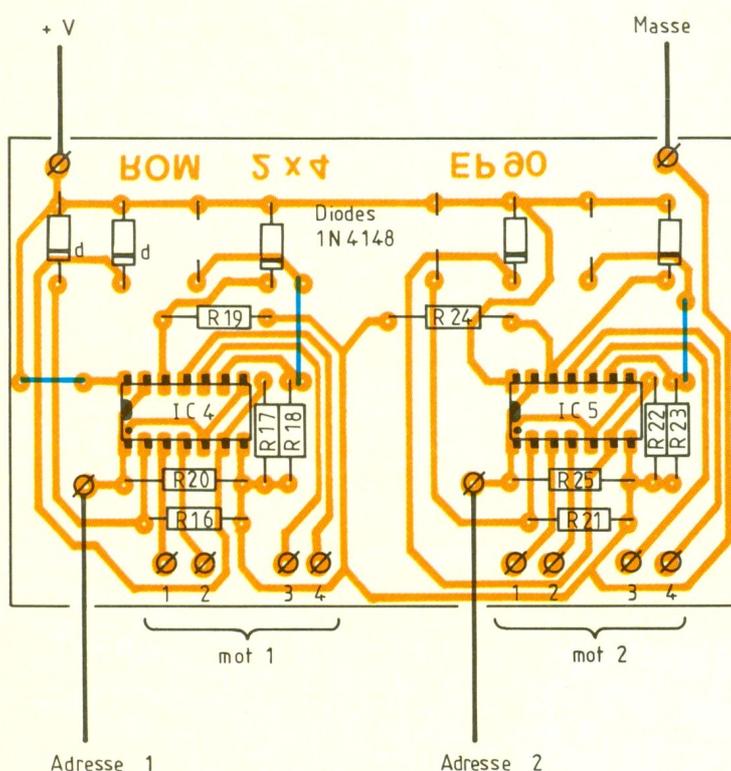
5

Tracé du circuit imprimé de la « ROM » à l'échelle 1.



6

Implantation de la « ROM » : 3 straps seront à insérer.



0000 à 1111, avant de les charger dans les 4 cellules mémoires à l'aide d'une impulsion d'écriture sur le poussoir R/W. Pendant cette impulsion, la lecture est inhibée grâce au transistor T_1 qui bloque les portes AND. On peut constater après cette action que l'état des 4 sorties est équivalent au codage des entrées.

A signaler encore que nous sommes en présence d'une **RAM statique** qui ne nécessite aucune régénération périodique du signal 1 ; les informations seront perdues en cas d'une coupure même brève de l'alimentation. Un contenu aléatoire sera ensuite présent, et il faudra procéder à

nouveau au chargement des valeurs binaires souhaitées. Il va sans dire que notre plaquette est gigantesque en regard des possibilités de stockage ridicules qu'elle offre. Il n'y a qu'à comparer ses caractéristiques à celles d'une mémoire réelle, par exemple le modèle 2114 qui possède 1 024 x 4 bits avec un brochage DIL 18 (voir photo) !

La mémoire ROM expérimentale est plus simple à concevoir ; son schéma se trouve à la **figure 2**. Nous allons nous contenter de vous proposer un modèle offrant 2 mots de 4 bits chacun. On ne peut guère parler ici d'une mémoire d'éléphant, quand on

pense aux disques durs de quelques mégabits que l'on peut trouver sur les micro-ordinateurs actuellement sur le marché. Notre prototype doit stocker des niveaux 1 ou 0 par blocs de 4 valeurs à la même adresse. Il n'y a rien de plus simple que de faire appel à une petite diode de codage qu'il suffit d'insérer sur la plaquette si l'on désire obtenir un état 1. La résistance associée, par exemple R_{18} , se charge de simuler un niveau bas en l'absence d'une diode. L'utilisation d'une porte AND permet de bloquer totalement les sorties de l'une ou l'autre des adresses ou de les débloquent en appliquant un niveau haut.

Bien entendu, vous pourrez avec 4 diodes choisir un mot compris entre 0000 et 1111. Le mot binaire obtenu reste sauvegardé même en cas de coupure de l'alimentation, tout comme le ferait n'importe quelle mémoire ROM digne de ce nom. Habituellement, la mémoire ROM est livrée programmée à l'utilisateur, qui ne peut donc plus opérer que des lectures des informations (Read Only !).

Seule une mémoire EPROM ou EEPROM permet de détruire le contenu du circuit et autorise une nouvelle programmation. Le modèle d'EPROM 2716 (voir photo) d'une capacité de 2K x 8 en boîtier DIL 24 vous donnera une petite idée de l'intégration obtenue à ce jour, et encore, ce modèle date quelque peu.

REALISATION PRATIQUE

Nous vous livrons bien entendu à l'échelle 1 un tracé du cuivre pour chacune des deux mémoires étudiées. Il vous appartient de choisir un mode de reproduction, puis de procéder aux divers percages et à la mise en place des divers composants selon les indications des **figures 4 et 6**. Il n'y a aucun réglage à envisager, et, à l'aide d'une simple pile, le fonctionnement est immédiat. La présence ou non des diodes détermine le mot binaire programmé dans le cas de la mémoire ROM. Pour la mémoire vive, on choisit d'abord le mot à 4 bits avec les mini-contacts de codage, puis on transfère cette valeur au moyen d'une impulsion sur le poussoir d'écriture. La mé-

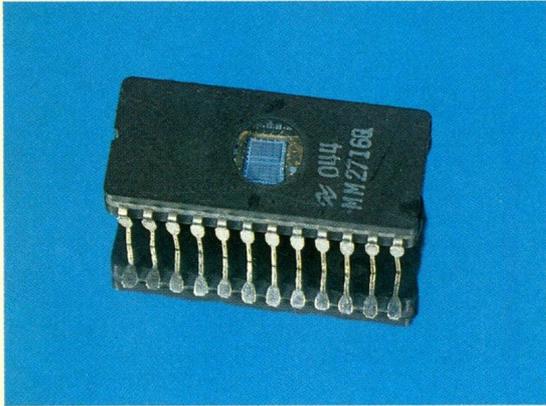


Photo 3. - Aperçu d'une Eprom 2716 (ROM dont le contenu peut être effacé à l'aide d'ultra-violets).

moire est programmée et reste dans cet état tant que l'alimentation lui prête vie.

Nous espérons avoir réussi à démystifier quelque peu ces composants particuliers que sont les mémoires et vous invitons à poursuivre cette initiation dans les montages qui ne manqueront pas d'apparaître prochainement dans ces pages.

Guy ISABEL

LISTE DES COMPOSANTS

Semi-conducteurs

IC₁ : double bascule D C/MOS 4013 (portes A, B)

IC₂ : quadruple AND C/MOS 4081 (portes E, F, G, H)

IC₃ : double bascule D C/MOS 4013 (portes C, D)

T₁ : transistor NPN BC 337 ou équivalent

IC₄ : quadruple AND C/MOS 4081 (portes I, J, K, L)

IC₅ : quadruple AND C/MOS 4081 (portes M, N, O, P)

Diodes d = commutation 1 N 4148

Résistances

(toutes valeurs 1/4 watt)

R₁ : 2,7 kΩ (rouge, violet, rouge)

R₂ : 15 kΩ (marron, vert, orange)

R₃, R₄ : 27 kΩ (rouge, violet, orange)

R₅ : 18 kΩ (marron, gris, orange)

R₆ : 15 kΩ (marron, vert, orange)

R₇, R₈ : 27 kΩ (rouge, violet, orange)

R₉ : 15 kΩ (marron, vert, orange)

R₁₀, R₁₁ : 27 kΩ (rouge, violet, orange)

R₁₂ : 15 kΩ (marron, vert, orange)

R₁₃, R₁₄ : 27 kΩ (rouge, violet, orange)

R₁₅ : 33 kΩ (orange, orange, orange)

R₁₆ à R₁₉ : 6,8 kΩ (bleu, gris, rouge)

R₂₀ : 15 kΩ (marron, vert, orange)

R₂₁ à R₂₄ : 6,8 kΩ (bleu, gris, rouge)

R₂₅ : 15 kΩ (marron, vert, orange)

Divers

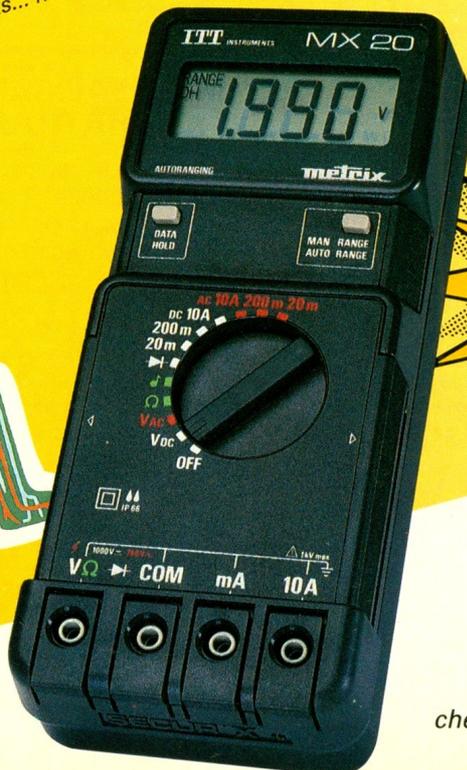
5 supports à souder 14 broches
2 coupleurs pression pour pile 9 V

Poussoir miniature pour C.I.

Picots à souder

METRIX : La Référence de Sécurité

METRIX protège tous les circuits... même les vôtres.



La mallette

943_F TTC

- Le MX20 un METRIX pour tous
- 2000 points, afficheurs 17 mm
- Changement autom. des calibres
- Protection de tous les calibres
- Pour l'utilisateur : sécurité inégalée défiant toutes les normes internationales
- Boîtier étanche
- Précision de base : 0,5%



chez votre distributeur habituel

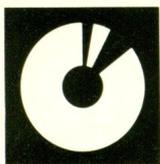
metrix

ITT Composants et Instruments Division Instruments METRIX, B.P. 30 - 74010 Annecy

ITT Instruments

ITT

UN ADAPTATEUR TV-CHAÎNE HIFI



Il advient souvent que la qualité du son sur les téléviseurs laisse à désirer. Cela provient notamment des faibles dimensions du haut-parleur mais également de l'amplificateur B.F.

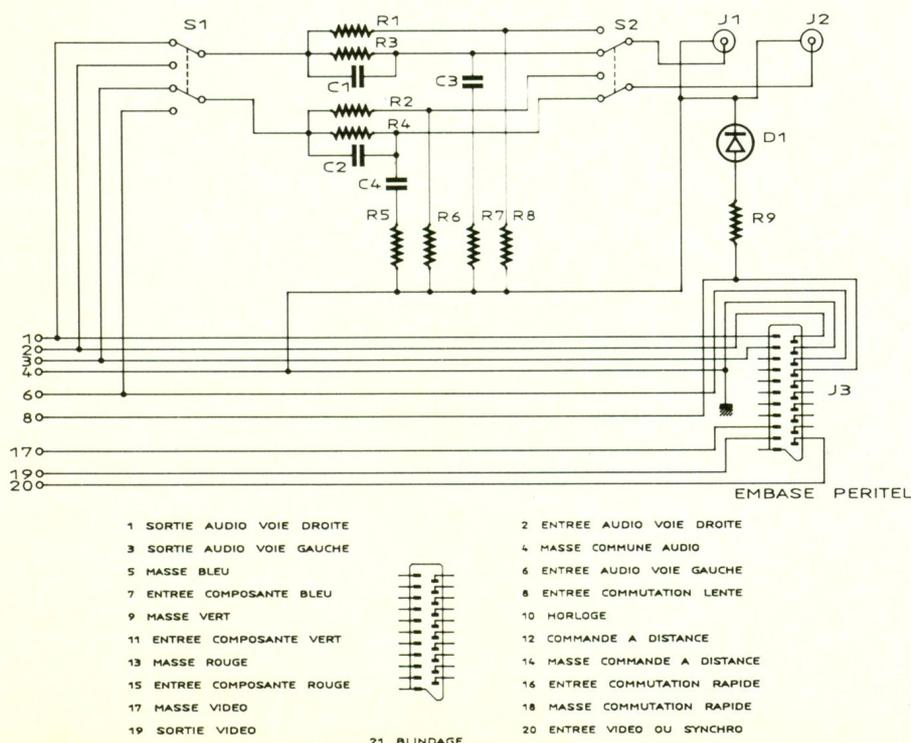
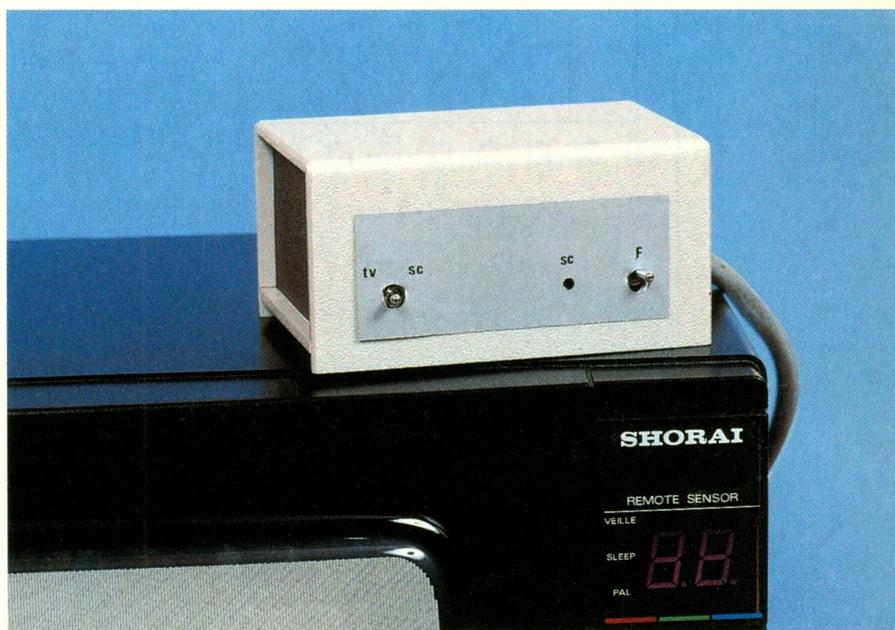
L'adaptateur proposé permet l'interconnexion d'une télévision et d'une chaîne haute fidélité, de façon à pouvoir disposer d'un son de bonne qualité.

Certains récepteurs de haut de gamme sont équipés de générateur d'effets pseudo-stéréo. Notre module, prévu en conséquence, transmettra les deux voies vers la chaîne HiFi. Dans le cas où la sortie serait monophonique, l'amplificateur devrait être couplé en mode mono, bien évidemment.

FUNCTIONNEMENT

(fig. 1)

La platine ne requiert aucune alimentation puisqu'elle n'est que passive. Côté téléviseur, on utilisera une fiche péritel pour les raccordements tandis que deux



fiches RCA fourniront les signaux utiles de sortie.

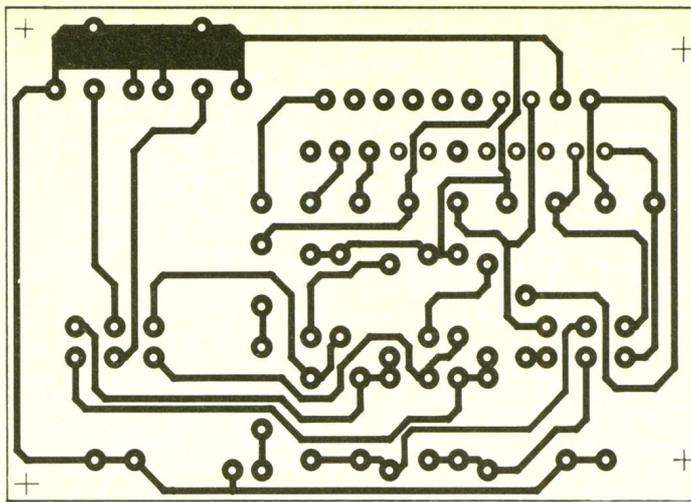
Par l'intermédiaire d'un câble et d'une péritel mâle, nous extrairons les signaux provenant des broches 1 et 3 (sorties audio voies droite et gauche), 2 et 6 (entrées audio provenant d'un magnétoscope connecté à l'embase péritel située sur notre maquette), 4 (masse commune audio servant de potentiel de référence), 8 (entrée de commutation lente) sur laquelle on dispose d'un potentiel 12 V lors de la présence d'un périphérique du TV, 17-19-20 afin d'injecter ou de prélever un signal vidéo.

La présence d'une embase sur notre platine permet de disposer d'une connexion péritel tout en pouvant utiliser le module adaptateur. L'inverseur S₁ sélectionne la source sur laquelle sera prélevé le son (TV ou magnétoscope).

Les filtres R₃, C₁, C₃, R₇ et R₄, C₂, C₄, R₅ relèvent légèrement les graves et fortement les aigus. S₂ connectera les entrées gau-

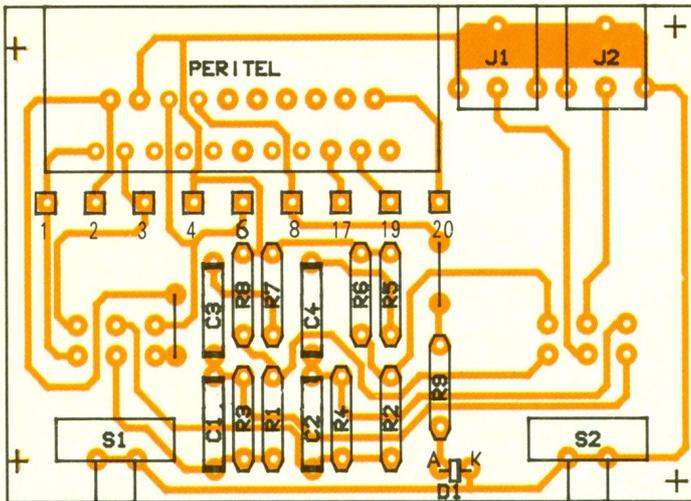
2

Le tracé du circuit imprimé à l'échelle 1.



3

Implantation des composants : seule D1 possède des polarités.



che et droite de l'amplificateur extérieur *via* les fiches RCA J1 et J2, soit à la sortie des filtres, soit à la sortie des ponts diviseurs R1, R8 et R2, R6 (inhibition de l'effet des filtres dans ce cas et adaptation du niveau des signaux).

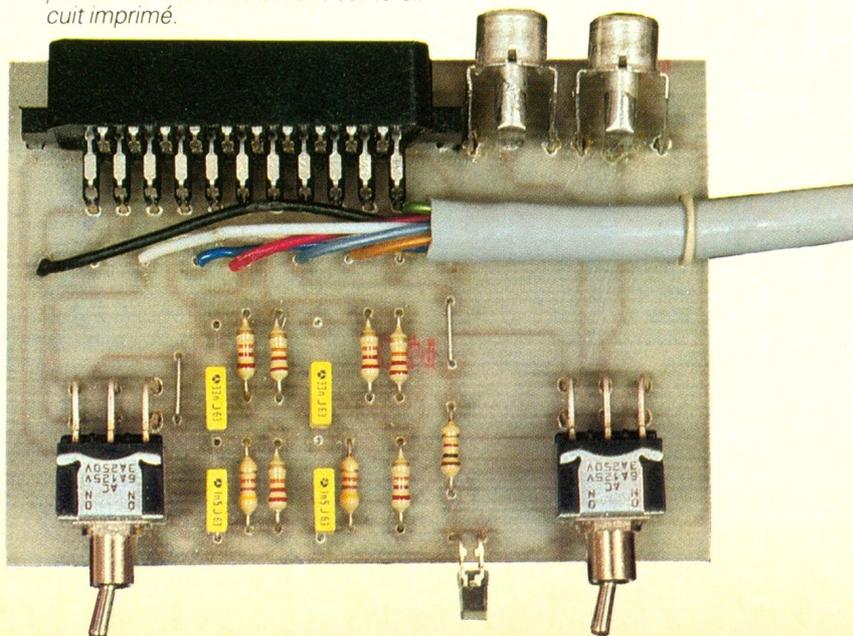
des pastilles et des bandelettes type Mécanorma, appliquées directement sur le cuivre d'une plaque en époxy précédemment dégraissée. On la gravera ensuite dans un bain de perchlorure de fer tiède.

REALISATION PRATIQUE

Le circuit imprimé (fig. 2)

Possédant un tracé relativement simple, on pourra le réaliser avec

Photo 2. - Au premier plan, la fiche péritel montée directement sur le circuit imprimé.



L'implantation (fig. 3)

Après rinçage à l'eau claire puis séchage, on percera suivant les composants entre 0,8 et 1,2 mm. L'implantation très simple ne posera aucun problème

puisque aucun élément, excepté la diode LED, n'est polarisé. Nous avons retenu un boîtier C2 de La Tôlerie Plastique pour la mise en coffret.

Le câblage

On utilisera de préférence un câble blindé dont la tresse servira de fil de masse. On prendra soin de réaliser de bonnes soudures, brillantes. La longueur du câble ne devra pas excéder environ 8 mètres, sous peine d'apparition de ronflements parasites dans les haut-parleurs. Le câblage s'effectuera suivant la **figure 2** (repérage de la péritel : attention à l'ergot) et la **figure 3** (repérage des bornes de 1 à 20).

CONCLUSION

Le montage doit fonctionner dès la mise sous tension des deux appareils. Vérifiez tout de même que le sélecteur de fonction de l'amplification de la chaîne se trouve bien sur la position correspondant à la fiche d'entrée choisie afin de connecter le montage. Pour finir, il est conseillé d'utiliser la position non filtrée lorsque le son de l'émission comporte des parasites, ou s'il s'agit d'un film ancien. En effet, le filtre en accentuant l'effet de présence fait ressortir les défauts de la bande sonore.

Eric BLOUET

LISTE DES COMPOSANTS

R1, R2 : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)

R3, R4 : 47 kΩ (jaune, violet, orange)

R5, R6, R7, R8 : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)

R9 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)

C1, C2 : 1,5 nF, milfeuil

C3, C4 : 33 nF, milfeuil

D1 : diode LED rectangulaire verte

S1, S2 : interrupteurs-inverseur, double contact pour circuit imprimé

J1, J2 : fiches RCA femelles pour circuit imprimé

Fiche péritel mâle pour cordon

Fiche péritel femelle pour circuit imprimé

Câble comportant 8 conducteurs + blindage au minimum

Epoxy

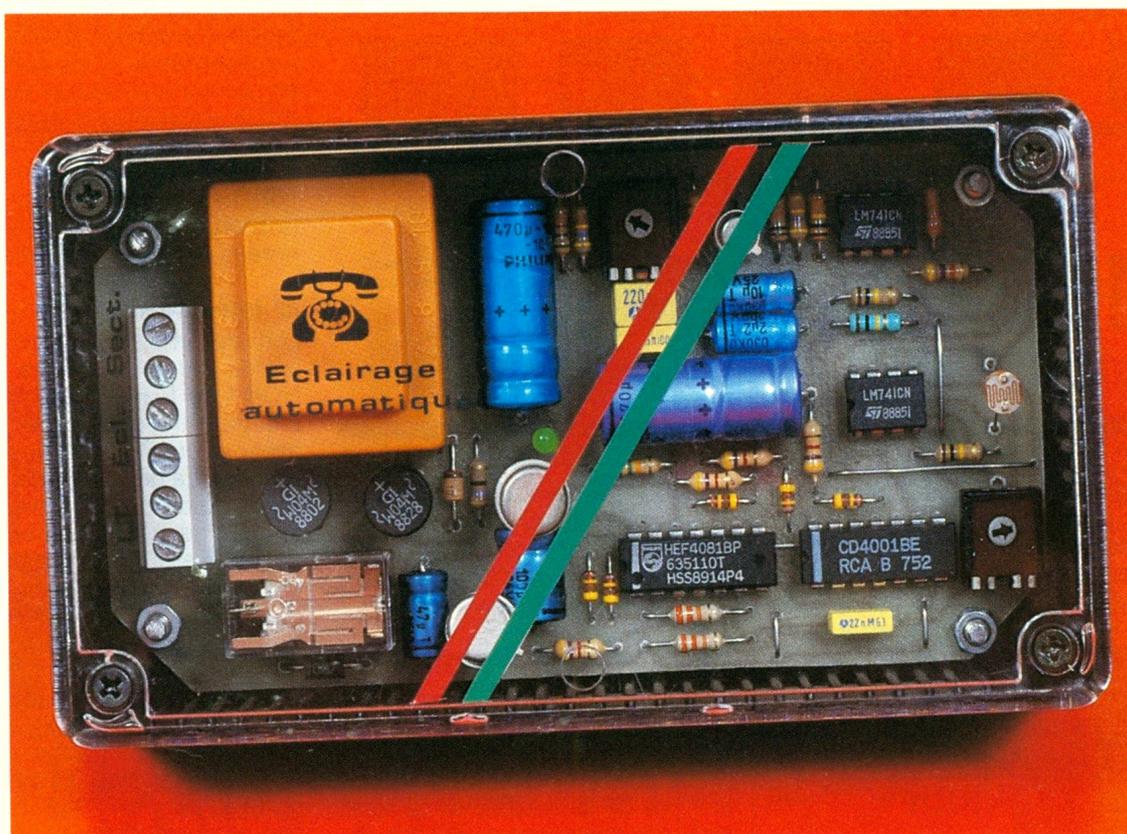
Boîtier La Tôlerie Plastique référence C2

DEUX MONTAGES POUR LE TELEPHONE



Les deux montages que nous vous proposons dans cet article ajouteront incontestablement un « plus » à votre téléphone. Chacun apporte sa contribution à votre confort. Le premier consiste à renvoyer une liaison vers un second poste après un nombre donné de sonneries sur le poste prioritaire, si le combiné de ce dernier n'a pas été décroché auparavant.

Le second montage commande l'éclairage de l'endroit où se trouve installé le téléphone, si celui-ci venait à sonner la nuit.



I - LE PRINCIPE

1. Renvoi automatique

Le boîtier est monté sur la ligne téléphonique ; il comporte deux sorties : une première reliée à un poste téléphonique principal A, et une seconde alimentant un poste B, disposé par exemple dans une autre pièce ou bureau. Lors d'un appel, la sonnerie du poste A retentit normalement. Après un nombre de sonneries réglable de quatre à sept, la liaison est transférée automatique-

ment sur le poste B qui prend le relais des sonneries. Selon que l'on décroche avant ou après ce renvoi automatique, on peut ainsi répondre et converser par l'intermédiaire du téléphone A ou du téléphone B.

Bien entendu, on peut également éliminer le téléphone A dès le départ et rendre uniquement opérationnel le téléphone B. De même, en débranchant l'appareil, ce sera obligatoirement le téléphone A qui restera en service. La **figure 1a** illustre le synoptique de fonctionnement de ce montage.

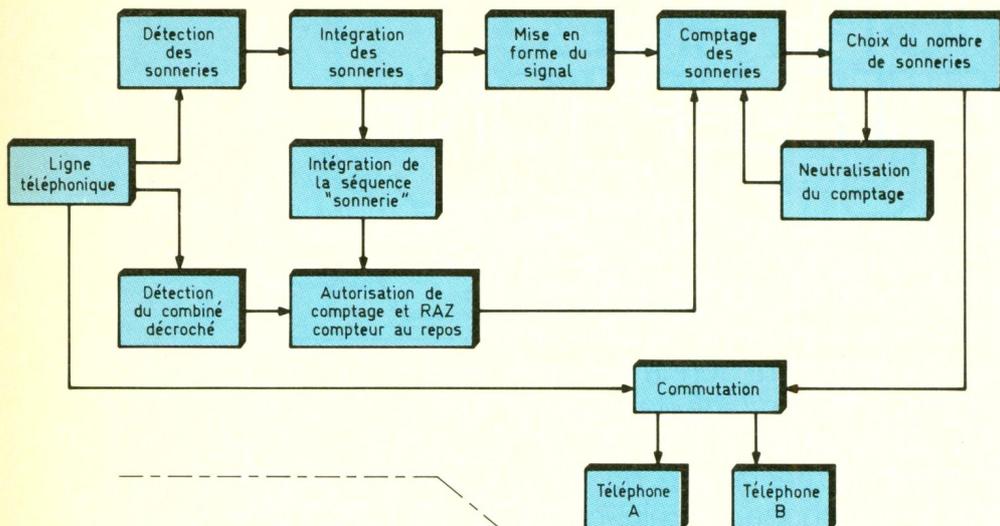
2. Eclairage automatique

Dès la première sonnerie du téléphone, l'éclairage du couloir ou de la pièce dans laquelle ce dernier est installé s'allume, à condition toutefois que le boîtier se trouve plongé dans l'obscurité au moment de l'appel. L'éclairage est maintenu non seulement pendant toute la durée de la séquence correspondant aux sonneries, mais également pendant la durée de la communication téléphonique. De plus, une fois le combiné raccroché, une temporisation fait encore subsister

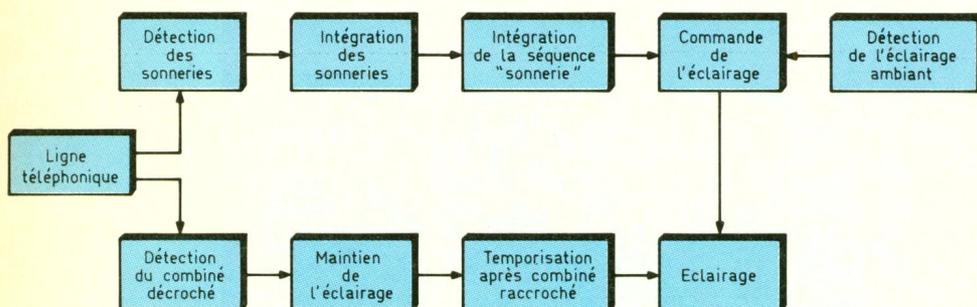
1 Synoptiques de fonctionnement :

- Pour le renvoi automatique ;
- pour l'éclairage automatique.

a) Renvoi automatique



b) Eclairage automatique



l'éclairage, ce qui vous permettra de quitter votre téléphone et éventuellement de vous recoucher sans trébucher dans des obstacles divers... Le synoptique de la **figure 1b** reprend le principe du fonctionnement de ce montage.

II - LE FONCTIONNEMENT ELECTRONIQUE

1. Renvoi automatique (fig. 2, 3 et 4)

a) Alimentation

L'énergie nécessaire au fonctionnement du boîtier est prélevée du secteur. Après un abaissement de la tension à 12 V, effectué par un transformateur, un pont de diodes réalise le redressement des deux alternances. Un transistor NPN T_1 , dont la base est maintenue à un potentiel fixé à 10 V par la diode Zener D_Z , délivre alors sur son émetteur une

tension régulée de l'ordre de 9,5 V. Les capacités C_1 et C_2 assurent les filtrages nécessaires, tandis que la capacité C_3 fait office d'antiparasitage.

b) Détection des sonneries

Le pont de diodes n° 2 monté sur la ligne téléphonique joue ici le rôle de détrompeur. Grâce à lui, il n'est pas nécessaire de tenir compte de la polarité de la ligne lors du raccordement. La **figure 2** reprend les différents potentiels et allures de signaux que l'on peut rencontrer dans la ligne dans différents cas :

- combiné raccroché : potentiel continu de 50 V ;
- sonnerie : potentiel sinusoïdal, mais sans inversion du sens du courant, avec amplitude maximale de l'ordre de 100 V ;
- combiné décroché : potentiel continu d'environ 10 V avec légère ondulation correspondant à la tonalité ;
- numérotation : impulsions positives de 50 V, à une fréquence

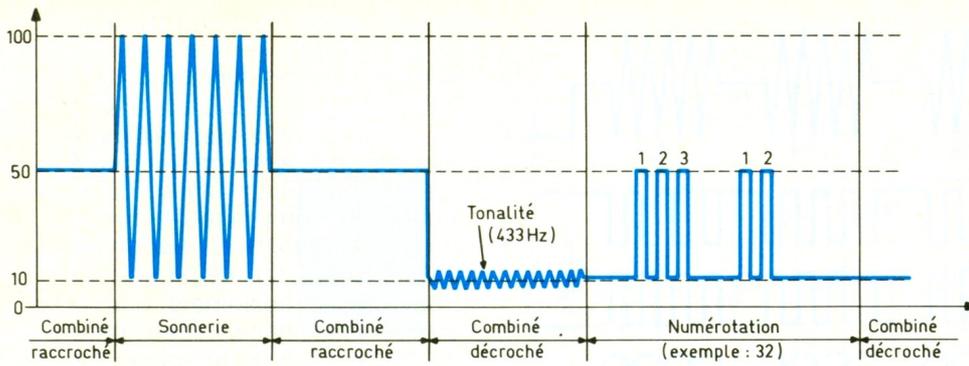
de 10 Hz, le nombre d'impulsion correspondant au chiffre formé (10 pour le « 0 »).

La résistance R_5 et l'ajustable A constituent un pont diviseur de grande impédance. La fraction de potentiel prélevé est réglable que le biais du curseur de l'ajustable A. La capacité C_4 ne permet que le transfert d'un potentiel variable, c'est-à-dire le signal correspondant aux sonneries, tout en bloquant toute composante continue. Les signaux ainsi transmis transitent par la jonction base-émetteur du transistor NPN T_3 . Au niveau de son collecteur, on recueille alors des impulsions négatives calibrées à 9,5 V d'amplitude. La porte NOR I de IC_1 inverse ces dernières en impulsions positives. Nous verrons plus loin que lors d'une numérotation, l'entrée 2 de cette porte est maintenue à un état haut ; il en résulte un état bas permanent sur la sortie et une neutralisation de la porte. Il s'agit en fait d'une sécurité : en effet, cette disposition évite la prise en compte, par le montage, des impulsions générées par la numérotation.

c) Intégrations

Lors des impulsions positives délivrées par la sortie de la porte NOR I de IC_1 , la capacité C_5 se charge à travers la résistance de faible valeur R_8 et la diode antiretour D_2 . La décharge de C_5 entre deux impulsions positives consécutives ne peut alors se réaliser qu'à travers la résistance de valeur plus importante R_9 , si bien que, lors d'une sonnerie, les entrées réunies de la porte NAND I de IC_2 sont soumises à un potentiel continu très supérieur à la demi-tension d'alimentation. La sortie de cette porte présente alors un état bas, et celle de la porte II, un état haut. En revanche, la durée séparant deux sonneries consécutives permet largement à C_5 de se décharger dans R_9 . Il en résulte donc un passage par un état bas de la sortie de la porte NAND II de IC_2 . A la sortie de celle-ci, on recueille ainsi des états hauts correspondant aux sonneries consécutives. Lors de ces états hauts, la capacité C_9 se charge rapidement par l'intermédiaire de R_{19} et la diode antiretour D_3 . Lors des pauses séparant deux sonneries, C_9 se décharge par la résistance de grande valeur R_{20} . De plus, C_9 a une capacité bien plus impor-

2 Les potentiels présents sur la ligne P.T.T., en fonction de la situation.



tante que C_5 . Il en résulte, au niveau de l'entrée 6 de la porte NOR II de IC_1 , un état haut ou plus exactement pseudo-haut, pendant toute la durée de la séquence définie par les sonneries consécutives. La sortie de cette porte présente alors un état bas permanent.

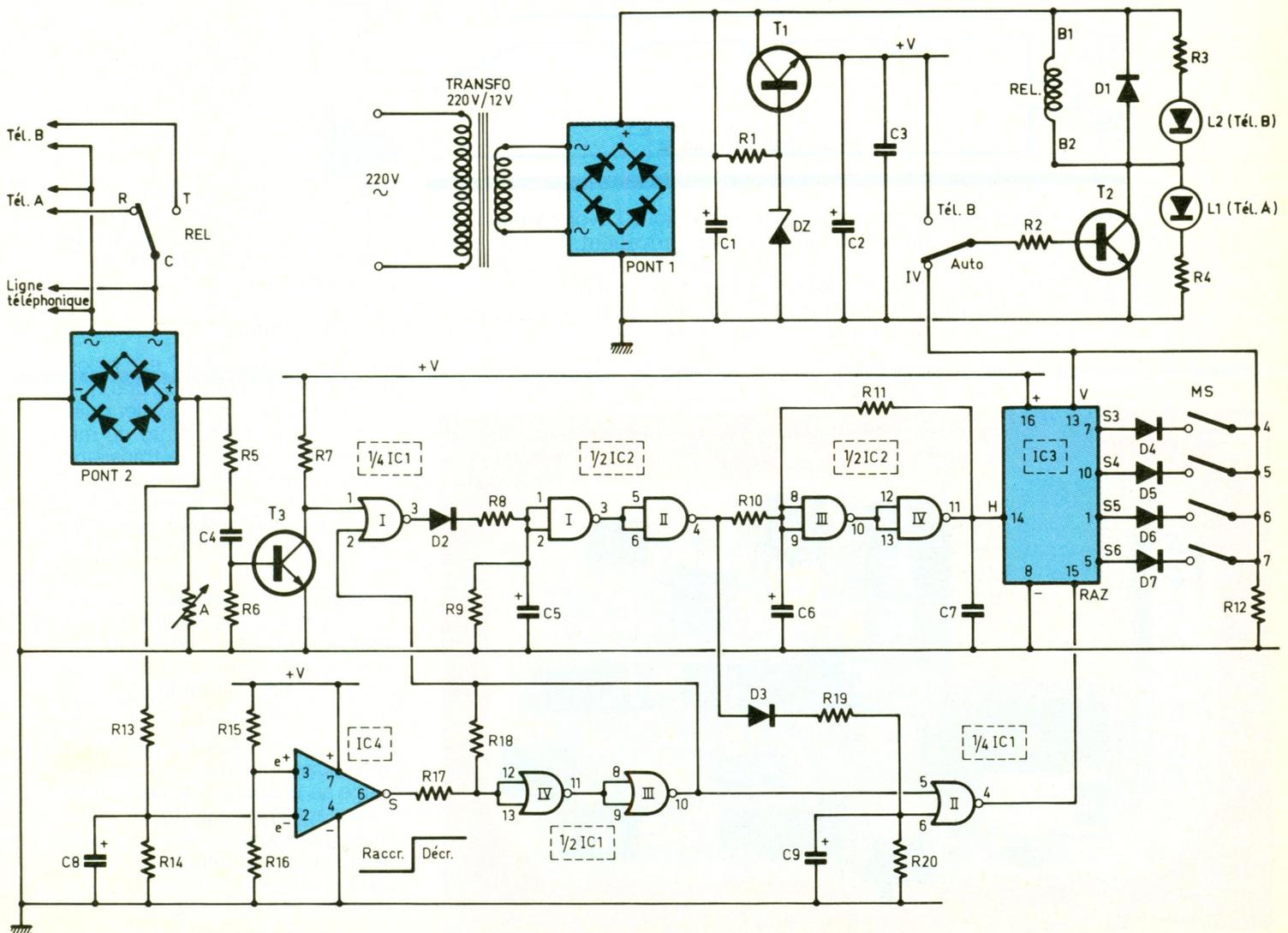
d) Comptage

Les portes NAND III et IV constituent un trigger de Schmitt. Son rôle consiste à conférer, aux créneaux présentés sur son entrée, des fronts montants et descendants bien verticaux, grâce à la réaction positive introduite par

R_{11} lors des basculements des portes. De plus, la capacité C_6 , qui se charge en début d'état haut délivré par la sortie de la porte NAND II, par R_{10} , introduit un retard volontaire. Grâce à cette disposition, l'état haut de sortie du trigger a lieu avec un décalage. En particulier, si le signal délivré par la porte NAND II a une durée insuffisante (ce qui pourrait être le résultat d'un signal parasite sur la ligne, ou encore correspondre à un décrochage du combiné) le trigger ne réagit pas. Il s'agit donc d'une sécurité supplémentaire de fonctionnement.

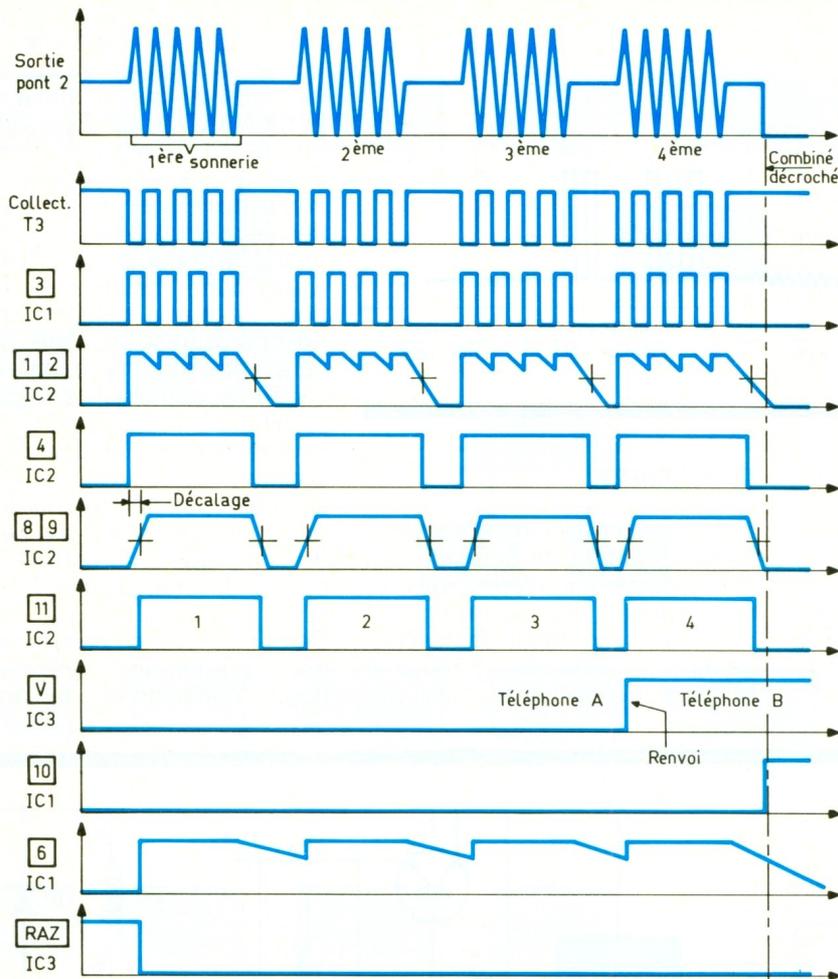
Les créneaux délivrés par le trigger sont acheminés sur l'entrée de comptage d'un compteur-décodeur décimal CD 4017, repéré IC_3 .

Ce dernier avance au rythme des fronts positifs des créneaux, à la double condition que les entrées



3 Schéma électronique du « renvoi automatique » : le nombre de sonneries au bout duquel le relaiage s'effectue sera fonction de la position des microswitches M.S.

4 Oscillogrammes de fonctionnement du renvoi automatique.



« RAZ » (remise à zéro) et « V » (validation) sont soumises à un état bas.

Notons que l'entrée RAZ est soumise à un état bas dès le début de la séquence « sonnerie »,

comme nous l'avons vu au paragraphe précédent. En revanche, lors des repos, c'est-à-dire en dehors des sonneries, avec le combiné raccroché, comme nous le verrons plus loin, l'entrée

RAZ est soumise à un état haut, ce qui assure la remise à zéro du compteur IC₃, et donc son initialisation.

Quant à l'entrée de validation, elle est généralement soumise à un état bas, étant donné qu'en début de comptage le niveau haut est seulement disponible sur la sortie S₀ du compteur.

Remarquons également que la première sonnerie n'est pas prise en compte par le compteur. En effet, l'impulsion de comptage sur l'entrée « Horloge » se produit avant le passage à l'état bas de l'entrée RAZ, étant donné le retard introduit par le début de charge de C₉ à travers R₁₉.

A la deuxième sonnerie, l'état haut se déplace alors sur la sortie S₁, à la troisième sur S₂ et à la quatrième sur S₃. Si le micro-switch noté 4 sur le schéma est fermé, l'entrée de validation du compteur se trouve alors soumise à un état haut par l'intermédiaire de D₄. Cela a deux conséquences :

- la neutralisation du comptage : le compteur ne réagit pas aux sonneries suivantes ;
- la réalisation de la commutation, dont nous parlerons au paragraphe suivant.

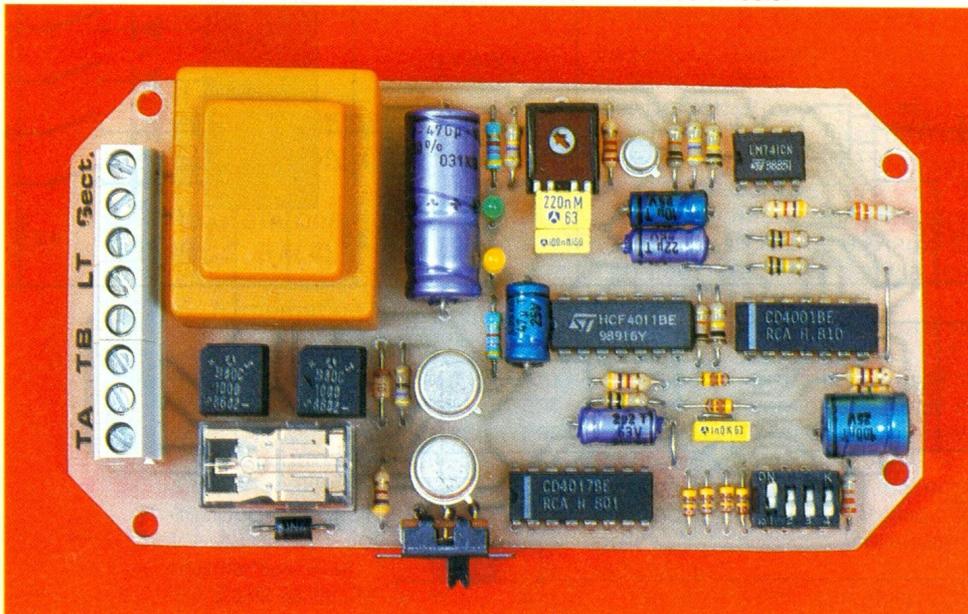
Grâce aux quatre interrupteurs constituant le microswitch, on peut ainsi prévoir la réalisation de la commutation au bout de 4, 5, 6 ou 7 sonneries.

e) Commutation

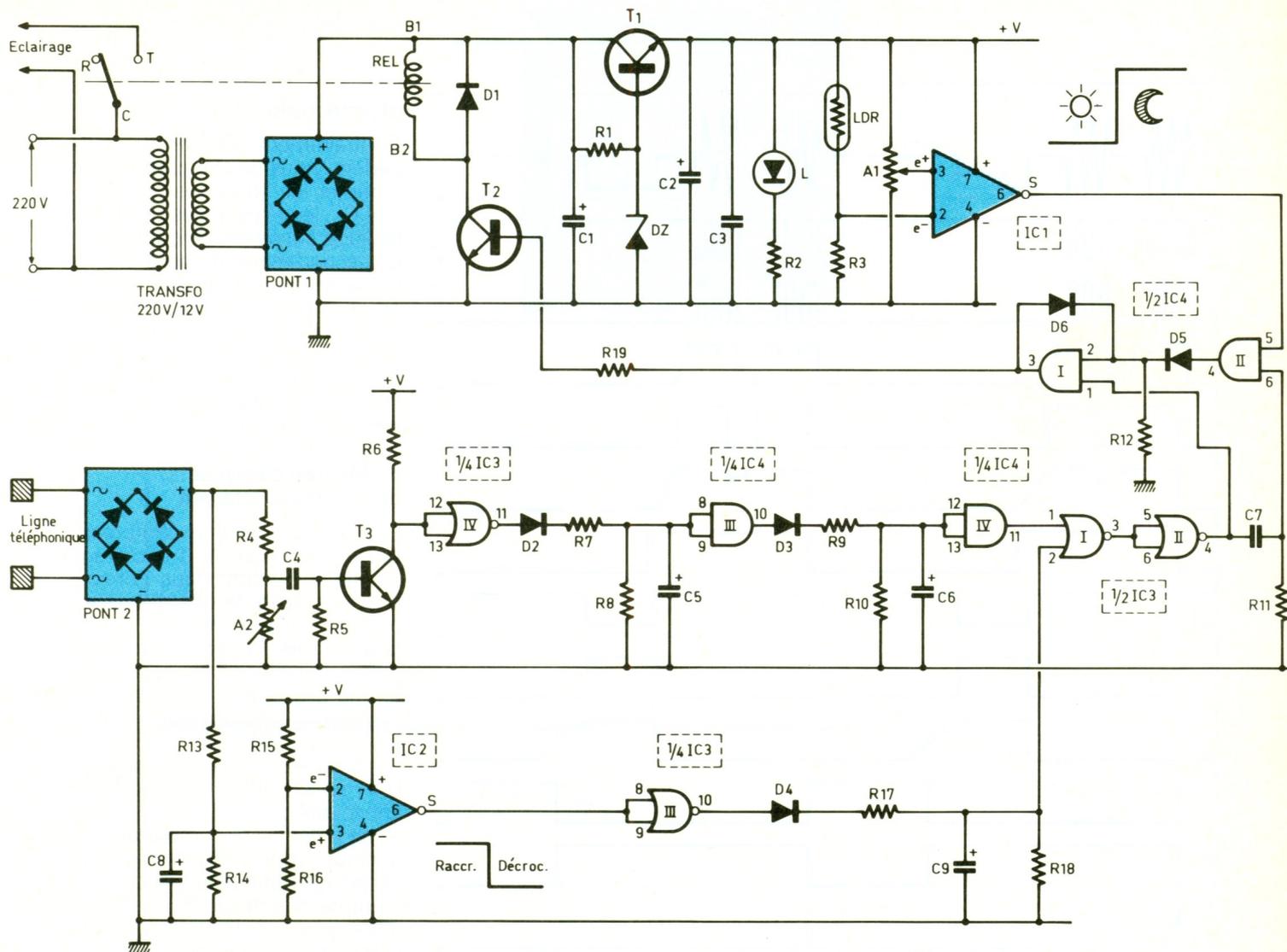
Lorsque l'inverseur IV est placé sur la position « Auto », dès que le compteur a atteint la valeur déterminée par la fermeture du microswitch concerné, le transistor T₂ se trouve saturé. Dans son circuit collecteur est monté un relais 1 RT directement alimenté par le potentiel de 12 V filtré par C₁ et disponible sur l'armature positive de cette capacité. Le relais se ferme. En examinant le schéma, on peut remarquer la commutation alors réalisée : à savoir, la liaison entre la ligne téléphonique et le téléphone B.

Notons qu'en position de repos cette ligne est reliée en permanence au téléphone A. On notera également la possibilité de réaliser en permanence la liaison entre la ligne et le téléphone B, en plaçant l'inverseur IV sur la position « Tél. B ». Dans ce cas, le relais est constamment fermé.

Photo 2. - La platine de renvoi automatique intégrant le transformateur d'alimentation moulé.



5 Schéma électronique de « l'éclairage automatique » : la détection au niveau de l'éclairage ambiant s'effectuera à l'aide d'une LDR montée dans un pont diviseur. IC₁, un AOP, comparera la tension fournie avec une référence.



La diode D₁ protège le transistor T₂ des effets liés à la surtension de self au moment de la coupure. Les LED L₁ et L₂ indiquent en permanence le téléphone en service, A ou B.

f) Maintien de la position du compteur après décrochage du combiné

Le circuit intégré IC₄ est un habitué de nos colonnes : il s'agit en effet d'un « 741 » monté ici en comparateur de potentiel.

Son rôle consiste à mettre en évidence la position du combiné : raccroché ou décroché. L'entrée directe est soumise en permanence à un potentiel fixe de l'ordre de 6 V, défini par le pont de résistances que constituent R₁₅ et R₁₆. Quant à l'entrée inver-

seuse, elle est soumise, par le jeu du pont de résistances R₁₃ et R₁₄, à un potentiel de :
 - 8 à 9 V, le combiné étant raccroché ;
 - 1,5 à 2 V, le combiné étant décroché.

Dans le premier cas, le potentiel présent sur l'entrée inverseuse étant supérieur à celui de l'entrée directe, la sortie du 741 présente un état bas (à la tension de déchet près).

Dans le second cas, cette sortie présente un état haut.

Les portes NOR III et IV de IC₁ forment un trigger de Schmitt. Sur la sortie de ce trigger, on recueille des états haut et bas nettement définis :

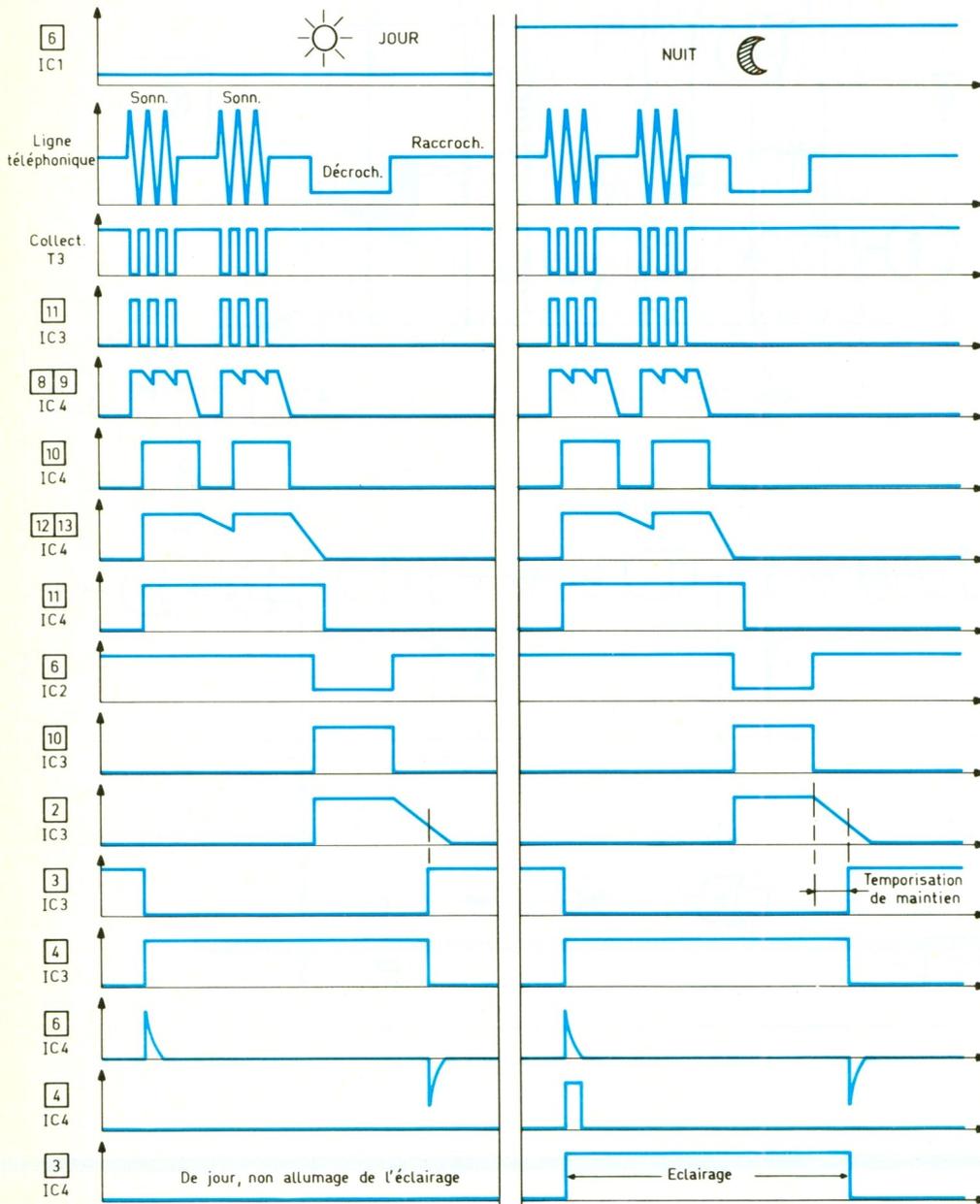
- un état bas si le combiné est raccroché,

- un état haut si ce dernier est décroché.

Dans la seconde situation, cet état haut, appliqué à l'entrée 5 de la porte NOR II de IC₁, a pour résultat la délivrance d'un état bas par cette porte, et donc le maintien de l'entrée RAZ du compteur à l'état bas. Grâce à cette disposition, lorsque l'on décroche le combiné et que les sonneries cessent, le compteur IC₃ reste sur sa position. Sans cette précaution, dans le cas du décrochage du combiné du téléphone B, il se produirait la remise à zéro du compteur, et donc la commutation vers le téléphone A, ce qui n'est évidemment pas souhaitable...

La capacité C₈ installée aux bornes de R₁₄ joue le rôle de filtre.

6 Oscillogramme de fonctionnement de l'éclairage automatique.



Grâce à elle, l'entrée inverseuse de IC₄ reste insensible à toute variation rapide et non définitive du potentiel présent sur la ligne : sonnerie et numérotation.

2. Eclairage automatique (fig. 5 et 6)

a) Alimentation et détection des sonneries

Le schéma de ce deuxième montage est très proche du précédent, aussi les explications relatives au fonctionnement seront-elles plus brèves et uniquement focalisées sur les différences.

L'alimentation est tout à fait identique à celle du premier montage ; une LED L, dont le courant est limité par R₂, matérialise l'état de mise sous tension du dispositif.

Le principe de détection des sonneries est également le même ; la sortie de la porte NOR IV de IC₃ délivre des impulsions positives pendant les sonneries. La capacité C₅, les résistances R₇ et R₈ et la diode antiretour D₂ forment un dispositif d'intégration. A la sortie de la porte AND III de IC₄, on enregistre des états hauts pendant les sonneries, avec, à ce

niveau, des passages à l'état bas entre deux sonneries consécutives.

b) Intégration

Contrairement au montage précédent, nous ne cherchons pas à compter les sonneries. La capacité C₆, les résistances R₉/R₁₀ et la diode antiretour D₃ constituent un second étage intégrateur. A la sortie de la porte AND IV de IC₄, on enregistre donc un état haut permanent pendant toute la durée des sonneries consécutives. Cette sortie ne passe à l'état bas que lorsque les sonneries cessent définitivement.

c) Mesure du niveau de l'éclairage ambiant

La LDR, qui est une photorésistance, est soumise à l'éclairage ambiant. Plongée dans l'obscurité, elle présente une résistance ohmique très élevée, de l'ordre de plusieurs mégohms. Eclairée, même faiblement, sa résistance tombe à quelques kilohms. Sur l'entrée inverseuse du « 741 » IC₁ on recueille ainsi :

- un potentiel très bas, voisin de 0 V, si la LDR est placée dans l'obscurité ;
- un potentiel plus important, de quelques volts, si la LDR reçoit de l'éclairage naturel ou artificiel.

L'entrée directe de IC₁ est soumise à un potentiel réglable grâce au curseur de l'ajustable A₁. Ce potentiel est à régler à une valeur comprise entre a et b. La valeur « a » étant celle que l'on relève sur l'entrée inverseuse si la LDR est plongée dans l'obscurité, et la valeur « b » correspondant à un seuil d'éclairage minimal pour lequel on considère qu'il convient d'allumer. Nous verrons, dans le paragraphe consacré aux réglages, la façon pratique de réaliser cette mise au point.

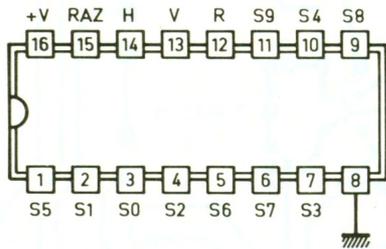
En définitive, sur la sortie de IC₁ on relève :

- un état haut dans le cas de l'obscurité ou d'un éclairage jugé trop faible ;
- un état bas dans le cas d'un éclairage suffisant.

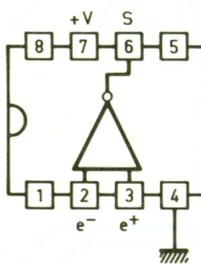
d) Commande de l'éclairage

Dès le début de la première sonnerie, l'entrée 1 de la porte NOR I de IC₃ est soumise à un état haut. Sa sortie passe aussitôt à l'état bas, quel que soit d'ailleurs

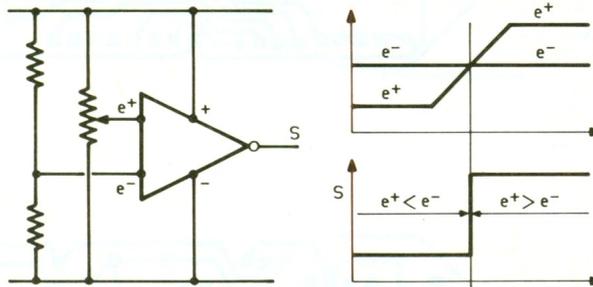
CD 4017 Compteur décodeur décimal



H	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	R
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

 μA 741 Ampli-op

Fonctionnement en comparateur de potentiel



le niveau auquel est soumise l'entrée 2. La sortie de la porte NOR II passe aussitôt à l'état haut.

La porte AND I de IC₄ est montée en porte de mémorisation. Lorsque son entrée de contrôle 1 est soumise à un état haut et qu'une impulsion positive, même fugitive, se manifeste sur l'entrée 2, il se produit l'automaintien, grâce au verrouillage effectué par la diode D₆. Dans ce cas, la sortie de cette porte I reste à l'état haut permanent. Ce dernier ne laisse sa place à un état bas qu'au moment où l'entrée 1 repasse à l'état bas. Mais revenons au début d'une séquence de sonneries.

L'entrée de contrôle 1 de la porte AND I passe à un état haut. La capacité C₇ et la résistance R₁₁ forment un montage intégrateur qui prend en compte le front montant délivré par la sortie de la porte NOR II de IC₃. La porte AND II ne transmet cette brève impulsion positive sur sa sortie que dans le cas où la LDR se trouve plongée dans l'obscurité. Si la LDR est placée dans une ambiance suffisamment éclairée, cette transmission ne se réalise pas étant donné le blocage de la porte AND II.

Dans le premier cas, la sortie de la porte AND I passe à un état haut permanent et automaintenu. Dans le second cas, cette sortie reste à l'état bas.

Lorsque la porte de mémorisation AND I est active, il se produit la saturation du transistor T₂ qui comporte dans son circuit collecteur le bobinage d'un relais. La fermeture de ce dernier assure l'éclairage souhaité.

Notons que dès la réalisation de cet éclairage, la LDR y étant soumise, la sortie de IC₁ passe à un état bas. Mais cela n'a aucune importance : ce qui compte c'est

le niveau de l'éclairage au moment où la première sonnerie retentit, c'est-à-dire avant la commutation éventuelle du relais.

e) Maintien de l'éclairage après décrochement du combiné

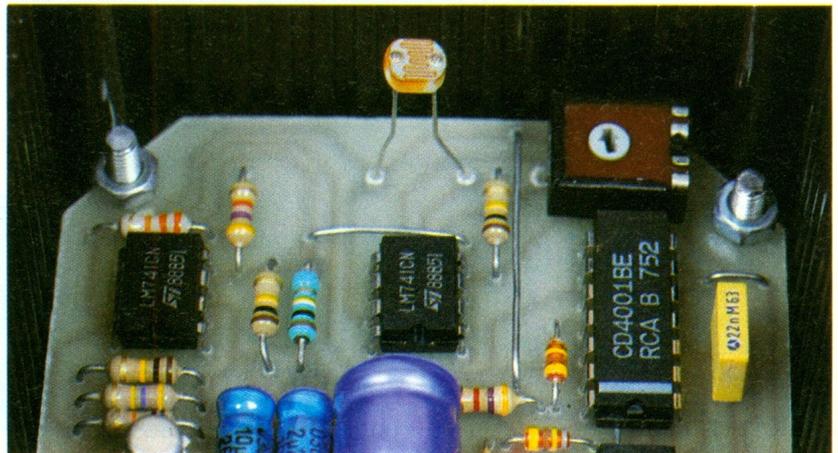
Au moment du décrochement du combiné, les sonneries cessent. Sans disposition particulière, au bout de quelques secondes, la sortie de la porte AND IV de IC₄ passerait à l'état bas et l'éclairage s'éteindrait étant donné le passage à l'état bas de l'entrée de contrôle 1 de la porte de mémorisation AND I de IC₄. Cela n'est pas très confortable. Il s'agit donc de détecter le décrochement du combiné suivant un schéma tout à fait similaire à celui du montage précédent.

En définitive, et après l'inversion pratiquée par la porte NOR III de IC₃, on enregistre sur la sortie de celle-ci :

- un état bas tant que le combiné est raccroché ;
- un état haut si le combiné est décroché.

Dans ce dernier cas, la capacité C₉ se charge à travers R₁₇ et D₄. Ainsi, lorsque les sonneries cessent et que le combiné a été décroché, l'entrée 2 de la porte NOR I de IC₃ est soumise à un état haut et l'éclairage éventuellement mis en route se maintient pendant toute la durée de la communication. Mieux encore, lorsque l'on raccroche, la capacité C₉ se décharge lentement à travers la résistance R₁₈, si bien que l'éclairage reste maintenu encore pendant une durée de l'ordre de la minute, ce qui permet à l'utilisateur du téléphone de disposer de l'éclairage, afin de quitter la pièce ou le couloir en toute sécurité et en ne se souciant nullement de l'extinction.

Photo 3. - Vue de la LDR et de l'ajustable de réglage du seuil de déclenchement.



III – REALISATION PRATIQUE

1. Circuits imprimés (fig. 8)

Les circuits imprimés sont relativement simples à reproduire. Il suffit d'appliquer directement les éléments de transfert Mecanorma sur la face cuivre préalablement dégraissée de l'époxy. Il est également possible de réaliser un mylar transparent que l'on interposera par la suite entre une source de rayons ultraviolets et l'époxy présensibilisée. Dans les deux cas, le module sera ensuite placé dans un bain de perchlorure de fer pour la gravure.

Après un rinçage abondant, toutes les pastilles seront percées à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre. Certains seront à agrandir pour les adapter aux diamètres des composants auxquels ils sont destinés.

Il est conseillé de procéder par la suite à l'étamage des postes pour leur conférer une meilleure tenue mécanique et chimique.

2. Implantation des composants (fig. 9)

Le principe reste toujours le même : on débute par les composants de la plus faible épaisseur, straps, diodes, résistances, pour finir par ceux qui se caractérisent par un encombrement plus important tels que les transistors, les capacités, le relais et le transformateur. L'inverseur IV du premier montage est collé sur le module, des straps le relie au circuit imprimé. Les circuits intégrés seront implantés complètement à la fin, en respectant un temps de refroidissement suffi-

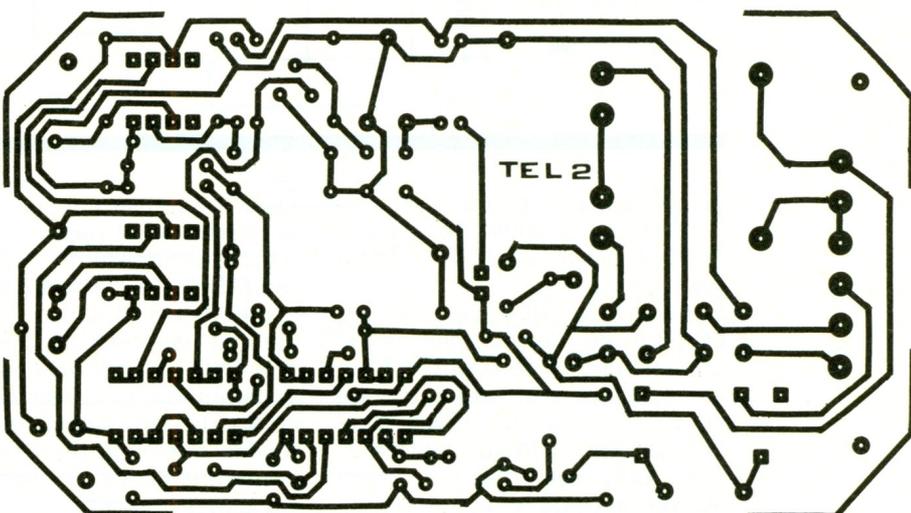
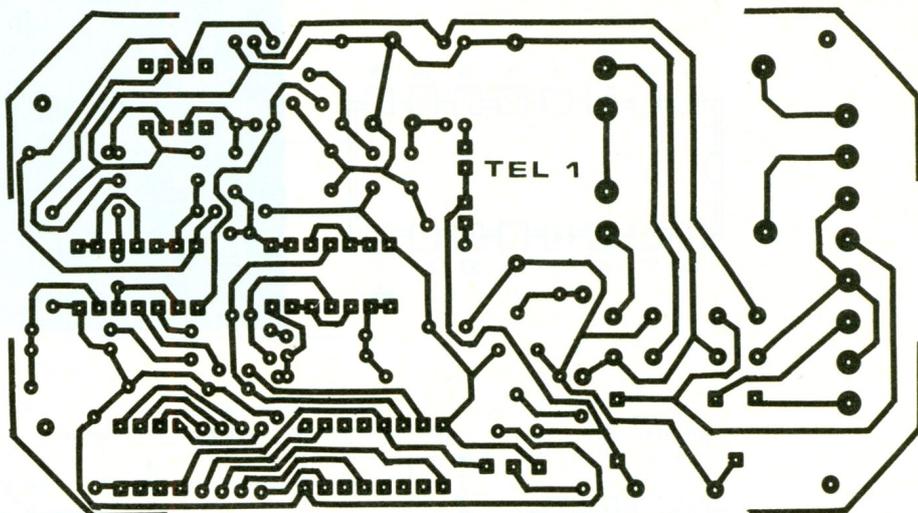
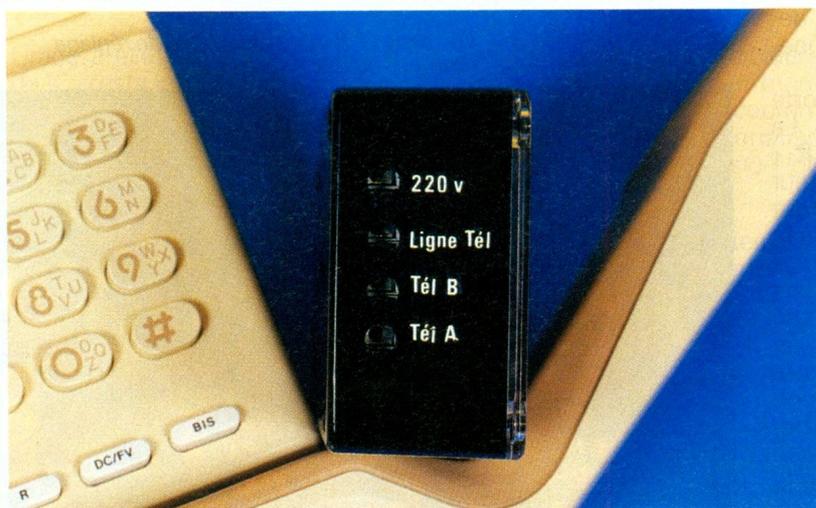


Photo 4. – Les liaisons avec l'extérieur s'effectuent à l'aide de dominos pour circuit imprimé.

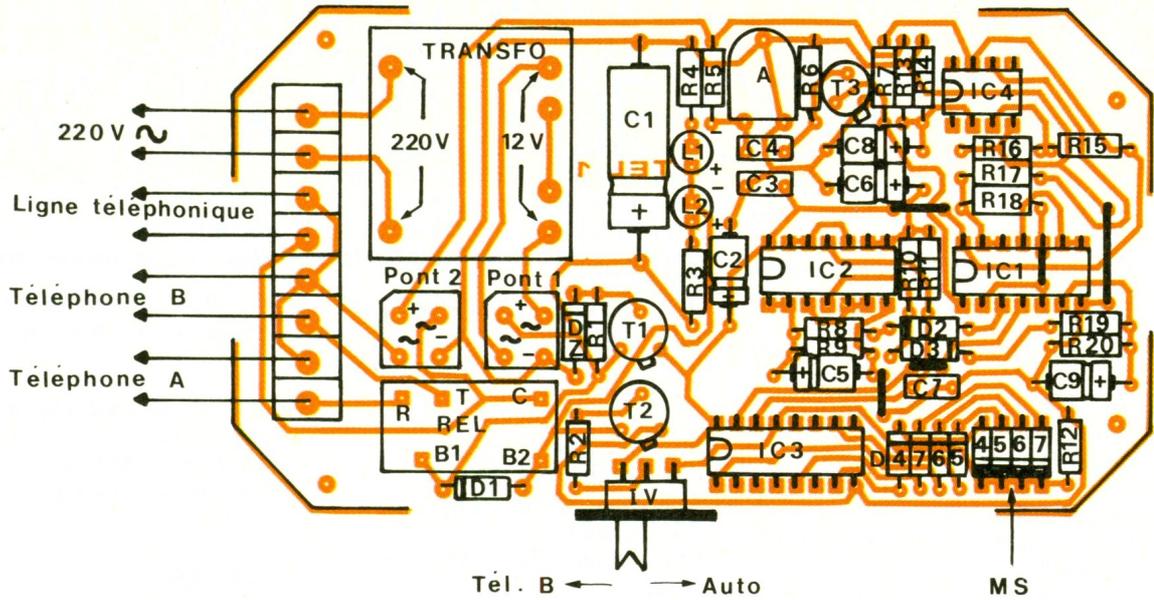


sant entre deux soudures consécutives sur le même boîtier. Il va sans dire qu'il convient de respecter scrupuleusement l'orientation des différents composants polarisés.

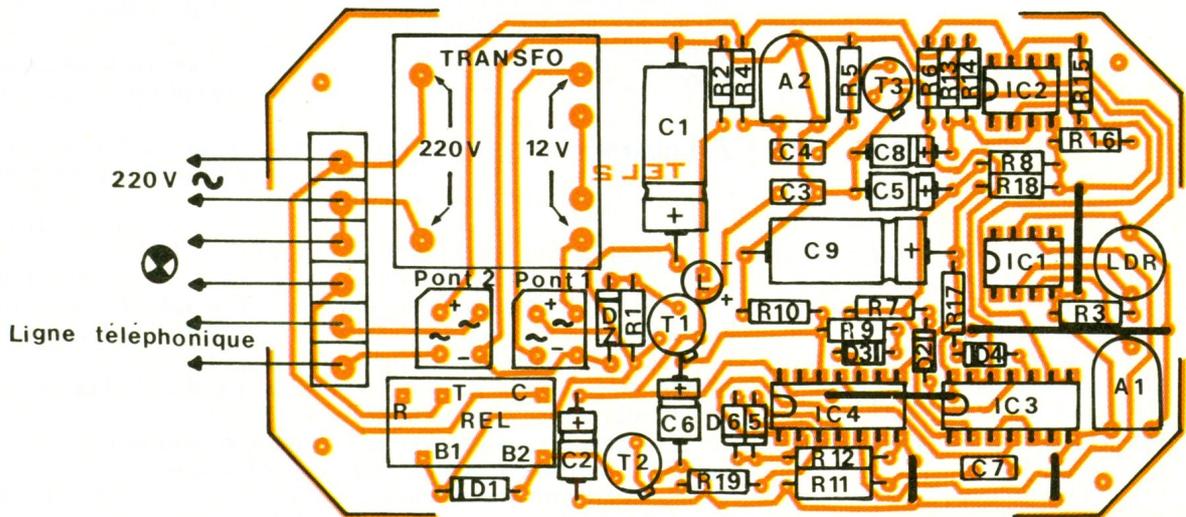
3. Mise en boîte et réglages

Les modules ont été conçus, en niveau dimensionnel, pour être logés dans des boîtiers Teko à couvercles transparents. Ainsi, les LED seront parfaitement visibles de l'extérieur. Il en est de même pour la captation de la lumière ambiante par la LDR. Il est conseillé de repérer, au niveau du boîtier ou des modules (ou les deux), les bornes de raccorde-

Renvoi automatique



Eclairage automatique



ment pour éviter toute erreur de branchement. Une dernière remarque : la liaison de tels montages avec la ligne PTT est normalement interdite par cette administration. Rien n'interdit cependant leur utilisation dans le cas d'un réseau privé. Pour terminer, quelques mots sur les réglages.

a) Le renvoi automatique

Dans un premier temps le curseur de l'ajustable sera entièrement positionné à fond dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Lorsque le téléphone sonne, on tournera progressivement le curseur dans le sens des aiguilles d'une montre, et on ces-

sera cette rotation dès que l'aiguille d'un contrôleur, que l'on aura branché entre le « moins » et la broche 3 de IC₁, bouge légèrement, même de quelques divisions seulement. Le montage est opérationnel, on n'oubliera pas de fermer l'interrupteur choisi du microswitch.

b) L'éclairage automatique

Pour le réglage de la sensibilité de la détection des sonneries on procédera comme précédemment en branchant le « plus » du contrôleur sur la broche 11 de IC₃, et en agissant sur le curseur de l'ajustable A₂. Pour le réglage de la détection du niveau de l'éclairage ambiant, on

branchera la pointe de touche du contrôleur sur la broche 6 de IC₁. On placera ensuite le montage dans une ambiance d'éclairage très réduit pour lequel on désirerait l'allumage de l'éclairage. Auparavant, le curseur de A₁ sera positionné complètement en fin de course dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. On tournera ensuite le curseur lentement dans le sens des aiguilles d'une montre jusqu'au moment où sur la sortie n° 6 on constatera un potentiel passant de 2 à 8 ou 9 V. Le réglage est alors achevé. Pour effectuer ce réglage, on ne branchera pas l'ampoule d'éclairage, afin de ne pas influencer la LDR.

Robert KNOERR

LISTE DES COMPOSANTS

1. Renvoi automatique

5 straps (2 horizontaux, 3 verticaux)

R₁ : 470 Ω (jaune, violet, marron)
R₂ à R₄ : 3 × 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
R₅ : 470 kΩ (jaune, violet, jaune)
R₆ : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)
R₇ : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R₈ : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
R₉ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R₁₀ : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R₁₁ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R₁₂ : 33 kΩ (orange, orange, orange)
R₁₃ : 470 kΩ (jaune, violet, jaune)
R₁₄ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R₁₅ : 33 kΩ (orange, orange, orange)
R₁₆ : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
R₁₇ : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R₁₈ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R₁₉ : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
R₂₀ : 150 kΩ (marron, vert, jaune)

A : ajustable de 47 kΩ – implantation horizontale – (pas de 5,08)
D₁ : diode 1N4004, 4007
D₂ à D₇ : 6 diodes-signal 1N4148, 1N914
L₁ : LED verte ø 3
L₂ : LED jaune ø 3
D_Z : diode Zener 10 V/1,3 W
Pont 1 et pont 2 : 2 ponts de diodes 500 mA

C₁ : 470 μF/16 V électrolytique
C₂ : 47 μF/10 V électrolytique
C₃ : 0,1 μF milfeuil
C₄ : 0,22 μF milfeuil
C₅ : 2,2 μF/10 V électrolytique
C₆ : 22 μF/10 V électrolytique
C₇ : 1 nF milfeuil
C₈ : 10 μF/10 V électrolytique
C₉ : 100 μF/10 V électrolytique
T₁, T₂ : 2 transistors NPN 2N1711, 1613
T₃ : transistor NPN BC108, 109, 2N2222
IC₁ : CD 4001 (4 portes NOR à 2 entrées)
IC₂ : CD 4011 (4 portes NAND à 2 entrées)
IC₃ : CD 4017 (compteur-décodeur décimal)
IC₄ : μA 741 (ampli op)
Transformateur 220 V, 12 V, 1 VA moulé
REL : relais 12 V/1RT (NATIONAL)
IV : inverseur unipolaire à glissière
MS : microswitch 4 contacts
8 dominos pour circuit imprimé
Boîtier Teko, série « Coffre transparent » 2TP (70 × 125 × 39)

2. Eclairage automatique

5 straps (2 horizontaux, 3 verticaux)
R₁ : 470 Ω (jaune, violet, marron)
R₂ : 560 Ω (vert, bleu, marron)
R₃ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R₄ : 470 kΩ (jaune, violet, jaune)
R₅ : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)
R₆ : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R₇ : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
R₈ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R₉ : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
R₁₀ : 150 kΩ (marron, vert, jaune)
R₁₁, R₁₂ : 33 kΩ (orange, orange, orange)

R₁₃ : 470 kΩ (jaune, violet, jaune)
R₁₄ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R₁₅ : 33 kΩ (orange, orange, orange)
R₁₆ : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
R₁₇ : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
R₁₈ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R₁₉ : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)

A₁, A₂ : 2 ajustables de 47 kΩ – implantation horizontale – (pas de 5,08)
LDR : photorésistance
D₁ : diode 1N4004, 4007
D₂ à D₆ : 5 diodes-signal 1N4148, 1N914
D_Z : diode Zener 10 V/1,3 W
L : LED verte ø 3
Ponts 1 et 2 : 2 ponts de diodes 500 mA

C₁ : 470 μF/16 V électrolytique
C₂ : 47 μF/10 V électrolytique
C₃ : 0,1 μF milfeuil
C₄ : 0,22 μF milfeuil
C₅ : 2,2 μF/10 V électrolytique
C₆ : 100 μF/10 V électrolytique
C₇ : 22 nF milfeuil
C₈ : 10 μF/10 V électrolytique
C₉ : 470 μF/10 V électrolytique

T₁, T₂ : 2 transistors NPN 2N1711, 1613
T₃ : transistor NPN BC108, 109
IC₁, IC₂ : μA 741 (ampli op)
IC₃ : CD 4001 (4 portes NOR à 2 entrées)
IC₄ : CD 4081 (4 portes AND à 2 entrées)
Transformateur 220 V, 12 V, 1 VA moulé
REL : relais 12 V/1RT (NATIONAL)
6 dominos pour circuit imprimé
Boîtier Teko « Coffre transparent » 2 TP (70 × 125 × 39)

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

ELECTRONIQUE PRATIQUE (1) 42 00 33 05

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



La mesure reste l'un des domaines suscitant un vif intérêt parmi nos lecteurs. Cependant, c'est également l'un des secteurs de l'électronique assez mal connu de l'amateur où subsistent le plus d'interrogations.

A travers l'étude du contrôleur MAN'X 102, ce troisième volet aborde les notions de circuit électrique avant d'introduire la mesure en alternatif.

QU'EST-CE QU'UN CIRCUIT ELECTRIQUE ?

GENERALITES

Mise en évidence du courant électrique

Un circuit électrique est constitué de trois éléments principaux :

- un générateur (pile, accumulateur, ...);
 - un récepteur (lampe, résistance, ...);
 - des fils conducteurs reliant le générateur au récepteur.
- Réalisons un circuit électrique en reliant par des fils conducteurs (fig. 1) :
- les deux bornes A et B d'une pile ou d'une batterie d'accumulateurs ;
 - un interrupteur K ;
 - deux lampes à incandescence

L_1 et L_2 , disposées en série.

Lorsque l'interrupteur K est ouvert, aucun effet ne se manifeste : le circuit électrique est dit « ouvert ». Lorsque K est fermé, les lampes L_1 et L_2 s'allument : leurs filaments sont portés à incandescence et deviennent lumineux. Nous dirons que le circuit est parcouru par un courant électrique d'intensité I exprimée en ampères, symbole A (fig. 2).

Convention : dans la portion de circuit extérieure au générateur, le courant circule du pôle positif vers le pôle négatif du générateur.

Mesure de l'intensité des courants continus

Un ampèremètre est un appareil qui permet la mesure de l'intensité du courant électrique. Le schéma normalisé d'un ampèremètre pour courants continus est représenté figure 3. Un ampèremètre se monte en série dans la branche où l'on désire mesurer l'intensité du courant. Le contrôleur universel offre les calibres di-

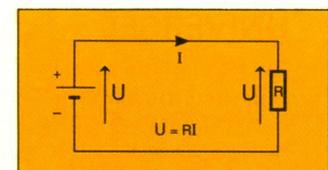
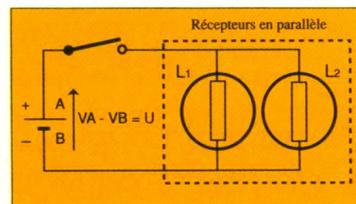
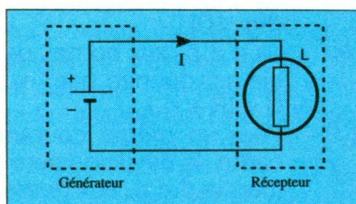
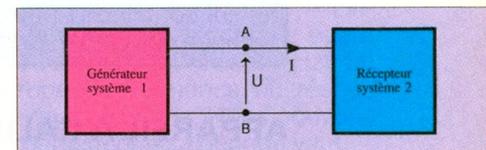
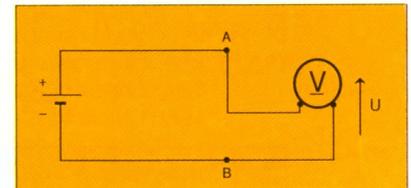
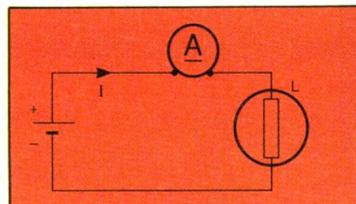
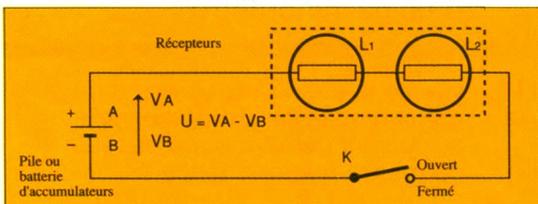
rects suivants pour les mesures d'intensités continues : 1 mA, 10 mA, 100 mA, 1 A, 3 A.

Modifions le circuit de la figure 1 en plaçant les deux lampes L_1 et L_2 en parallèle (fig. 4) et non plus en série comme précédemment. L'éclat des lampes s'accroît : nous dirons que le courant est plus intense.

Notions de différence de potentiel électrique

En fonctionnement, le générateur (pile ou batterie d'accumulateurs) maintient à ses bornes une différence de potentiel (d.d.p.) ou tension entre les points A et B.

V_A est le potentiel du point A
 V_B est le potentiel du point B
La différence $V_A - V_B$ est appelée différence de potentiel ; on le note généralement U.
 $U = V_A - V_B$



1 à 7

1 Réalisation d'un circuit électrique / 2 Mise en évidence du courant
3 Branchement d'un ampèremètre / 4 Mise en parallèle de récepteurs
5 Connexions d'un voltmètre / 6 Définitions / 7 Loi d'Ohm.

L'unité de d.d.p. est le volt, de symbole V.

Mesures des différences de potentiel en continu

On appelle voltmètre un appareil qui permet la mesure de d.d.p. ou tension. Le schéma normalisé d'un voltmètre pour d.d.p. continues est représenté **figure 5**.

Un voltmètre se monte aux bornes de la d.d.p. à mesurer, c'est-à-dire en parallèle.

Le contrôleur universel offre les calibres suivants pour des mesures des f.e.m. ou des différences de potentiel continues : 1 V, 3 V, 10V, 30V, 100V, 300V, 1 000V.

Définitions des récepteurs et des générateurs électriques (fig. 6)

Récepteur : un récepteur électrique est un système qui, en fonctionnement, absorbe de l'énergie électrique.

Exemple : le contrôleur universel est un récepteur lorsqu'il fonctionne en ampèremètre ou en voltmètre, mais non en ohmmètre.

Générateur : un générateur électrique est un système capable de fournir de l'énergie électrique.

Exemple : en ohmmètre, le contrôleur universel fonctionne en générateur.

Loi d'Ohm : la différence de potentiel algébrique U aux bornes d'une résistance R traversée par le courant algébrique I vaut RI avec les conventions du système récepteur (**fig. 7**).

$$U = RI \quad \begin{array}{l} U \text{ en volts V} \\ I \text{ en ampères A} \\ R \text{ en ohms } \Omega \end{array}$$

Remarque : il y a proportionnalité entre l'intensité I du courant continu et la différence de potentiel continue U pour une résistance de valeur R donnée.

APPAREIL A CALIBRES MULTIPLES : LE CONTRÔLEUR UNIVERSEL

En examinant le schéma électrique du contrôleur universel, nous constatons qu'un certain nombre de résistances sont placées en « série » ou en « parallèle ». Nous avons vu que le déplacement

de l'aiguille sur le cadran du contrôleur universel a pour cause le passage d'un courant à travers le cadre mobile du galvanomètre. Le courant qui traverse le cadre mobile est faible. Il vaut environ $50\mu\text{A} = 50 \cdot 10^{-6} \text{ A}$. Est-ce à dire que la mesure d'un courant de 1 A nécessite le passage de ce courant à travers le cadre ? Heureusement non ! Il suffit de faire passer une fraction connue du courant dans le cadre. Le reste est dérivé dans une branche mise en parallèle sur le cadre mobile, appelée aussi shunt intérieur (**fig. 8**).

Cherchons la relation qui doit exister entre les éléments pour réaliser le partage des courants ; soit :

r la résistance de la bobine du cadre mobile

R la résistance du shunt intérieur

U la d.d.p. $VA - VB$

I le courant dans le fil d'amené

i_1 le courant dans la bobine du cadre mobile

i_2 le courant dans le shunt intérieur

Nous acceptons sans démonstration que le courant I est égal à la somme de i_1 et i_2 , qui s'écrit :

$$I = i_1 + i_2 \quad (1)$$

on a par ailleurs d'après la loi d'Ohm :

$$U = ri_1 \text{ et } U = Ri_2, \text{ donc } ri_1 = Ri_2$$

ce qui montre que :

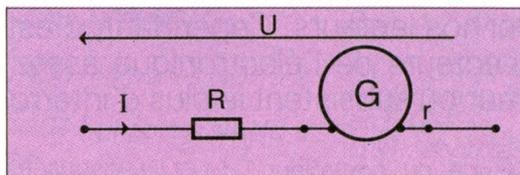
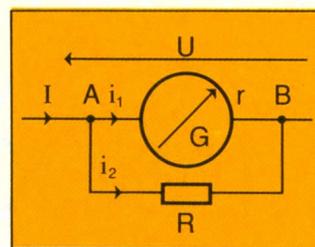
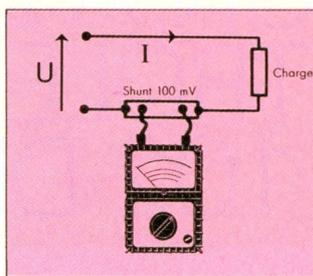
$$\frac{i_2}{i_1} = \frac{r}{R} \quad (2)$$

La relation (1) permet d'écrire en divisant chaque membre par i_1 :

$$\frac{I}{i_1} = \frac{i_1}{i_1} + \frac{i_2}{i_1} = \frac{i_1 + i_2}{i_1} \quad (3)$$

Les relations (2) et (3) impliquent

$$\frac{I}{i_1} = 1 + \frac{r}{R} \quad (4)$$



Le rapport I/i_1 ne dépend donc que du rapport r/R .

Par exemple : I et i_1 valant respectivement 1 A et 1 mA,

(4) entraîne :

$$\frac{1}{0,001} = 1 + \frac{r}{R} \text{ soit } \frac{r}{R} = 1\,000 - 1$$

Dans cette expression, on peut négliger 1 par rapport à 1 000. Ainsi, pour une résistance r voisine de 1 k Ω , le shunt intérieur R devra avoir une valeur voisine de 1 Ω .

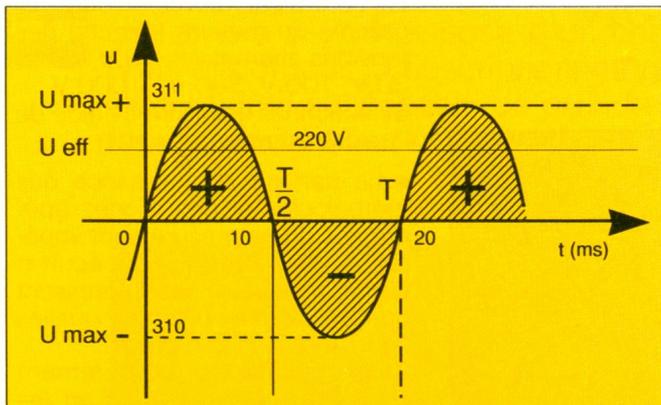
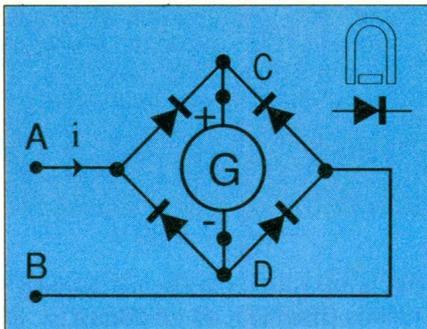
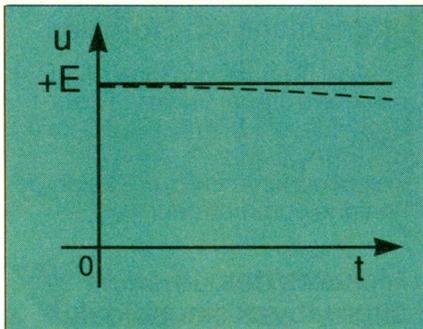
Nous dirons que l'adjonction d'un shunt intérieur nous a permis de modifier le calibre de l'appareil. On réalise ainsi des appareils à calibres multiples permettant à l'utilisateur de disposer d'un appareil dont l'aiguille dévie totalement pour le passage d'un courant qui vaut, dans le cas du contrôleur universel : 1 mA, 10 mA, 100 mA, 1 A.

Différence de potentiel aux bornes d'un galvanomètre

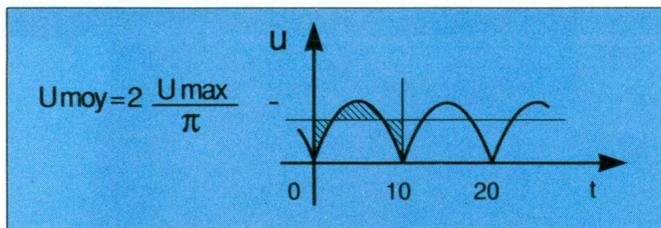
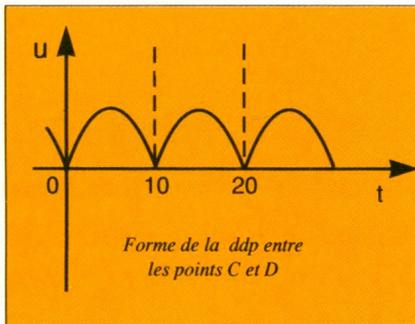
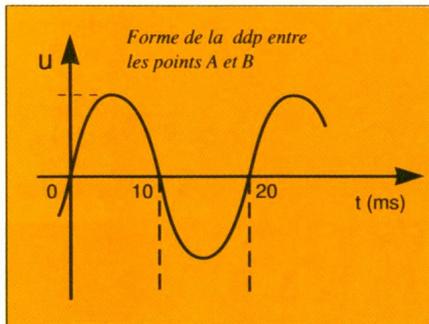
D'après la loi d'Ohm, nous avons vu que la d.d.p. aux bornes d'un galvanomètre est proportionnelle au courant qui le traverse. Au lieu de mettre une résistance en parallèle sur le galvanomètre, comme précédemment, ajoutons-lui une résistance R en série (**fig. 10**).

La d.d.p. aux bornes de l'ensemble est donnée par l'expression : $U = (R + r) I$.

Pour un même courant dans le cadre, la déviation sera la même, mais la d.d.p. aux bornes de l'ensemble Cadre-Résistance sera plus grande que celle aux bornes



$U_{\text{eff}} = 220 \text{ V}$
 $U_{\text{max}} = 311 \text{ V}$
 $f = 50 \text{ Hz}$
 $T = 20 \text{ ms}$



AB du cadre. Prenons le même exemple numérique que précédemment : $r = 1 \text{ k}\Omega$.

En ajoutant une résistance R de $99 \text{ k}\Omega$ en série, nous constituons un nouvel appareil dont la résistance est de $100 \text{ k}\Omega$. L'aiguille de celui-ci dévie de 100 divisions quand il est traversé par un courant de $1 \mu\text{A}$; on peut aussi dire que la déviation est de 100 divisions quand la d.d.p. est de $100\,000 \times 100 \times 10^{-6} = 10 \text{ V}$.

En résumé, nous venons de réaliser un voltmètre. On peut réaliser des voltmètres à plusieurs cali-

bres, par différentes dispositions. C'est cas également du contrôleur universel.

CIRCUITS DE MESURES ALTERNATIFS DU CONTRÔLEUR UNIVERSEL

Nous venons de voir quelques notions d'électricité concernant les circuits électriques soumis à une tension continue. Le mot continu est à opposer à variable. En effet, dans le cas d'un généra-

teur de tension continue (citons par exemple une pile ou un accumulateur), nous n'avons pas introduit la notion de temps. Nous dirons pour simplifier que la force électromotrice (f.e.m.) exprimée en volts aux bornes d'une pile ou d'un accumulateur est indépendante de la notion de temps, d'où l'expression de continu (fig. 11).

Or, industriellement, les générateurs électriques délivrent des d.d.p. variables avec le temps que l'on peut, avec une très bonne approximation, considérer comme sinusoïdales : tel est le cas du réseau électrique EDF. Une grandeur est dite sinusoïdale si son graphe en fonction du temps est une sinusoïde (fig. 12).

Aux bornes d'une prise secteur, nous trouvons une différence de potentiel (u) sinusoïdale couramment appelée tension alternative sinusoïdale.

Période et fréquence

Si vous dévissez la plaque arrière de votre montre à aiguilles et que vous observez le mouvement du ressort spiral, vous vous apercevez qu'il est d'une grande régularité. A des intervalles de temps égaux, le ressort reprend la même position. Nous dirons que ce mouvement est périodique. Le plus petit intervalle de temps qui sépare deux positions identiques du ressort, lorsque ce dernier se déplace dans le même sens, s'appelle période T .

Il en est de même pour une grandeur sinusoïdale. La période, qui est un intervalle de temps, s'exprime en secondes.

Définition : la fréquence f d'une grandeur périodique est l'inverse de la période T .

Nous avons donc :

$$f = \frac{1}{T}$$

La fréquence, homogène à l'inverse du temps, s'exprime quant à elle en hertz (abréviation Hz). En Europe, la fréquence du réseau est égale à 50 Hz. Nous pouvons en déduire que sa période vaut :

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50} = 0,02 \text{ s} = 20 \text{ ms}$$

Question : aux Etats-Unis, le réseau a pour fréquence $f = 60 \text{ Hz}$. Que vaut sa période ?

Réponse : $T = \frac{1}{60} = 1,66 \text{ ms}$

Remarque 1 : la d.d.p. sinusoïdale aux bornes d'une résistance R induit un courant également de forme sinusoïdale.

Remarque 2 : dans ce cas, la loi d'Ohm est conservée.

Un appareil magnéto-électrique à redresseur est sensible à la valeur moyenne d'une d.d.p. sinusoïdale (fig. 14).

$$U_{\text{moy}} = \frac{2 U_{\text{max}}}{\pi} \quad (1)$$

On aura également :

$$I_{\text{moy}} = \frac{2 \times I_{\text{max}}}{\pi}$$

Son échelle est graduée en valeur efficace pour une d.d.p. sinusoïdale, donc gradué en :

$$U_{\text{eff}} = \frac{U_{\text{max}}}{\sqrt{2}} \quad (2)$$

Cela est possible en grandeur sinusoïdale car U_{moy} et U_{eff} sont proportionnelles, indépendamment de U_{max} . En effet, les expressions (1) et (2) deviennent :

$$\frac{U_{\text{eff}}}{U_{\text{moy}}} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1,11 \quad (3)$$

Exemple : supposons que vous faites une lecture de 80, le

contrôleur universel est sur le calibre 100 V \sim et vous lisez sur l'échelle 100 : quelle est la valeur moyenne et la valeur max ?
Tout d'abord la mesure indique :

$$U_{\text{eff}} = \frac{\text{calibre} \times \text{lecture}}{\text{échelle}} \\ = \frac{100 \times 80}{100} = 80 \text{ V}$$

D'autre part, d'après les expressions (3) et (2), on en déduit :

$$U_{\text{moy}} = \frac{U_{\text{eff}}}{1,11} = 72 \text{ V}$$

$$\text{et } U_{\text{max}} = U_{\text{eff}} \sqrt{2} = 113 \text{ V.}$$

Question : lecture 73,5 ; calibre 300 V \sim ; échelle 100. Que valent U_{eff} , U_{moy} , U_{max} ?

(voir fig. 12)

$$U_{\text{max}} = 220 \sqrt{2} = 311 \text{ V}$$

$$U_{\text{moy}} = \frac{1,11}{220} = 198,6 \text{ V}$$

$$U_{\text{eff}} = \frac{300 \times 73,5}{100} = 220 \text{ V}$$

Réponse :

Mesures des intensités alternatives sinusoïdales

Les calibres de mesure (directs) du contrôleur universel sont : 0,3 mA, 3 mA, 30 mA, 300 mA, 3 A.
Sélectionner le calibre à l'aide de l'unique commutateur.

Mesures des tensions alternatives sinusoïdales

Le contrôleur universel offre six calibres de mesure (directs) des tensions alternatives : 3 V, 10 V, 30 V, 100 V, 300 V, 1 000 V.
Sélectionnez le calibre à l'aide de l'unique commutateur.

● La parfaite connaissance des méthodologies et des modes opératoires d'une mesure sont impératifs. Cependant, le résultat d'une mesure n'est intéressant que si l'on connaît dans quelles conditions il a été recueilli. Cela implique de parfaitement connaître l'appareil utilisé et les possibles perturbations qu'il occasionne, sujet de notre prochain volet d'initiation à la mesure. ■

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

LA TRADITION DU FUTUR

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

CDA 9208 :

**Enseignement - Industrie
Maintenance**

- Fonction recherche de trace
- Test de composants
- Ecran de 8 X 10 cm avec éclairage du graticule interne
- Haute sensibilité : de 1 mV/div à 15V/div en direct
- Déclenchements multiples (X.Y) fonction inhibition (HOLD OFF)
- Synchro. TV ligne et trame



Gamme complète pour le laboratoire :
Alimentations stabilisées, générateur de fonctions...

Liste des distributeurs
et documentation détaillée sur demande

3090 FHT

CDA
la mesure française

Un spécialiste et ses distributeurs à votre service

CDA - 5 rue du Square Carpeaux 75018 PARIS - Tél. : (1)46.27.52.50 - Télex 772 081

UN CHARGEUR-ALIMENTATION



Les accumulateurs remplacent avantageusement les piles utilisées dans les appareils portables ainsi que dans les jouets. Leur prix d'achat bien qu'élevé est vite amorti si l'on dispose d'un chargeur. Celui dont nous effectuons la description intègre également une alimentation susceptible de prendre le relais des batteries, pendant leur charge.



I - PRESENTATION

Caractéristiques du chargeur

- Charge à courant constant.
- Intensité réglable de 10 mA à 150 mA, par pas de 10 mA, pour des accumulateurs de 1,2 à 12 V.

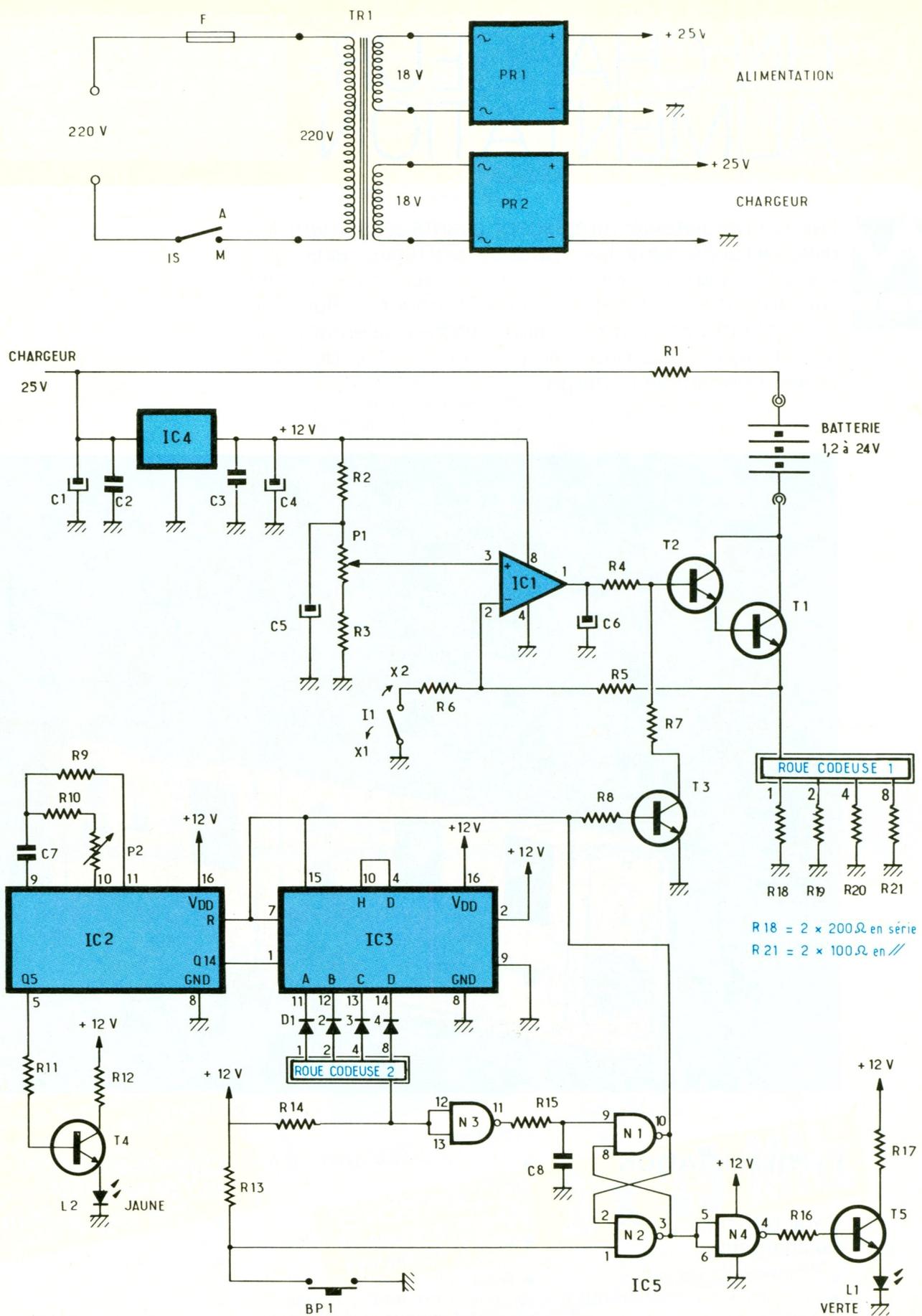
- Intensité réglable de 160 mA à 300 mA par pas de 20 mA, pour des accumulateurs de 1,2 V à 6 V.
- Durée de charge ajustable de 1 heure à 15 heures.
- Arrêt automatique en fin de temporisation avec passage au courant d'entretien, variable de 2 à 12 mA, suivant l'intensité de charge choisie.

Caractéristiques de l'alimentation

- Sortie délivrant une tension stabilisée.
- Variation de l'amplitude de 0,5 V à 15,5 V, par pas de 0,5 V.
- Courant de sortie maximal de 0,3 A, en continu.
- Signalisation de surcharge.

1

La roue codeuse 1 par l'intermédiaire de R₁₈ à R₂₁ fixe le courant de charge traversant T₁ et T₂ / Schéma de principe de l'alimentation : IC₆-T₈, un générateur de courant constant, alimente les R₀ mises en service par l'intermédiaire de IC₉ par R_{cod3}.



Les accumulateurs au cadmium-nickel possèdent couramment des capacités de 1,2, 1,8 ou 4 Ah. Il faudra alors les charger au dixième de cette valeur, soit à 120 et à 180 mA pendant 10 heures, pour les deux premiers types et 300 mA pendant 14 heures pour le troisième type. L'alimentation quant à elle, bien que de faible taille, suffira parfaitement pour de petites applications.

II - FONCTIONNEMENT DE LA PARTIE CHARGEUR

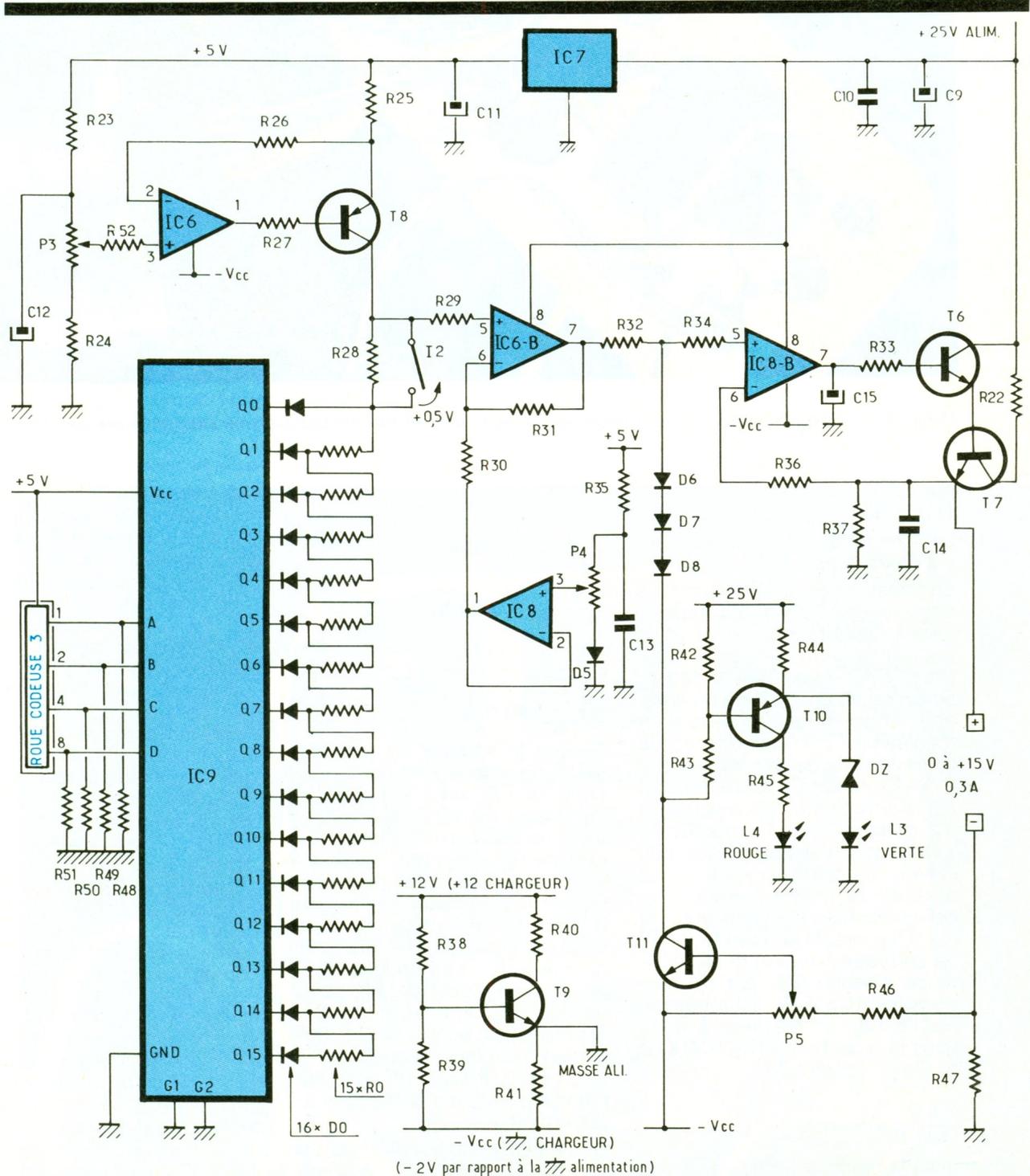
La figure 2 donne le principe du générateur de courant constant : par le potentiomètre P, on fixe un potentiel V_1 sur l'entrée e^+ de l'ampli opérationnel. Comme la sortie réagit pour amener l'entrée e^- à la même tension (sui-veur de tension) on a $V_1 = V_2$. Le courant :

$$I_E = \frac{V_2}{R_E} = \frac{V_1}{R_E}$$

En négligeant le courant de base du transistor T, on a :

$$I_C = I_E = \frac{V_1}{R_E}$$

On voit donc que le courant I_C n'est ni fonction de RC ni fonction de V_{cc} , mais seulement de V_1 et R_E . Il faut seulement prévoir



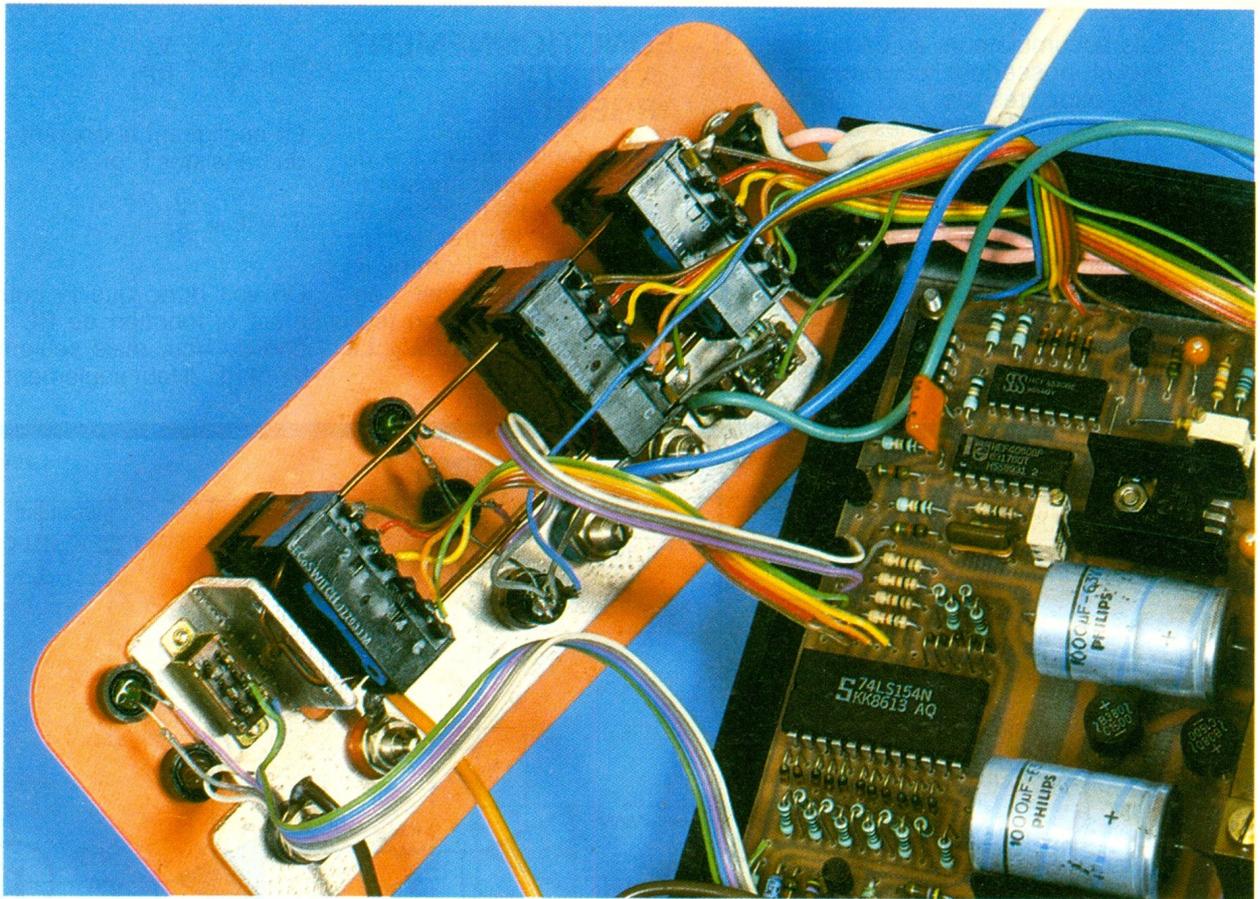


Photo 2. – Les roues codeuses sont fixées sur la face avant et maintenues par une joue en aluminium fabriquée par l'auteur.

une tension V_{cc} suffisante :
 $V_{cc} > R_E \cdot I_E + R_C \cdot I_C + V_{CE}$.

Le schéma complet du chargeur est donné **figure 1**.

Le transformateur TR_1 fournit les deux tensions 18 V qui, redressées et filtrées, donneront 25 V pour alimenter d'une part le chargeur, d'autre part l'alimentation. Le circuit de commande du chargeur est alimenté au travers d'un régulateur 12 V. L'entrée e^+ de IC_1 reçoit une tension ajustée par P_1 et filtrée par C_5 . Cette tension est donc très stable. La sortie de IC_1 attaque T_1 et T_2 montés en « Darlington » (gain statique très élevé). Sur l'émetteur de T_1 se retrouve la même tension que celle présentée sur l'entrée e^+ de IC_1 . Dès lors, le courant de T_1 ne sera que fonction de la résistance sélectionnée par la roue codeuse (R_{18} à R_{21}). La tension sur l'entrée e^+ est fixée à 4 V : dans la branche de $R_{18} = 400 \Omega$ passe un courant de :

$$\frac{4 \text{ V}}{400 \Omega} = 10 \text{ mA},$$

dans la branche de $R_{19} = 200 \Omega$ passe un courant de :

$$\frac{4 \text{ V}}{200 \Omega} = 20 \text{ mA},$$

dans la branche de $R_{20} = 100 \Omega$ passe :

$$\frac{4 \text{ V}}{100 \Omega} = 40 \text{ mA},$$

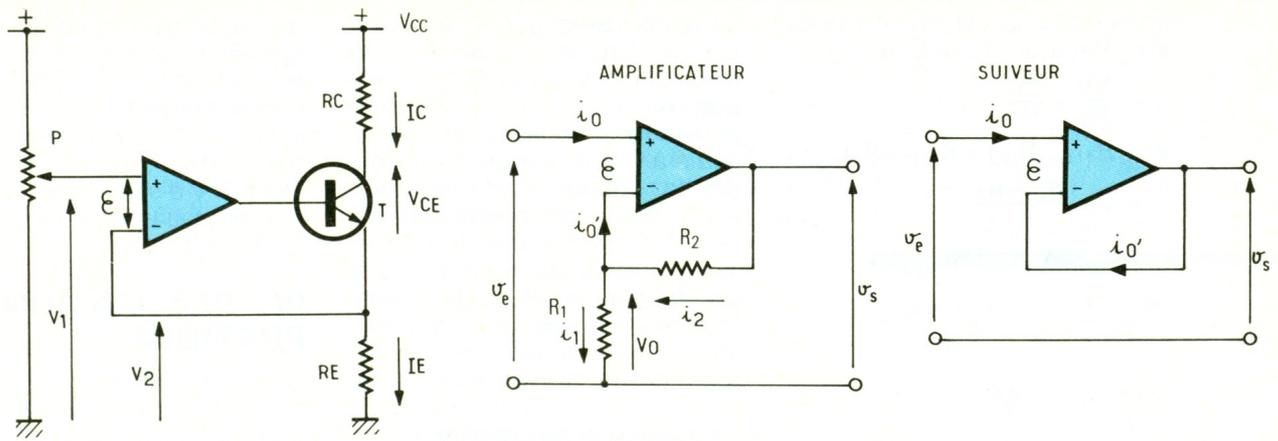
dans la branche de $R_{21} = 50 \Omega$ passe :

$$\frac{4 \text{ V}}{50 \Omega} = 80 \text{ mA}.$$

Suivant la somme de ces courants, on sélectionne par la roue codeuse « R cod 1 » un courant de charge de 10 à 150 mA. Si l'on ferme l'interrupteur I_1 , comme $R_6 = R_5$, pour avoir 4 V sur l'entrée e^- ; l'ampli opérationnel IC_1 va réagir en plaçant 8 V sur l'émetteur de T_1 , donc tous les courants des branches de R_{18} à R_{21} vont doubler. Ainsi par la roue codeuse, on sélectionne des courants de 0 à 300 mA par bonds de 20 mA. R_1 sert à diminuer un peu le VCE de T_1 pour réduire son échauffement, C_6 évite les oscillations en sortie de IC_1 .

La temporisation est produite par IC_2 , IC_3 , IC_5 et T_3 . IC_2 possède un oscillateur et un compteur à

14 étages. Sa 14^e sortie attaque le double compteur binaire IC_3 . Au total, pour faire 1 heure il y a 2^{18} impulsions de l'oscillateur de IC_2 . La roue codeuse Rcod 2 sélectionne le temps choisi ajusté par P_2 . A la mise sous tension, C_8 produit un reset de la bascule RS formée par N_1 et N_2 . T_3 est saturé, le courant de charge sélectionné ne passe donc pas. Après un appui sur BP_1 , la bascule change d'état, T_3 est bloqué, le courant de charge passe, les entrées Reset de IC_2 et IC_3 ne sont plus actives et le comptage débute. T_4 fait clignoter d_2 au rythme de la sortie Q_5 de IC_2 . Lorsque l'on arrive au temps sélectionné par « Rcod 2 », la sortie de N_3 passe à 0, et produit le reset de la bascule RS qui bloque le courant de charge et désactive IC_2 et IC_3 par leur entrée reset. N_4 fait s'allumer la LED L_1 . R_7 produit sur la base de T_2 une faible chute de tension, permettant à un courant d'entretien de charge de traverser la batterie. Si, à la place de R_7 , on place une diode (cathode sur collecteur de T_3), il n'y a plus aucun courant au repos.



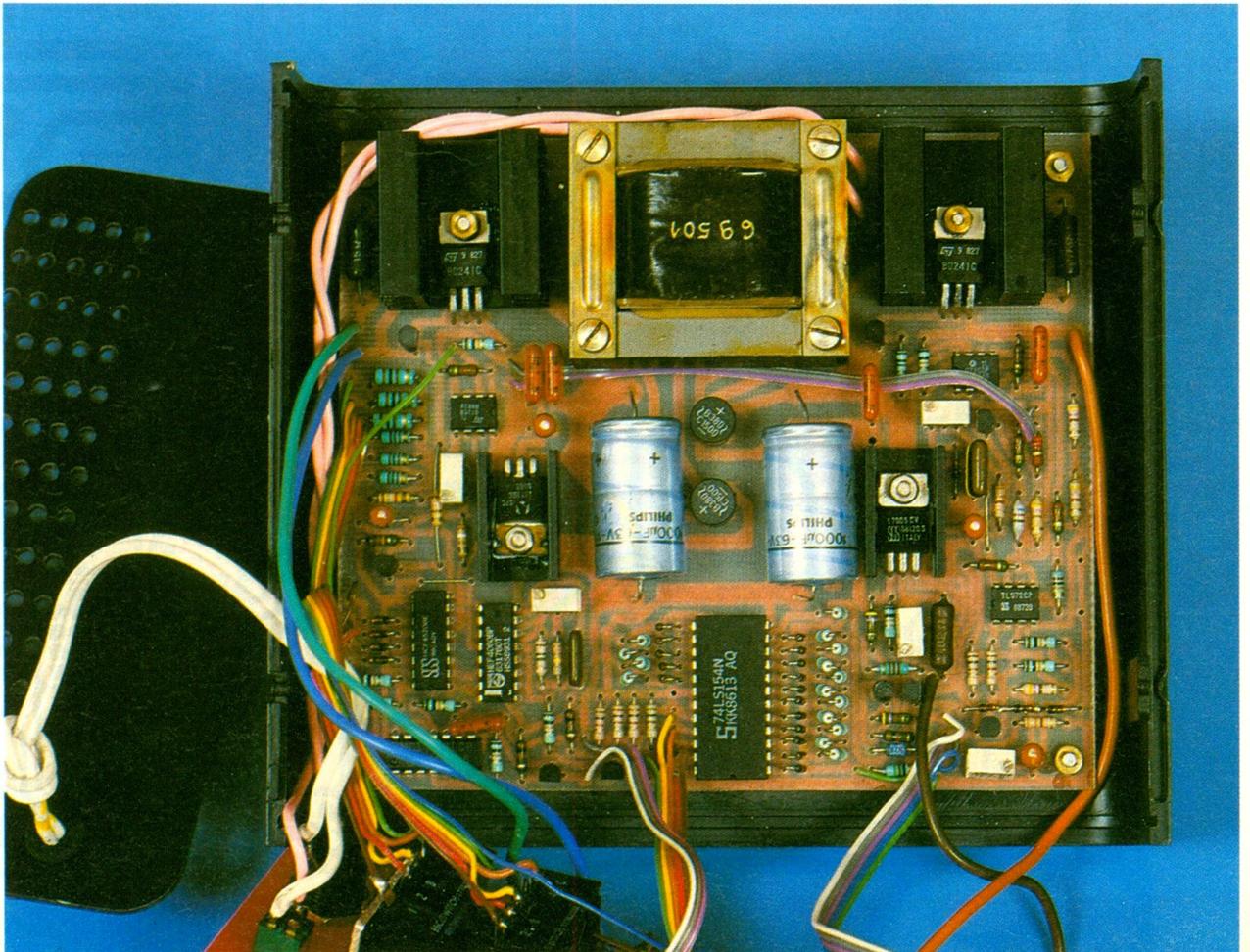
III – FONCTIONNEMENT DE LA PARTIE ALIMENTATION (fig. 1)

Les alimentations des deux parties sont entièrement séparées, aucune masse commune entre le chargeur et l'alimentation. IC₆ et T₈ forment un générateur de courant constant : ce courant va fournir sur l'entrée e⁺ de IC_{6-B} une tension proportionnelle au nombre de R₀ insérées en série.

Ce nombre est égal à la sélection choisie sur la roue codeuse « Rcod 3 ». Par exemple, si l'on désire 12 V, on affiche 12 sur Rcod 3, la sortie Q₁₂ de IC₉ passe à 0, on a donc douze résistances R₀ de 100 Ω en série, soit au total 1,2 kΩ. Par P₃, on règle le courant constant à ≈ 1 mA (soit une tension de ≈ 1 V aux bornes de R₂₅). Ce courant de 1 mA crée, dans l'exemple, 1,2 V sur l'entrée e⁺ de IC_{6-B}. Cet AOP amplifie cette tension et l'envoie à IC_{8-B} monté en sui-

veur, qui commande le transistor Ballast T₇ et produit sur son émetteur la même tension qu'il reçoit sur son entrée e⁺. La figure 2 donne le principe du montage suiveur et amplificateur concernant le suiveur, on applique une tension Ve sur l'entrée e⁺ de l'ampli op, comme $\varepsilon \approx 0$, on a Vs = Ve, c'est le montage de IC₈ et de IC_{8-B}, avec, pour ce dernier, l'ajout de T₆ et T₇ qui fournissent la puissance. Concernant l'amplificateur,

Photo 3. – Le transformateur s'insère sur le circuit imprimé parmi les composants.



comme $\varepsilon \approx 0$, la tension $V_0 = V_e$, ayant $i'_0 \approx 0$, $i_1 = i_2$,

$$i_1 = \frac{V_0}{R_1} + \frac{V_e}{R_1}$$

$$V_s = R_{11}i_1 + R_{21}i_2 = R_{11}i_1 + R_{21}i_1 \\ = V_e \frac{R_2 + R_1}{R_1}$$

Dans le montage, le gain :

$$\frac{R_2 + R_1}{R_1} = \frac{R_{31} + R_{30}}{R_{30}} =$$

$$\frac{20 + 2,2}{2,2} = 10$$

Chaque R_0 ajouté donne par le courant constant de 1 mA une chute de tension de 0,1 V qui amplifiée par 10 donne 1 V de plus en sortie. La résistance R_{28} d'environ 50Ω peut à tout moment rajouter + 0,5 V si on ouvre l'interrupteur I_2 .

IC_8 a pour rôle d'annuler l'effet de D_0 et du « VCE sat » de la sortie de IC_9 sélectionnée. On ajuste P_4 pour avoir 0 V en sortie

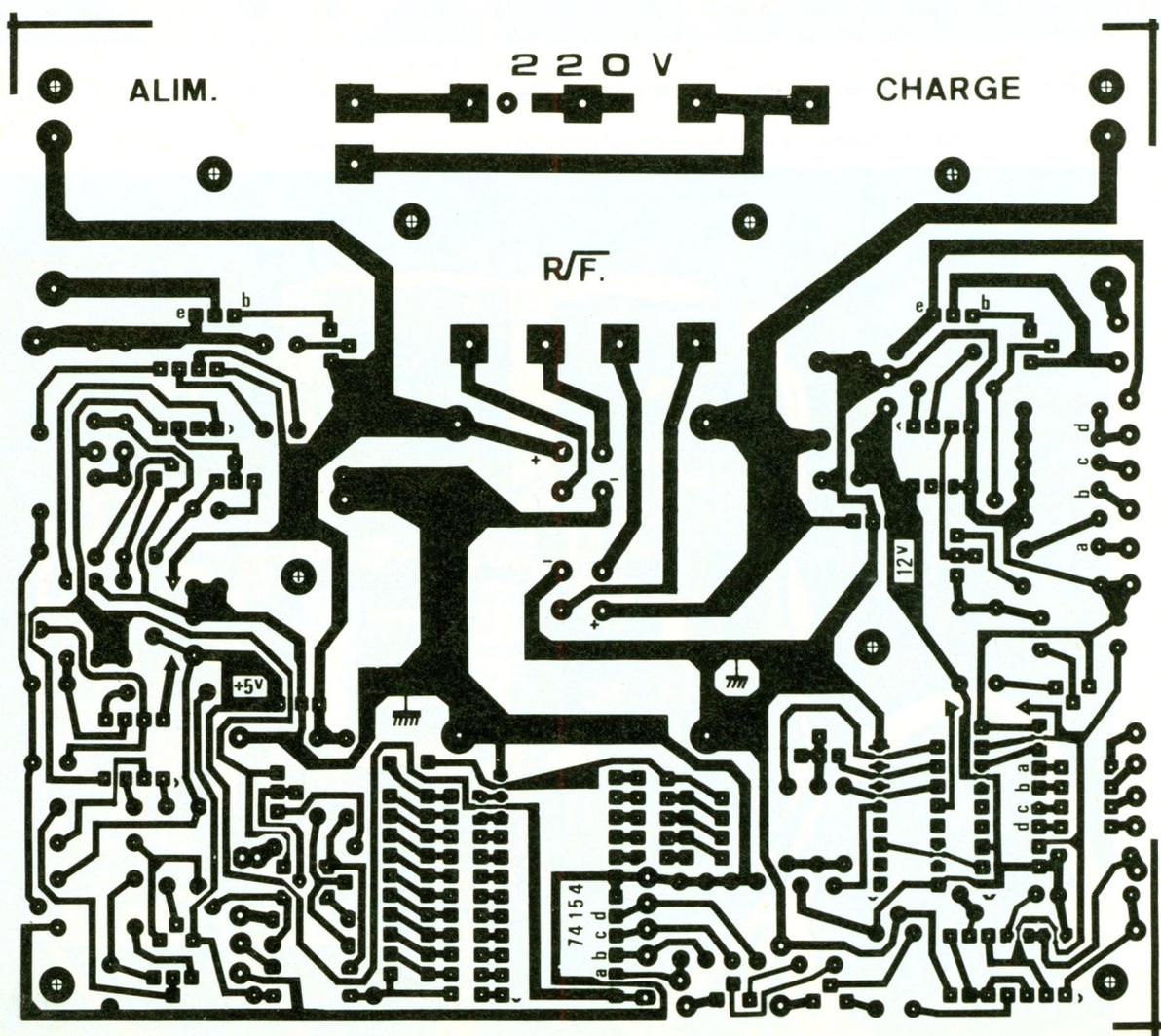
lorsqu'on sélectionne 0 sur R cod 3. Les ampli-opérationnels possèdent des « VCE sat » importants ($\approx 1,5$ à 2 V). Pour pouvoir descendre la tension de sortie à 0 V, il faut donc descendre la tension d'alimentation - V_{cc} des amplis opérationnels à ≈ -2 V. C'est le rôle de T_9 dont la polarisation permet d'avoir 2 V aux bornes de R_{41} ; la masse chargeur est reliée au - V_{cc} des amplis opérationnels et l'émetteur de T_9 à la masse alimentation. C'est pour cette raison que les masses restent séparées.

Lorsqu'une charge est connectée, le courant qui la traverse passe dans R_{47} , la chute de tension qu'il engendre est envoyée sur la base de T_{11} . P_5 permet de régler le courant de sortie pour lequel on désire la détection de surcharge. T_{10} permet alors la commande des LED L_3 ou L_4 . IC_7 est un régulateur 5 V qui alimente le circuit TTL IC_9 ainsi que la source de tension de réglage

du courant constant. D_5 permet des variations identiques sur l'entrée e^+ et e^- de IC_{6-B} due à l'échauffement dans le boîtier qui influe sur D_0 . C_{15} évite les oscillations de IC_{8-B} . De même, lorsqu'il y a surcharge, la tension d'alimentation diminuera grâce à D_6 , D_7 et D_8 .

IV - REALISATION PRATIQUE

Le circuit imprimé et l'implantation sont donnés figures 3 et 4. Une fois gravé, on vérifiera bien qu'il n'y a pas de courts-circuits entre pistes, surtout aux endroits où une piste passe entre deux broches d'un circuit intégré. Les transistors de puissance T_1 et T_7 seront montés sur radiateur tout comme IC_4 et IC_{10} , avec un peu de graisse silicone, afin d'améliorer le contact thermique. Les diodes D_6 , D_7 , D_8 seront soudées ensemble avant d'être placées sur le circuit. Les 16 dio-



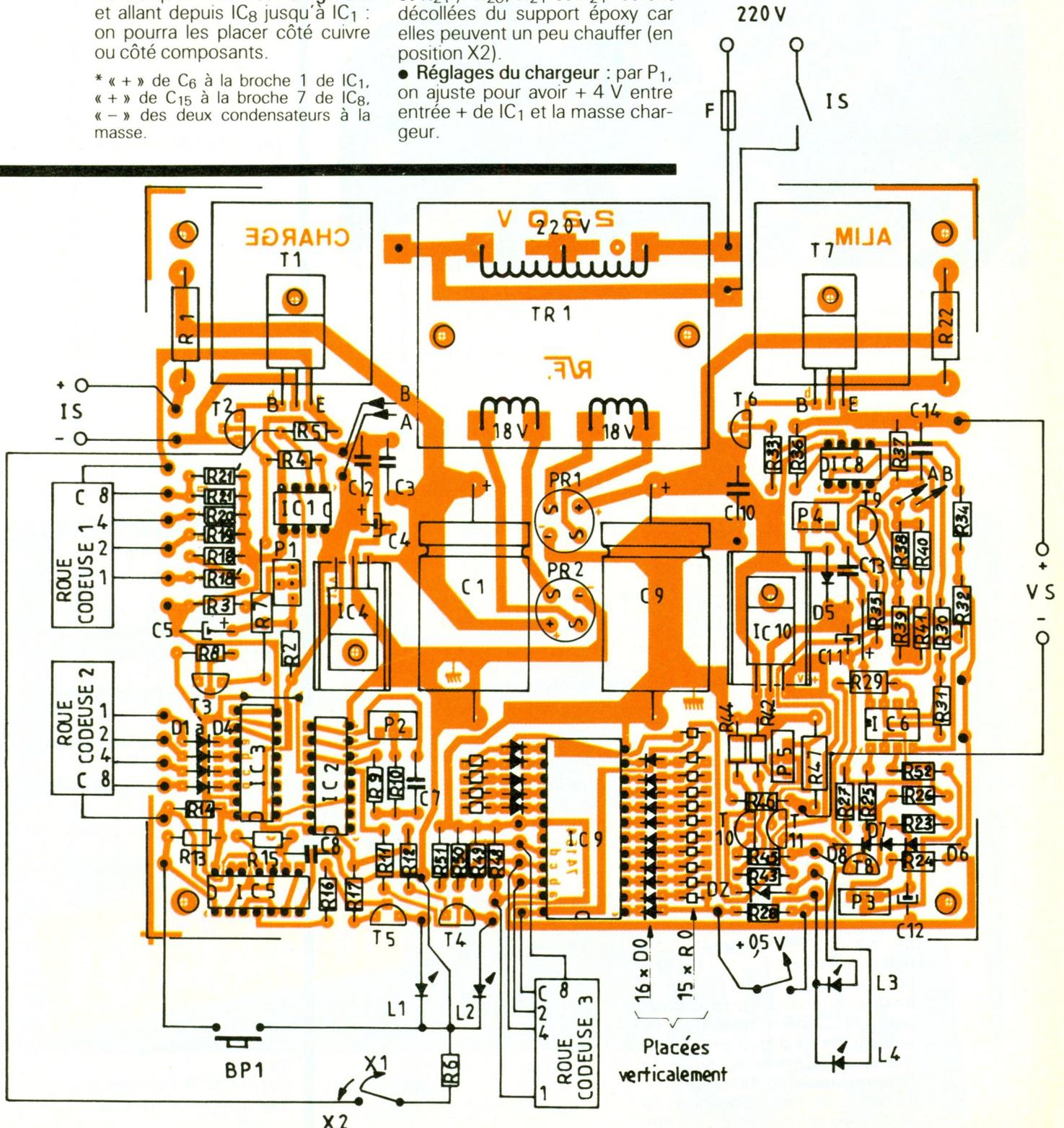
des D_0 et les 15 résistances R_0 seront placées verticalement. Les condensateurs C_6 et C_{15} seront soudés côté cuivre*. Il y aura deux straps à placer à proximité de R_2 et de R_{35} , leur emplacement est visualisé côté cuivre par des pastilles en forme de triangle. Le renvoi du 12 V chargeur vers la polarisation de T_9 servant à créer le -2 V est réalisé par deux fils marqués A et B sur la **figure 4** et allant depuis IC_8 jusqu'à IC_1 : on pourra les placer côté cuivre ou côté composants.

* « + » de C_6 à la broche 1 de IC_1 , « + » de C_{15} à la broche 7 de IC_8 , « - » des deux condensateurs à la masse.

● **La commutation X_1 - X_2 du chargeur :** R_6 est fixée sur le double inverseur à glissière et le fil est raccordé sur la patte de R_5 (côté T_2), voir **figure 4**. La résistance R_{18} de 400Ω est formée de deux résistances de 200Ω montées en série (R_{18} et R_{18}). La résistance R_{21} de 50Ω est formée de deux résistances de 100Ω montées en parallèle (R_{21} et R_{21}). R_{20} , R_{21} et R_{21} seront décollées du support époxy car elles peuvent un peu chauffer (en position X_2).

● **Réglages du chargeur :** par P_1 , on ajuste pour avoir $+4$ V entre entrée + de IC_1 et la masse chargeur.

On dispose un milliampèremètre sur la sortie du chargeur et on vérifie que l'on a bien le courant sélectionné, éventuellement retoucher légèrement P_1 . Pour la temporisation sélectionner 1 heure et régler P_2 afin d'obtenir



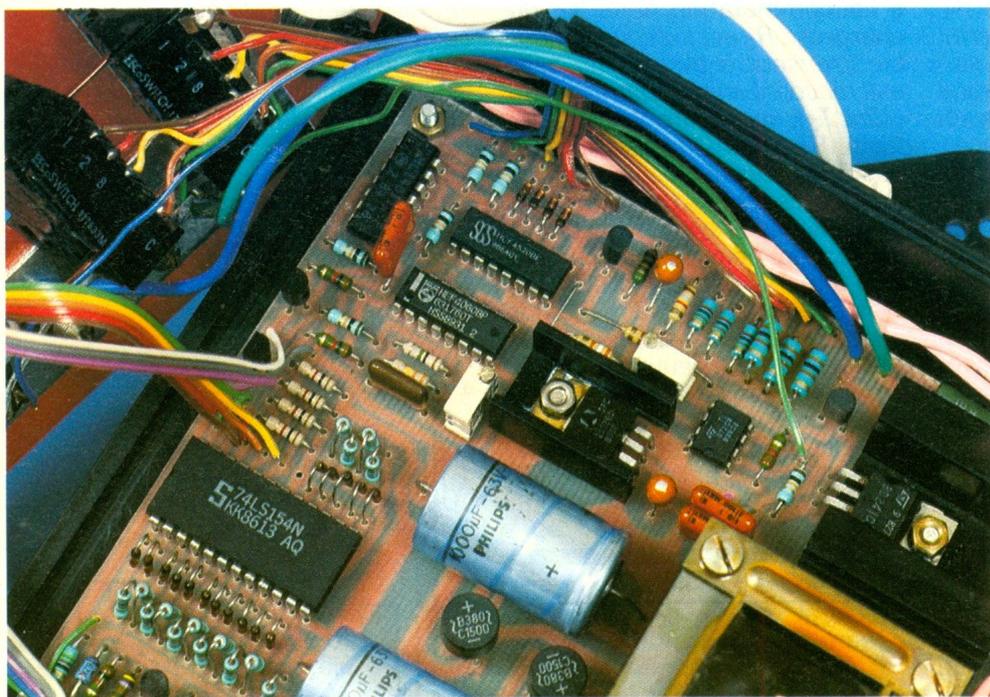


Photo 4. – Aperçu des condensateurs de filtrage en bleu, du 74 LS 154 à gauche et de l'un des transistors de puissance monté sur radiateur.

1 heure de clignotement de L2. Sur la broche 9 de IC₂, on a alors un signal carré de période = 14 ms \approx 71,42 Hz.

● **Réglages de l'alimentation :** agir sur P₃ pour obtenir 1 V aux bornes de R₂₅, ce qui correspond à un courant constant de 1 mA. Puis sélectionner 0 sur la roue codeuse 3 et agir sur P₄ pour avoir 0 V en sortie. Les deux réglages sont légèrement interdépendants, on peut éventuellement avoir à reprendre l'un ou l'autre. Vérifier que l'on a bien l'évolution 0 à 15 V par bonds de 1 V. Mettre une tension de sortie de 3 V et brancher une résistance de 10 Ω /3 W. Il passe donc un courant de 0,3 A. Régler alors P₅ pour avoir L₄ à la limite de l'éclairement. Tous ces réglages devront être entrepris après 5 à 10 mn de mise sous tension afin que les composants aient pris leur température de fonctionnement normal.

On passera ensuite le fil secteur dans un passe-fil en face arrière. On percera alors toute une série de trous \varnothing 3,5 au-dessus des radiateurs de T₁, T₇ et de TR₁ pour l'évacuation de la chaleur.

Il est recommandé, pour le chargeur, de choisir le temps et l'intensité de charge, préalablement au démarrage de la temporisation (appui sur BP₁). En effet, la manipulation de la roue codeuse numéro 2 peut réa-

liser une remise à zéro de la bascule RS et, par-delà même, stopper la temporisation si celle-ci était lancée.

Concernant la roue codeuse numéro 1, le problème est tel que des mini-étincelles se produiront aux bornes des contacts électriques, si l'on bascule Rcod 1 en cours de charge, car celle-ci reste traversée par l'intensité principale.

CONCLUSION

Cette réalisation rendra de multiples services. En étant à la fois un générateur de courant constant et un générateur de tension stabilisée, elle couvrira moult applications dans un laboratoire. Enfin, pour tous ceux qui recherchent l'originalité dans les schémas, on notera que la partie alimentation sort vraiment des « sentiers battus ».

F. RIVERE

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

Résistances

- R₀ : 15 \times résistances 100 Ω (marron, noir, marron)
- R₁ : 15 Ω , bobinée
- R₂ : 39 k Ω (orange, blanc, orange)
- R₃ : 18 k Ω (marron, gris, orange)
- R₄ : 2,2 k Ω (rouge, rouge, rouge)
- R₅, R₆ : 10 k Ω (marron, noir, orange)
- R₇ : 270 Ω (rouge, violet, marron)
- R₈ : 22 k Ω (rouge, rouge, orange)
- R₉ : 1 M Ω (marron, noir, vert)
- R₁₀ : 330 k Ω (orange, orange, jaune)
- R₁₁ : 10 k Ω (marron, noir, orange)
- R₁₂ : 1 k Ω (marron, noir, rouge)
- R₁₃, R₁₄, R₁₅, R₁₆ : 10 k Ω (marron, noir, orange)
- R₁₇ : 1 k Ω (marron, noir, rouge)
- R₁₈, R_{18'}, R₁₉ : 200 Ω (rouge, noir, marron)
- R₂₀, R₂₁, R_{21'} : 100 Ω (marron, noir, marron)
- R₂₂ : 4,7 Ω , bobinée
- R₂₃ : 470 Ω (jaune, violet, marron)
- R₂₄ : 3,3 k Ω (orange, orange, rouge)
- R₂₅ : 1 k Ω (marron, noir, rouge)
- R₂₆ : 10 k Ω (marron, noir, orange)
- R₂₇ : 1 k Ω (marron, noir, rouge)
- R₂₈ : 51 Ω (vert, marron, noir)
- R₂₉, R₃₀ : 2,2 k Ω (rouge, rouge, rouge)
- R₃₁ : 20 k Ω (rouge, noir, orange)
- R₃₂ : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)
- R₃₃ : 100 Ω (marron, noir, marron)
- R₃₄ : 4,7 k Ω (jaune violet, rouge)
- R₃₅ : 3,3 k Ω (orange, orange, rouge)
- R₃₆ : 10 k Ω (marron, noir, orange)
- R₃₇, R₃₈ : 2,2 k Ω (rouge, rouge, rouge)
- R₃₉ : 620 Ω (bleu, rouge, marron)
- R₄₀ : 220 Ω (rouge, rouge, marron)
- R₄₁ : 470 Ω (jaune, violet, marron)
- R₄₂ : 10 k Ω (marron, noir, orange)
- R₄₃ : 1 k Ω (marron, noir, rouge)
- R₄₄, R₄₅ : 470 Ω (jaune, violet, marron)
- R₄₆ : 220 Ω (rouge, rouge, marron)
- R₄₇ : 0,82 Ω , bobinée
- R₄₈ à R₅₁ : 1 k Ω (marron, noir, rouge)

R_{52} : 10 k Ω (marron, noir, orange)

P_1 : potentiomètre ajustable 4,7 k Ω

P_2 : potentiomètre ajustable 100 k Ω

P_3, P_4, P_5 : potentiomètre ajustable 1 k Ω

Condensateurs

C_1, C_9 : 1 000 μ F, 63 V axial

$C_2, C_3, C_8, C_{10}, C_{13}, C_{14}$: 100 nF

$C_4, C_5, C_6, C_{11}, C_{12}, C_{15}$: 10 μ F, 25 V

C_7 : 15 nF

Transistors/diodes

T_1, T_7 : BD241

$T_2, T_3, T_4, T_5, T_6, T_9, T_{11}$: BC547

T_8, T_{10} : BC557

D_z : diode Zener 15 V/0,5 W

D_1 à D_8 : 1N4148

D_9 : 16 diodes 1N4148

PR_1, PR_2 : pont redresseur 40 V/1,5 A/moulé

Circuits intégrés

IC_1, IC_6, IC_8 : TL072

IC_2 : CD4060



Photo 5. – La face avant : gros plan sur les commandes du chargeur.

IC_3 : CD4520

IC_4 : 7812

IC_5 : CD4011

IC_7 : 7805

IC_9 : SN74LS154

Divers

4 radiateurs

TR_1 : transformateur 220 V/2 x 18 V/0,4 A

L_1, L_3 : LED verte \varnothing 5 mm

L_2 : LED jaune \varnothing 5 mm

L_4 : LED rouge \varnothing 5 mm

BP_1 : bouton-poussoir contact travail

IS : interrupteur secteur

F : porte-fusible + fusible 0,05 A

I_1, I_2 : inverseur à glissière

R_{cod} : 3 roues codeuses hexadécimales graduées de 0 à 15

4 fiches bananes embase femelle etc.

INCROYABLE!

UN OSCILLOSCOPE 2245 A.

4 VOIES - 100 MHz

CURSEURS POUR

17.325^F_{HT}

16.325^{F*}_{HT}



**TEK
DIRECT**

JUSQU'À LA POINTE DU SERVICE

NUMERO VERT 05.00.22.00

NOTRE OFFRE :

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

GARANTIE 3 ANS.

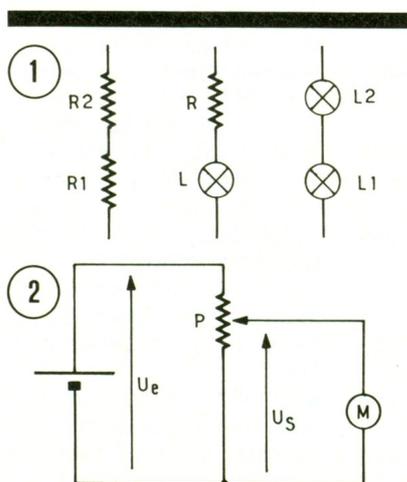
* Offre valable jusqu'au 30.04.90 franco de port et d'emballage.
Prix H.T. (TVA 18,6%).
Catalogue complet TekDirect sur demande.

LA TECHNOLOGIE AU COLLEGE (XI)



La présente étude du pont diviseur de tension fait suite aux expérimentations réalisées le mois dernier. Nous vous proposons au préalable un bref rappel des notions abordées et des manipulations proposées dans le précédent article.

- Deux résistances branchées en série constituent un pont diviseur de tension (fig. 1).
- Nous avons constaté, avec l'étude de ce montage, les faiblesses de l'analogie hydraulique et nous avons surtout découvert la loi d'Ohm, fondamentale en électronique. Pour vous remémorer les différents calculs effectués avec la formule de la loi d'Ohm : $U = R \times I$, reportez-vous au corrigé de l'exercice, proposé le mois dernier.
- Afin de mettre immédiatement en pratique les notions nouvellement abordées, vous avez ensuite réalisé un pont diviseur de tension réglable, en utilisant un potentiomètre de 100Ω .
- Avec une pile de $4,5 \text{ V}$ fournissant la tension d'entrée, vous avez alors étalonné votre montage en mesurant la tension de sortie disponible au niveau du curseur du potentiomètre.
- Il ne vous restait plus ensuite qu'à utiliser et tester ce diviseur de tension réglable en « charge » et non plus à vide en raccordant, en sortie, différents éléments tels que LED, ampoule, moteur, résistance.



1 Résistances en série constituant un pont diviseur. 2 Moteur branché à la sortie du pont.

QUELS SONT LES RESULTATS DE VOS MANIPULATIONS ?

Vous avez certainement rencontré quelques difficultés. Voici énumérées ci-dessous, dans trois chapitres distincts, les réponses aux questions que vous vous êtes vraisemblablement posées.

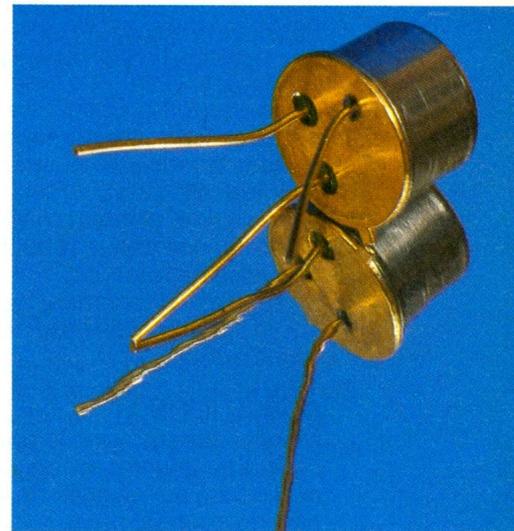
1° L'étalonnage

Dès le départ, les complications commencent ! Vous avez pourtant suivi, avec vigilance, tous les conseils prodigués le mois dernier en achetant une pile neuve et en vous débrouillant pour utiliser un contrôleur de très bonne qualité, mais voilà, vous n'avez jamais pu relever, en sortie, la tension « normale », c'est-à-dire $4,5 \text{ V}$. Rassurez-vous, l'état de la pile n'est pas en cause, la perte de tension que vous avez constatée résulte de la structure même de votre pile. Ce problème soulevé mérite une explication qui sera fournie, en fin d'article.

2° La consommation du montage

Vous avez donc expérimenté votre pont diviseur, puis vous avez débranché, bien entendu, l'ampoule ou la diode connectée en sortie, mais vous avez laissé votre pile de $4,5 \text{ V}$ en entrée. La source de tension U_e reste donc raccordée, que va-t-il se passer ? **LA PILE VA S'USER RAPIDEMENT**

Si un tel oubli vous est arrivé, vous avez donc forcément découvert le premier gros défaut du montage : **ce diviseur de tension gaspille, même à vide, une énergie électrique très importante !**



3° L'utilisation

Vous avez réussi, malgré tout, à obtenir l'allumage progressif de l'ampoule de 100 mA , par exemple, en tournant l'axe du potentiomètre.

A votre avis, ce potentiomètre, utilisé en pont diviseur de tension, vous a-t-il permis de réaliser une alimentation variable ?

Cette question, fondamentale, mérite que l'on s'y attarde quelque peu. Pour cela, nous allons étudier successivement les points suivants :

- Réaliser une première manipulation avec le moteur.
- Réaliser une deuxième manipulation avec les plaques « résistances », tout en effectuant un relevé de plusieurs tensions.
- Analyser le montage, de façon théorique, en utilisant la relation de la loi d'Ohm.

a) Manipulation 1

Pour cette manipulation, procurez-vous le pont diviseur réglable (le potentiomètre), le moteur (sur sa plaque ou non) et une pile de $4,5 \text{ V}$.

1° Alimentez le moteur en le reliant directement aux bornes de la pile. Celui-ci fonctionne à « plein régime ».

Freinez maintenant la rotation du moteur en saisissant son axe avec les doigts, entre le pouce et l'index. Le moteur peine, cela s'entend, mais il continue néanmoins de tourner. Ce frottement supplémentaire, mais voulu, réclame une augmentation de courant, compréhensible dans la mesure où l'énergie nécessaire devient obligatoirement plus importante. En insérant, d'ailleurs, un ampèremètre dans le circuit vous constatez, immédiatement, cette forte élévation du courant dès que vous « attrapez » l'axe du moteur.

2° Branchez maintenant votre moteur à la sortie du pont diviseur (fig. 2).

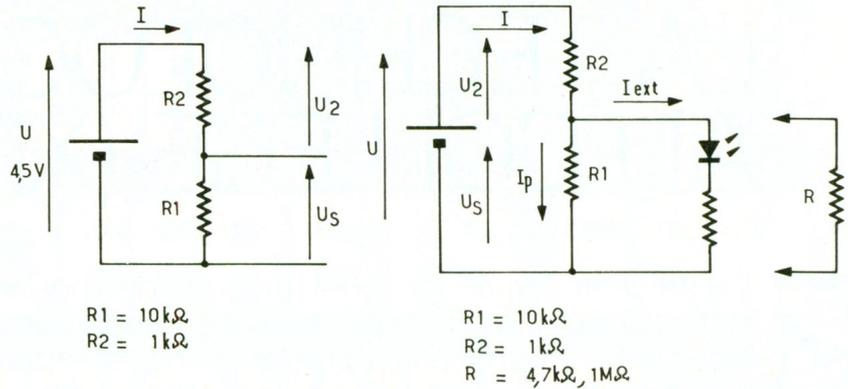
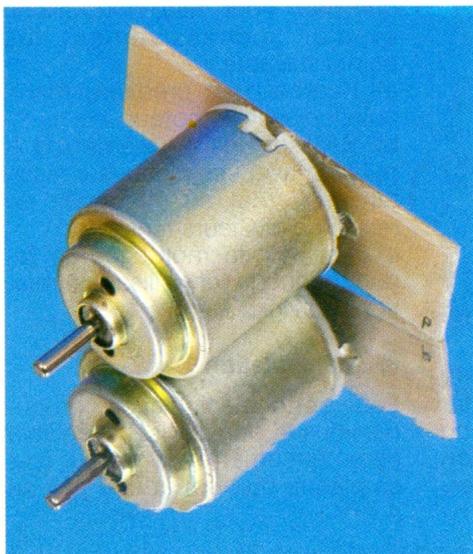
– réglez le potentiomètre afin d'obtenir une légère réduction de la vitesse de rotation ;
– appuyez doucement le doigt sur le sommet de l'axe. Le moteur s'arrête !

CONCLUSION

Manifestement, avec le pont diviseur, l'augmentation de courant nécessaire au maintien de la rotation du moteur n'est pas possible.

Ceci tendrait à prouver que notre potentiomètre ne peut pas s'utiliser comme une alimentation réglable. En effet, une alimentation réglable, digne de ce nom, doit pouvoir débiter un minimum de courant quel que soit le niveau de la tension de sortie.

Photo 2. – Le moteur à courant continu voit ses connexions soudées sur un petit circuit imprimé.



b) Manipulation 2

Pour confirmer cette conclusion, procurez-vous les plaques « résistance » de $1\text{ k}\Omega$, $4,7\text{ k}\Omega$, $10\text{ k}\Omega$ et la plaque DEL afin d'expérimenter le montage présenté à la figure 3.

● Le pont diviseur de la figure 3a réalisé avec $R_1 = 10\text{ k}\Omega$ et $R_2 = 1\text{ k}\Omega$ nous donne les tensions suivantes :

$$U_s = \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2} \right) \times U = \left(\frac{10^4 \Omega}{10^4 \Omega + 10^3 \Omega} \right) \times 4,5\text{ V} = 4,09\text{ V}.$$

$$U_2 = \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) \times U = \left(\frac{10^3 \Omega}{10^4 \Omega + 10^3 \Omega} \right) \times 4,5\text{ V} = 0,409\text{ V}.$$

● Disposez un voltmètre en parallèle sur R_1 afin de vérifier que la tension de sortie à vide vaut bien $U_s = 4,09\text{ V}$.

● Chargez le pont diviseur en branchant, en sortie, comme indiqué à la figure 3b : a) la diode DEL, b) la résistance de $4,7\text{ k}\Omega$, c) la résistance de $1\text{ M}\Omega$

● Relevez, pour chaque essai, la tension U_s .

a) La diode DEL, très économe en courant, s'illumine, mais stupéur ! la tension U_s tombe à $2,5\text{ V}$!

b) Avec $R = 4,7\text{ k}\Omega$, le courant relevé I_{ext} est plus faible qu'avec la DEL, la tension U_s atteint $3,42\text{ V}$.

c) I_{ext} devient maintenant extrêmement faible puisque la résistance a fortement augmenté, $R = 1\text{ M}\Omega$. La tension U_s n'a pas varié !

CONCLUSION

Les caractéristiques d'un pont diviseur, relevées à vide, demeurent inchangées, « en charge », à la seule condition de prélever, en sortie, un courant extérieur I_{ext} extrêmement faible.

Dès que ce courant I_{ext} augmente, la tension de sortie chute aussitôt. Voilà donc la raison pour laquelle le moteur s'arrête lors de la manipulation 1.2. en effet, la demande importante de courant I_{ext} fait chuter fortement la tension de sortie U_s . Le moteur, dont la tension à ses bornes diminue, ne peut évidemment plus tourner !

Notre précédente conclusion se vérifie donc à nouveau.

c) Analyse théorique du diviseur de tension en charge, à l'aide de la loi d'Ohm

Vous pouvez maintenant suivre, sans difficulté, les démonstrations suivantes :

● Analyse du montage de la figure 3b.

a) BRANCHEMENT DE LA RÉSISTANCE $R = 4,7\text{ k}\Omega$ EN SORTIE.

En prélevant un courant I_{ext} à travers la résistance R (ou la plaque DEL), vous branchez, en fait, cette résistance (ou la DEL) en parallèle sur R_1 .

● Les deux résistances R_1 et R étant donc groupées en parallèle, vous savez, désormais, calculer leur résistance équivalente :

$$R_e = \frac{R_1 \times R}{R_1 + R}$$

Avec $R = 4,7\text{ k}\Omega$, $R_e = \frac{(10\text{ k}\Omega \times 4,7\text{ k}\Omega)}{(10\text{ k}\Omega + 4,7\text{ k}\Omega)} = 3,19\text{ k}\Omega$. Nous obtenons donc une résistance équivalente de $3,19\text{ k}\Omega$ au lieu de $10\text{ k}\Omega$ pour R_1 précédemment !

Voilà tout simplement pourquoi les caractéristiques du pont diviseur se sont tellement modifiées !

● Quelle est donc alors la nouvelle tension de sortie U_s ? Vous pouvez la calculer aisément. Il suffit de déterminer (1) la résis-

tance équivalente de tout le montage qui vous permettra d'en déduire (2) le courant principal à partir duquel vous retrouverez (3) les chutes de tension aux bornes des résistances.

(1) R_e associée en série avec R_2 équivaut à :

$$R_{eq} = R_e + R_2 = 3,19 \text{ k}\Omega + 1 \text{ k}\Omega = 4,19 \text{ k}\Omega$$

(2) Le courant principal I augmente donc (par rapport au courant principal du montage 3a) puisque la résistance équivalente du montage a diminué : $4,19 \text{ k}\Omega$ au lieu de $11 \text{ k}\Omega$.

$$I = U/R_{eq} = 4,5 \text{ V}/4,19 \times 10^3 \Omega = 1,07 \times 10^{-3} \text{ A} = 1,07 \text{ mA}$$

$$I = 4,5 \text{ V}/4190 \Omega = 0,00107 \text{ A}$$

(3) Un courant de $1,07 \text{ mA}$ traverse donc R_2 puis R_e (R_e c'est-à-dire l'ensemble $R_1 + R$), on relève alors aux bornes de chaque résistance une chute de tension que la loi d'Ohm nous permet de calculer :

– aux bornes de R_e :

$$U_s = R_e \times I = 3,19 \times 10^3 \Omega \times 1,07 \times 10^{-3} \text{ A} = 3,41 \text{ V} \text{ (qui a diminué de } 4,09 \text{ V} - 3,41 \text{ V} = 0,68 \text{ V)}$$

$$U_s = 3190 \Omega \times 0,00107 \text{ A} = 3,41 \text{ V}$$

– aux bornes de R_2 :

$$U_2 = R_2 \times I = 1 \times 10^3 \Omega \times 1,07 \times 10^{-3} \text{ A} = 1,07 \text{ V}$$

$$U_2 = 1000 \Omega \times 0,00107 \text{ A} = 1,07 \text{ V}$$

● Avec le pont diviseur en charge, le courant I se partage en deux courants, le courant principal I_p , et le courant extérieur I_{ext} qui nous intéresse tant (voir l'analogie hydraulique de la fig. 4).

R_1 vaut $10 \text{ k}\Omega$ et R vaut $4,7 \text{ k}\Omega$

La valeur de ces deux courants peut se calculer, avec la loi d'Ohm évidemment, puisque la tension U_s ($3,41 \text{ V}$) et les deux résistances ($R_1 = 10 \text{ k}\Omega$, $R = 4,7 \text{ k}\Omega$) sont connues.

$$I_p = U_s/R_1 = 3,41 \text{ V}/10^4 \Omega = 0,341 \times 10^{-3} \text{ A}$$

$$= 0,341 \text{ mA} \text{ (} 341 \mu\text{A)}$$

$$I_p = 3,41 \text{ V}/10000 \Omega = 0,000341 \text{ A}$$

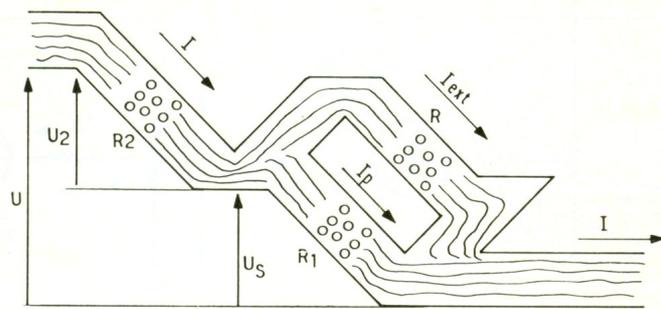
$$I_{ext} = U_s/R = 3,41 \text{ V}/4,7 \times 10^3 \Omega = 0,725 \times 10^{-3} \text{ A}$$

$$= 0,725 \text{ mA} \text{ (} 725 \mu\text{A)}$$

$$I_{ext} = 3,41 \text{ V}/4700 \Omega = 0,000725 \text{ A}$$

Remarque : le courant I de $1,07 \text{ mA}$ s'est bien séparé en deux courants I_p et I_{ext} . Il suffit d'ajouter leurs valeurs respectives pour retrouver le courant I :

$$341 \mu\text{A} + 725 \mu\text{A} = 1066 \mu\text{A} = 1,066 \text{ mA}$$



b) BRANCHEMENT DE LA RÉSISTANCE DE $1 \text{ M}\Omega$ EN SORTIE

Les caractéristiques du pont diviseur ne changent pas avec la résistance très grande de $1 \text{ M}\Omega$ en sortie. Confirmez-le, par le calcul, en utilisant la loi d'Ohm.

Il vous faut chercher, dans l'ordre, R_e , R_{eq} , I , U_s (U_2 facultatif), I_p et I_{ext} .

$$\bullet R_e = 10^4 \Omega \times 10^6 \Omega / 10^4 \Omega + 10^6 \Omega = 9,9 \text{ k}\Omega$$

$$R_e = \frac{10000 \Omega \times 1000000 \Omega}{10000 \Omega + 1000000 \Omega} = 9900 \Omega$$

(La résistance équivalente a, cette fois, une valeur très proche de celle de R_1).

$$\bullet R_{eq} = 9,9 \text{ k}\Omega + 1 \text{ k}\Omega = 10,9 \text{ k}\Omega = 10900 \Omega$$

$$\bullet I = 4,5 \text{ V}/10,9 \times 10^3 \Omega = 0,412 \times 10^{-3} \text{ A} = 412 \mu\text{A}$$

$$\bullet U_s = 9,9 \times 10^3 \Omega \times 0,412 \times 10^{-3} \text{ A} = 4,07 \text{ V}$$

$$\bullet (U_2 = 10^3 \Omega \times 0,412 \times 10^{-3} \text{ A} = 0,412 \text{ V})$$

$$\bullet I_p = 4,07 \text{ V}/10^4 \Omega = 0,407 \times 10^{-3} \text{ A} = 407 \mu\text{A}$$

$$\bullet I_{ext} = 4,07 \text{ V}/10^6 \Omega = 4,07 \times 10^{-6} \text{ A}$$

Le courant I_{ext} a donc bien une valeur très faible : $4,07 \mu\text{A}$! soit 100 fois plus petit que I_p .

Remarque : comme pour le diviseur de tension, il existe, pour le diviseur de courant, une formule de calcul rapide (à condition de connaître I). La valeur des deux courants I_p et I_{ext} de la figure 4 se calcule comme suit :

$$I_p = I \times R/(R_1 + R)$$

$$I_{ext} = I \times R_1/(R_1 + R)$$

CONCLUSION

La loi d'Ohm, que vous devez désormais maîtriser honorablement, vous a permis d'analyser en détail les caractéristiques du pont diviseur. Vous avez ainsi pu démontrer que le potentiomètre ne pouvait pas remplacer une alimentation variable.

Le rapport entre l'importance du courant de sortie I_{ext} et sa conséquence immédiate (modification de caractéristiques du pont diviseur), vous a certainement amené à entrevoir quelques solutions, d'autant plus qu'un phénomène analogue a déjà retenu notre attention (voir branchement du transistor à la sortie de la plaque fonction clignotant *Electronique pratique* n° 133).

Utilisation du transistor

En effet, vous avez constaté que dans le montage de la figure 3 :

● Un courant I_{ext} important entraîne une modification considérable des caractéristiques du pont diviseur.

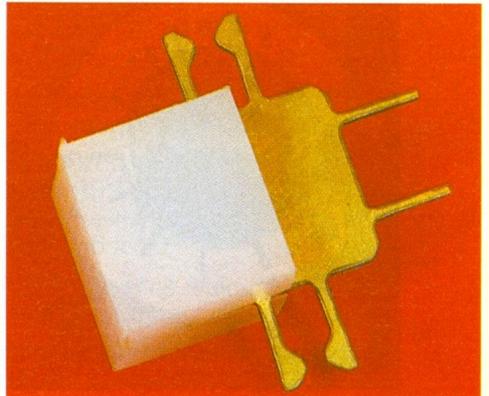
● Plus le courant de sortie I_{ext} devient faible et plus la tension de sortie demeure stable.

Evidemment, l'indication « courant faible » vous a aussitôt fait penser au courant de base d'un transistor (reportez-vous éventuellement aux expérimentations précédentes). Avez-vous trouvé une solution ?

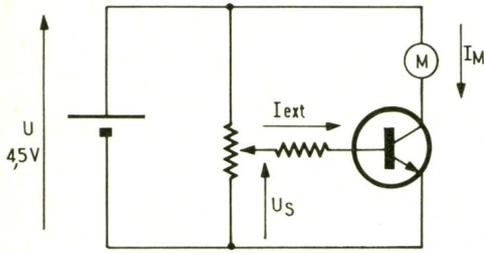
SOLUTION N° 1 (fig. 5)

Vous branchez donc le moteur dans le circuit collecteur d'un transistor.

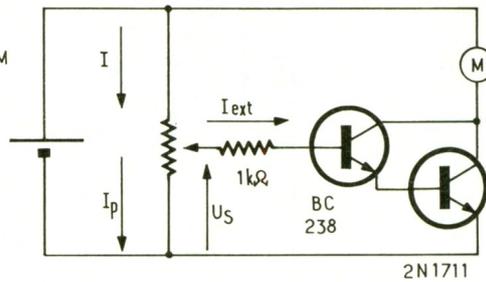
Photo 3. – Vue d'un bloc de jonction moulé Pierron.



5 Utilisation d'un transistor en vue de réduire le courant I_{ext} .



6 Diminution importante de la valeur I_{ext} à l'aide d'un Darlington.



Vous réduisez ainsi le courant I_{ext} puisque celui-ci ne correspond plus au courant nominal I_M du moteur mais au courant de base (donc égal au courant I_M divisé par le gain du transistor utilisé).

Réalisez le montage avec la plaque transistor 2N1711, la plaque résistance de 1 k Ω et le moteur.

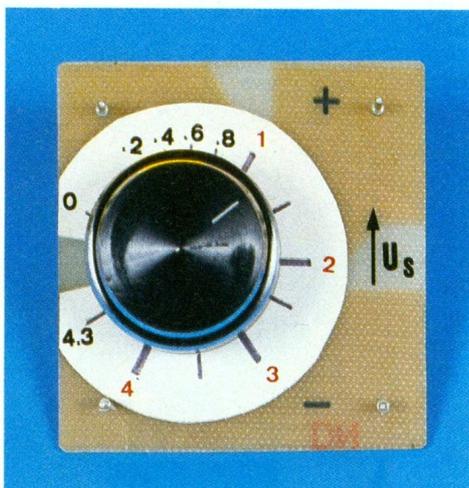
Analyse de la manipulation

Décevant ! Le résultat ne correspond pas du tout à notre attente. Le courant de base ne serait-il pas encore trop important ? (N'oubliez pas que le moteur nécessite un courant non négligeable et que le gain du transistor 2N1711 n'est pas considérable.)

SOLUTION N° 2 (fig. 6)

L'utilisation des deux transistors T_1 et T_2 , associés en un montage Darlington, permet, bien entendu, de réduire encore le courant de base (donc I_{ext} , par la même occasion), puisque ce super transistor a pour gain le produit de β_1 et de β_2 , gains respectifs de T_1 et de T_2 . Réalisez le montage et relevez la tension de sortie U_s (voir fig. 7).

Photo 4. – Le pont diviseur : une graduation sommaire pourra être réalisée sur une collerette en papier.



Analyse de la manipulation

- Parfait, le courant I_{ext} a réellement diminué ! La chute de tension à la sortie du pont diviseur ne se produit plus. En effet, quelle que soit la position du potentiomètre, le voltmètre indique une tension de sortie U_s concordant exactement avec les tensions notées directement sur le circuit (rappel : l'étalonnage avait été réalisé sans charge).

- Inconvénient ! Le fonctionnement du moteur ne nous satisfait pas ! Nous voulions une tension de sortie variable afin de contrôler la vitesse de rotation de notre moteur. Mais pourquoi passe-t-il donc maintenant si brusquement de l'arrêt à la pleine vitesse ?

Tout simplement à cause de la nature même du montage. Les transistors, associés ici en un montage Darlington, fonctionnent en commutation (on dit aussi en tout ou rien), exactement comme le ferait un relais électromagnétique. Le moteur n'a donc que deux états, « marche » ou « arrêt ». L'utilisation des transistors ne conviendrait-elle pas ?

SOLUTION N° 3

Si, à condition de modifier le schéma de principe (fig. 8). La véritable solution consiste à associer quand même un montage Darlington (puisque'il réduit considérablement le courant de commande) au pont diviseur, mais en connectant le moteur à l'émetteur et non plus au collecteur ! Réalisez le montage et relevez les tensions U_s et U_m .

Analyse de la manipulation

Vous venez enfin de réaliser une alimentation réglable, capable de fournir un minimum de courant, sous une tension variable, et ceci grâce au branchement particulier du transistor.

Ce montage très intéressant est dit « à collecteur commun » ou

encore « montage à émetteur suiveur ». La représentation la plus courante d'un tel montage est donnée à la figure 9 (ce montage qui n'utilise qu'un seul transistor est néanmoins comparable à celui de la fig. 8).

Expérimentation

Pour des raisons de gain insuffisant, nous avons utilisé, dans les deux manipulations précédentes, un montage Darlington pour alimenter le moteur. Recommencez l'expérience en utilisant, cette fois, un seul transistor mais en remplaçant le moteur par l'ampoule de 6 V-100 mA.

La variation de tension à la sortie, entre l'émetteur et le « - », assure un allumage très progressif de l'ampoule. Utilisez le transistor 2N1711 puis le BC 238. Avec leurs gains respectifs différents, vous constaterez un fonctionnement particulier dans les deux cas.

Perte de tension aux bornes de la pile

(voir problèmes rencontrés en 1 : l'étalonnage).

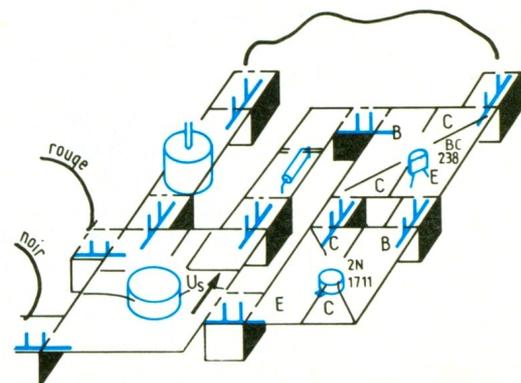
Toute source de tension (tout générateur) présente une certaine résistance interne R_{int} (fig. 10).

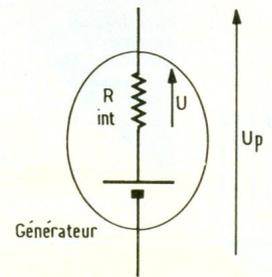
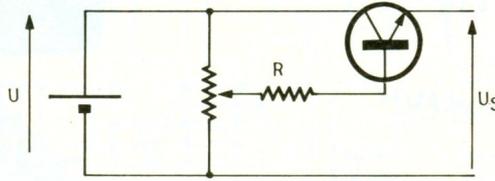
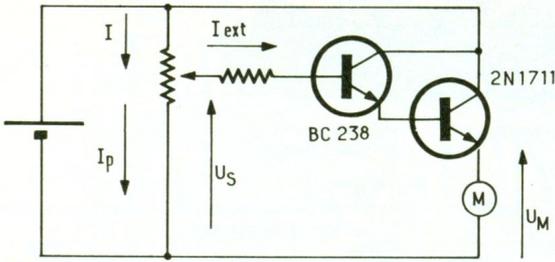
Manipulations avec la pile de 4,5 V

Pour bien comprendre le phénomène, munissez-vous de deux piles de 4,5 V, une neuve et une usagée.

- Avec la pile neuve :

Mesurez la tension de votre pile, à vide (U_p). Branchez ensuite successivement la diode DEL (correctement polarisée), le relais, l'ampoule de 6 V-100 mA, l'ampoule de 3,5 V-300 mA et le potentiomètre « diviseur de tension ». Relevez, dans chaque cas, la tension aux bornes de la





pile « en charge ». Vous constatez que plus le courant demandé augmente et plus la tension de la pile chute. Normal ! La résistance R_{int} parcourue par un courant provoque une chute de tension « U » d'autant plus élevée que le courant de sortie augmente ($U = R_{int} \times I$), ce qui réduit, par conséquent, la tension U_p de la pile. En manipulant le moteur, la constatation est immédiate : dès que vous le freinez, avec les doigts, la tension baisse considérablement (car le courant augmente).

● Avec la pile usagée :

La tension à vide, première surprise, approche voire dépasse même très légèrement les 4 V (suivant l'état de votre pile).

La diode DEL s'allume quand même ! Cependant, son très faible courant nominal provoque une forte chute de tension. Avec les autres éléments, l'ampoule par exemple, la chute de tension devient tellement importante que la tension de la pile descend à 0 V (et l'ampoule reste, bien entendu, éteinte).

● La mesure de la tension à vide d'une pile ne suffit donc pas à vérifier son bon état. Ainsi, pour une pile usagée, la tension à vide semble convenable, cependant, sa résistance interne, devenue très élevée, rend impossible toute utilisation.

Utilisation d'un voltmètre : Précision des mesures

Les mesures de tension indiquées le mois dernier avaient été relevées à l'aide d'un voltmètre numérique. Suivant le contrôleur utilisé, vous avez vraisemblablement trouvé des résultats bien différents.

En voici brièvement la raison :

Le voltmètre analogique (à aiguille) présente, lui aussi, une résistance interne (plus ou moins grande suivant la sensibilité de son galvanomètre). Mesurer la tension de sortie U_s du diviseur de tension (fig. 11) revient donc à connecter en parallèle sur R_1 la résistance interne du voltmètre.

Afin de ne pas trop modifier les caractéristiques du pont diviseur, il importe donc de prélever un courant I_{ext} le plus faible possible. Par conséquent, la valeur de la résistance interne du voltmètre doit être la plus importante possible. Un voltmètre numérique, qui présente une très forte impédance d'entrée (plusieurs mégohms) permet ainsi des mesures d'une grande précision (nous réaliserons les calculs correspondants dans un prochain numéro).

CONCLUSION

Cette étude du pont diviseur nous a permis d'aborder, de façon plus théorique, l'analyse de nos réalisations électroniques. N'hésitez pas, si nécessaire, à recommencer plusieurs fois les expérimentations.

Nous retrouverons à nouveau, le mois prochain, un domaine tout à fait concret avec la mise au point et la fabrication de la cinquième « plaque fonction » PIERRON.

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

CORRECTION DE L'EXERCICE DU MOIS DERNIER

QUESTION N° 1

Avant de calculer U_1 , U_2 et U_3 , il vous faut, tout d'abord, trouver, (1) la résistance équivalente de tout le montage qui permettra de déterminer (2) le courant I .

$$(1) R_e = 10 \text{ k}\Omega + 1 \text{ k}\Omega + 4,7 \text{ k}\Omega = 15,7 \text{ k}\Omega = 15\,700 \Omega$$

$$(2) I = U/R = 4,5 \text{ V} / 15,7 \times 10^3 \Omega = 0,288 \times 10^{-3} \text{ A}$$

$$I = 4,5 \text{ V} / 15\,700 \Omega = 0,000288 \text{ A}$$

Un courant I traverse R_1 , on relève donc une tension U_1 à ses bornes :

$$U_1 = 10 \times 10^3 \Omega \times 0,288 \times 10^{-3} \text{ A} = 2,88 \text{ V}$$

Aux bornes de R_2 :

$$U_2 = 10^3 \Omega \times 0,288 \times 10^{-3} \text{ A} = 0,28 \text{ V}$$

Aux bornes de R_3 :

$$U_3 = 4,7 \times 10^3 \Omega \times 0,288 \times 10^{-3} \text{ A} = 1,35 \text{ V}$$

QUESTION N° 2

L'association en parallèle de $R_2 = 1 \text{ k}\Omega$ avec la résistance $R = 1 \text{ M}\Omega$ équivaut à une résistance équivalente de :

$$R_{eq} = R_2 \times R / R_2 + R = 10^3 \Omega \times 10^6 \Omega / 10^3 \Omega + 10^6 \Omega = 999 \Omega$$

$$R_{eq} = 1\,000 \Omega$$

$$\times 1\,000\,000 \Omega / 1\,000 \Omega + 1\,000\,000 \Omega = 999 \Omega$$

La résistance équivalente de tout le montage vaut maintenant :

$$10\,000 \Omega + 999 \Omega + 4\,700 \Omega = 15\,999 \Omega = 15,999 \times 10^3 \Omega$$

$$I = U/R_e = 4,5 \text{ V} / 15,999 \Omega = 0,286 \times 10^{-3} \text{ A}$$

Les nouvelles valeurs des tensions deviennent donc :

$$U_1 = 10 \times 10^3 \Omega \times 0,286 \times 10^{-3} \text{ A} = 2,86 \text{ V}$$

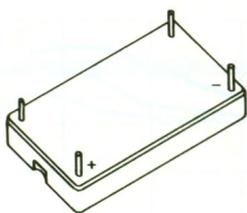
UTILISATION DES ACCUMULATEURS AU CADMIUM-NICKEL

Utilisés depuis longtemps dans l'industrie, les accumulateurs au cadmium-nickel trouvent également de nombreuses applications dans le domaine « grand public » ; outre le fait qu'ils remplacent avantageusement les piles des jouets ou petits appareils audio, ils peuvent aussi bien servir dans l'atelier de l'électronicien amateur.

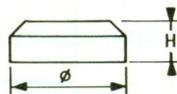
CARACTERISTIQUES MECANIQUES

Leurs formes sont variées. Il y a bien sûr les trois dimensions des piles R₆, R₁₄ et R₂₀ et celles des piles 9 V miniatures, permettant le remplacement de ces éléments par des accus dans la plupart des petits appareils « grand public » (fig. 1).

Il existe aussi des batteries formées de ces éléments, des modules rectangulaires à souder directement sur circuit imprimé, des éléments « bouton » de différents diamètres et hauteurs. Ces derniers modèles restent plutôt réservés au domaine industriel.



Module d'accus à souder
Tension : 2,4 V à 7,2 V
Capacité : 40 à 220 mAh



Accus « bouton »
élément de 1,2 V

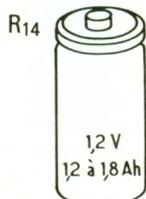
15,7	6	40 mAh
23	5,3	0,1 Ah
25,1	7,8	0,22 Ah
34,7	5,5	0,3 Ah
34,7	9,8	0,6 Ah
ø	H	Capacité



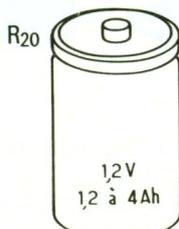
Batterie d'accus
« Bouton »
Tension suivant
nbre d'accus empilé.



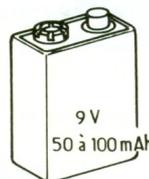
R₆
1,2 V
0,5 Ah
ø ≈ 14 mm
L = 50 mm



R₁₄
1,2 V
1,2 à 1,8 Ah
ø = 25,2 mm
L = 50 mm



R₂₀
1,2 V
1,2 à 4 Ah
ø = 32,2 mm
L = 60,3 mm



9 V
50 à 100 mAh

CARACTERISTIQUES DE CHARGE

- Charge normale :

$$I_c = \frac{I \text{ capacité}}{10}$$

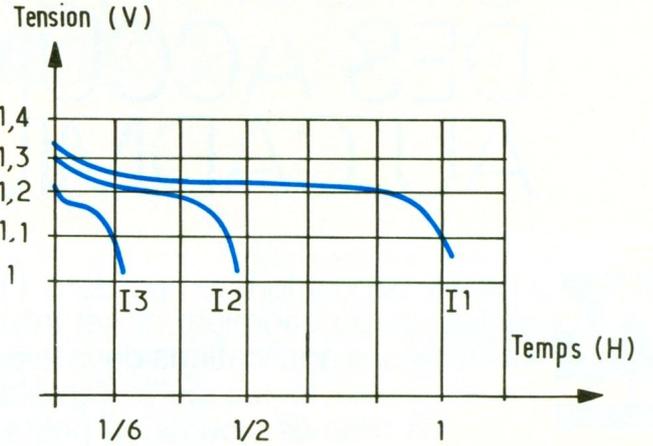
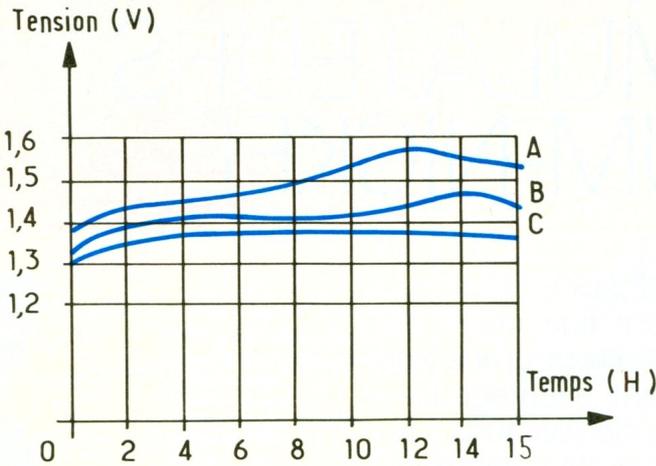
(exemple : pour une capacité de 1,2 Ah → $I_c = 120 \text{ mA}$).

La figure 2 donne la tension aux bornes d'un élément de 1,2 V en fonction du temps de charge pour trois températures : courbe A à 0 °C, courbe B à + 20 °C, courbe C à + 40 °C. L'allure de la courbe reste à peu près identique pour des éléments de série standard, ayant des capacités de 0,5 à 4 Ah. On voit que la tension baisse lorsque la température croît.

A 20 °C, la tension maximale est obtenue au bout de 14 heures de charge ; ensuite, la tension redescend avant de se stabiliser. La « crête » de tension qui apparaît peut être exploitée pour un

1

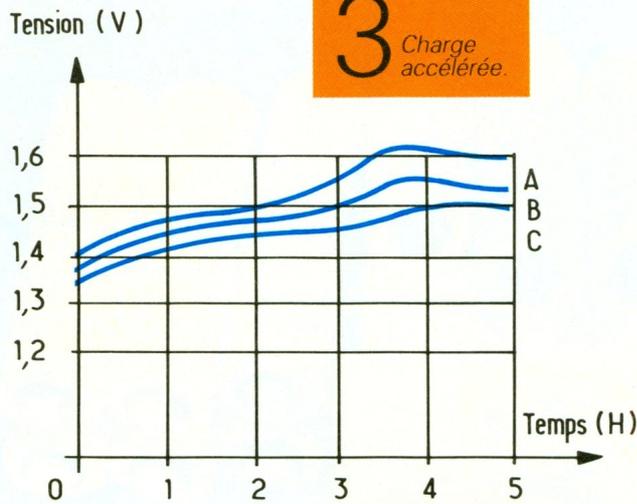
Dessins de diverses
formes d'accumulateurs.



A ► 20 °C

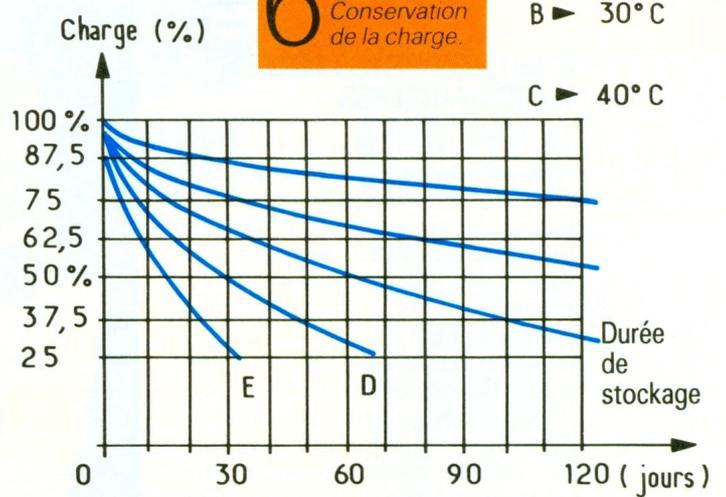
B ► 30 °C

C ► 40 °C



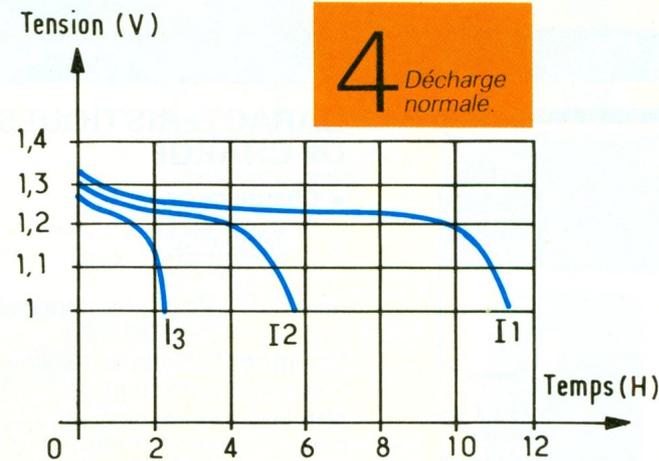
3

Charge accélérée.



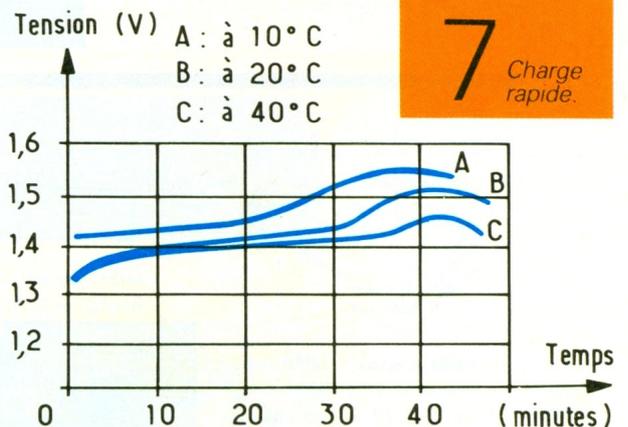
6

Conservation de la charge.



4

Décharge normale.



A : à 10 °C
B : à 20 °C
C : à 40 °C

7

Charge rapide.

arrêt automatique en fin de charge, notamment pour des chargeurs rapides. En charge normale, cette détection peut être gênée si la température est élevée ; sur la courbe C à + 40 °C, on voit en effet que cette bosse n'apparaît plus. Les graphes correspondent aux accus de la série standard Saft VR 023.

● Charge accélérée :

$$I_c = 3 \frac{I_{cap}}{10}$$

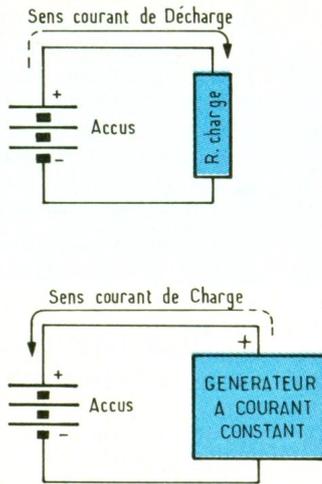
(exemple : pour une capacité de 1,2 Ah → $I_c = 360$ mA).

La figure 3 montre la tension aux bornes d'un élément de 1,2 V chargé ainsi. Courbe A à + 10 °C, courbe B à + 20 °C, courbe C à + 40 °C. Les allures

sont ressemblantes à celles de la figure 2 de la charge normale. Seule l'échelle des temps est réduite : le maximum de tension est obtenu au bout de 4 heures. Pour les éléments de capacité > 2 Ah, on prendra $I_c = I_{cap}/5$ durant un temps de 6 heures.

● Charge rapide :

$I_c = I_{cap}$ (exemple : pour une capacité de 4 Ah → $I_c = 4$ A).



Le temps de charge est alors de 40 minutes environ (fig. 7). Mais attention, tous les accus ne supportent pas des courants de charge aussi forts, il ne faut le faire qu'avec des éléments prévus à cet effet. Exemple série VE 026 de Saft.

● Charge ultrarapide :

$$I_c = 10 I_{\text{cap}}$$

Pour le domaine grand public ce mode de charge est à *proscrire*. Mais il faut savoir qu'on peut charger certains éléments ainsi, après les avoir préalablement déchargés rapidement. Il faut impérativement limiter la durée, la charge retrouvée en quelques secondes est de l'ordre de 0,1 capacité nominale. (Exemple : un élément « bouton » de la série VB 10 de Saft traversé par un courant de 1 A durant 5 secondes.)

● Charge d'entretien :

$$I_c \approx \frac{I_{\text{cap}}}{100}$$

(exemple : pour une capacité de 1,2 Ah, $I_c \approx 12$ mA).

Un accumulateur chargé voit sa charge diminuer très lentement s'il ne débite aucun courant. C'est l'autodécharge. Pour maintenir la charge optimale, il faut fournir un courant « d'entretien » après une charge normale. Ce courant peut aller de 0,005 à 0,01 I_{cap} . Ce courant n'est pas obligatoire car à 20 °C, même après deux mois de repos, un accumulateur possède encore plus de 70 % de sa charge. Pour les applications courantes, on peut s'en passer, mais le prévoir dans la construction d'un appareil ou d'un chargeur est très facile car il est généralement faible.

CARACTERISTIQUES DE DECHARGE

● Décharge normale :

$I_d < 1/2 I_{\text{cap}}$ (exemple : pour une capacité de 1,2 Ah, $I_d < 0,6$ A).

La figure 4 donne l'allure des courbes de décharge normale à une température de 20 °C, la courbe I_1 pour $I_d = I_{\text{cap}}/10$, I_2 pour $I_d = I_{\text{cap}}/5$, I_3 pour $I_d = I_{\text{cap}}/2$. L'allure des trois courbes est identique, seul le temps de décharge varie beaucoup. On voit notamment qu'au-dessous de 1,1 V la pente $\Delta U/\Delta T$ augmente rapidement.

● Décharge rapide :

$I_{\text{cap}} < I_d < 5 I_{\text{cap}}$ (exemple : pour une capacité de 1,2 Ah, $12 \text{ A} < I_d < 6 \text{ A}$).

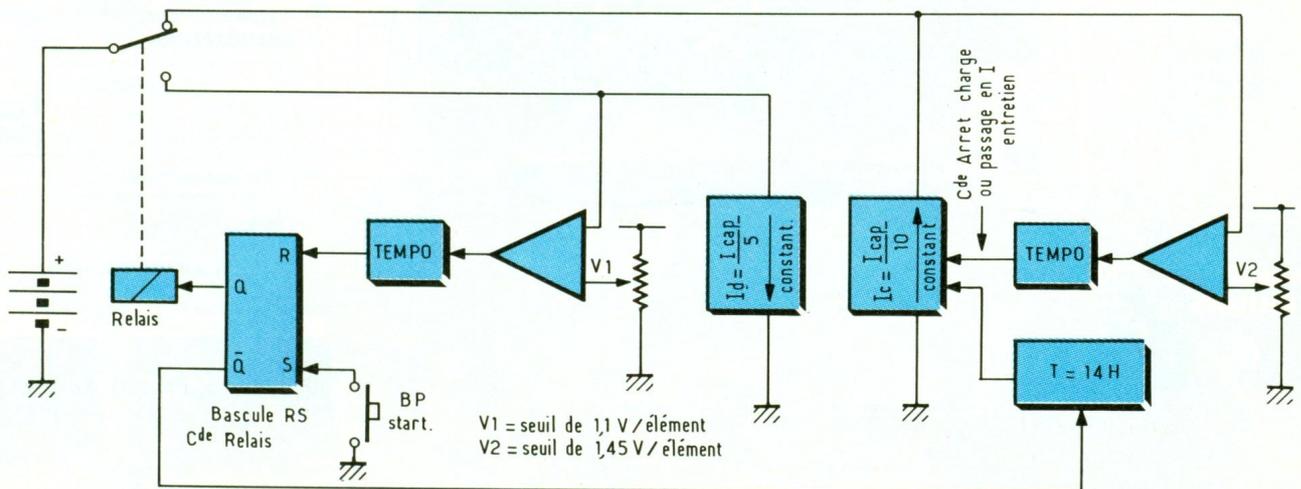
La figure 5 donne l'allure de la tension aux bornes d'un élément de 1,2 V en fonction du temps, pour une décharge à courant constant. Courbe I_1 pour $I_d = I_{\text{cap}}$, I_2 pour $I_d = 2 I_{\text{cap}}$, I_3 pour $I_d = 5 I_{\text{cap}}$. Les allures sont sensiblement égales à celles de la décharge normale, seule l'échelle des temps a été très réduite.

Certains éléments peuvent fournir des courants encore plus forts ($I_d \approx 10 I_{\text{cap}}$) pendant un temps ≈ 5 minutes. Mais *attention à ne pratiquer de telle surcharge qu'avec des éléments prévus pour ce type d'utilisation* (exemple : série VY025 de Saft).

Bien entendu, toutes les courbes de charges sont données pour un courant de charge constant (idem pour les courbes de décharge). Pour ces dernières, il ne faut pas déduire hâtivement des autonomies plus ou moins fantaisistes. En utilisation normale, un courant de décharge n'est qu'exceptionnellement constant. Pour définir une autonomie réelle à partir de ces courbes, il faut connaître au plus juste le courant moyen absorbé. La figure 8 donne le sens des courants dans le cas d'une charge et d'une décharge.

● Durée de vie :

La durée de vie est généralement d'une dizaine d'années, mais elle



peut être fonction de l'utilisation, des conditions de température du nombre de cycles de charge/décharge, de la profondeur de décharge.

Profondeur de décharge :

$$P = \frac{\text{capacité déchargée}}{\text{capacité nominale}}$$

avec $P = 100\%$, on peut avoir jusqu'à 500 cycles charge/ décharge ;

avec $P = 50\%$, on peut avoir jusqu'à 2 000 cycles charge/ décharge ;

ceci suivant le type de l'élément. La conservation de charge est fonction de la température ; elle est d'autant meilleure que la température est basse. La **figure 6** donne la conservation de la charge en fonction du temps à 5 températures différentes, pour un élément de 1,2 V de 4 Ah (de la série VR 033 de Saft). Courbe A pour + 20° C, et par bonds de + 10° C jusqu'à la courbe E pour + 60° C. On voit qu'entre 20 et 30 °C, la charge est encore supérieure à 50 % après 4 mois de repos !

VALEUR LIMITE EN CHARGE ET DECHARGE

En charge, il faut veiller à ce que la tension d'un élément ne dépasse jamais 1,55 V. Pour les séries standards et à 20° C, on prendra un seuil de 1,45 V/élément. Pour une limitation de temps, on prendra $T_{max} = 14$ h pour une charge normale. Dans le cas de batteries constituées de plusieurs éléments de 1,2 V, on adaptera le seuil de tension. Exemple : pour une batterie de 10 éléments (= 12 V), le seuil max $U = 14,5$ V.

Pour la décharge, il est conseillé de ne pas faire chuter la tension d'un élément en dessous de 0,8 V. Un chargeur automatique, de charge normale à 70 °C, peut être fait ainsi : s'assurer d'une décharge jusqu'à 1,1 V par élément, puis charger pendant 14 h à $I_c = I_{cap}/10$ avec une précaution de seuil max de tension à 1,45 V/élément.

La **figure 9** présente un synoptique simple d'un tel type de char-

geur : après appui sur le bouton-poussoir, on commence par vérifier la décharge jusqu'à 1,1 V/élément puis, automatiquement, on passe en phase de charge. La fin de charge a lieu soit après le temps de 14 h soit après détection d'une tension $> 1,45$ V par élément.

Si on désire faire un chargeur rapide, on peut détecter la « crête » de tension vue dans le paragraphe de la charge normale. Avec un courant de charge élevé, ce maximum est plus marqué même avec une température de 40 °C (voir **fig. 7**). On prendra cependant la précaution de ne le faire qu'avec des éléments qui supportent de tels courants de charge, et en vérifiant au préalable que l'accu est suffisamment déchargé pour que, en charge, cette « crête » apparaisse.

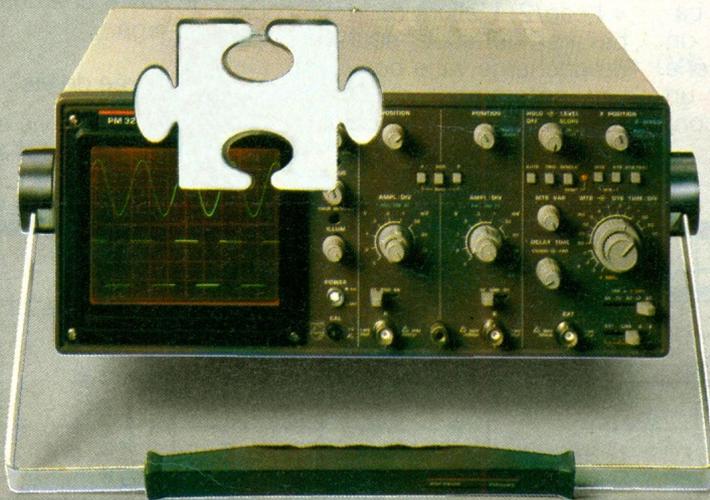
Voilà donc quelques mises au point sur les accumulateurs au cadmium-nickel qui permettront de mieux les connaître, pour une utilisation optimale de leurs possibilités.

F. RIVIERE

FLUKE ET PHILIPS - L'ALLIANCE EN TEST ET MESURE



PHILIPS



La garantie d'une marque

Vous avez besoin d'un oscilloscope d'un bon rapport performance/prix. Le PM 3208, 20 MHz simple base de temps ou le PM 3209, 40 MHz double base de temps répondent à vos exigences et vous offrent en plus les garanties Philips.

Prix au 02.01.90

PM 3208	4 720,28 F TTC
PM 3209	8 278,28 F TTC

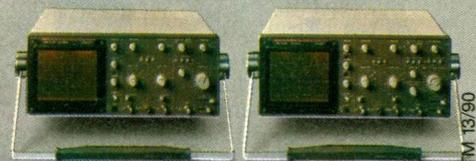
Sondes incluses.

Garantie 3 ans.

Liste de nos distributeurs sur demande.

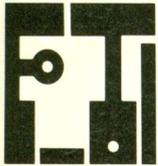


S.A. PHILIPS INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE - Division Science et Industrie,
105, rue de Paris, B.P. 62, - 93002 BOBIGNY CEDEX - (1) 49.42.80.80 - 235 546 Induphi



TM 13/90

LES CIRCUITS INTEGRES JAPONAIS : LE LB1405, 1415



PHYSIONOMIE GENERALE

Il s'agit d'un circuit adapté à la réalisation de Vu-mètres mettant en œuvre un nombre réduit de composants extérieurs. Il peut mettre en évidence aussi bien

loi de progressivité de l'allumage des cinq LED de signalisation, en fonction du niveau de potentiel mesuré.

Les LED s'allument franchement lorsque le niveau de potentiel auxquelles elles correspondent, est atteint. Lorsqu'une LED de

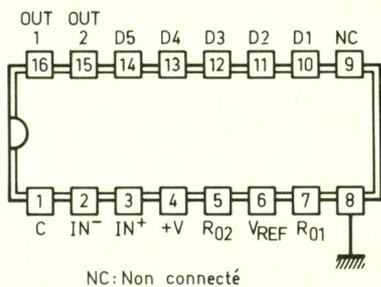
sente son brochage tandis que la **figure 2** fait état de sa structure interne.

APPLICATIONS

La **figure 3a** illustre un exemple de montage en Vu-mètre à cinq diodes LED. La position particu-

1

Brochage commun des C.I.



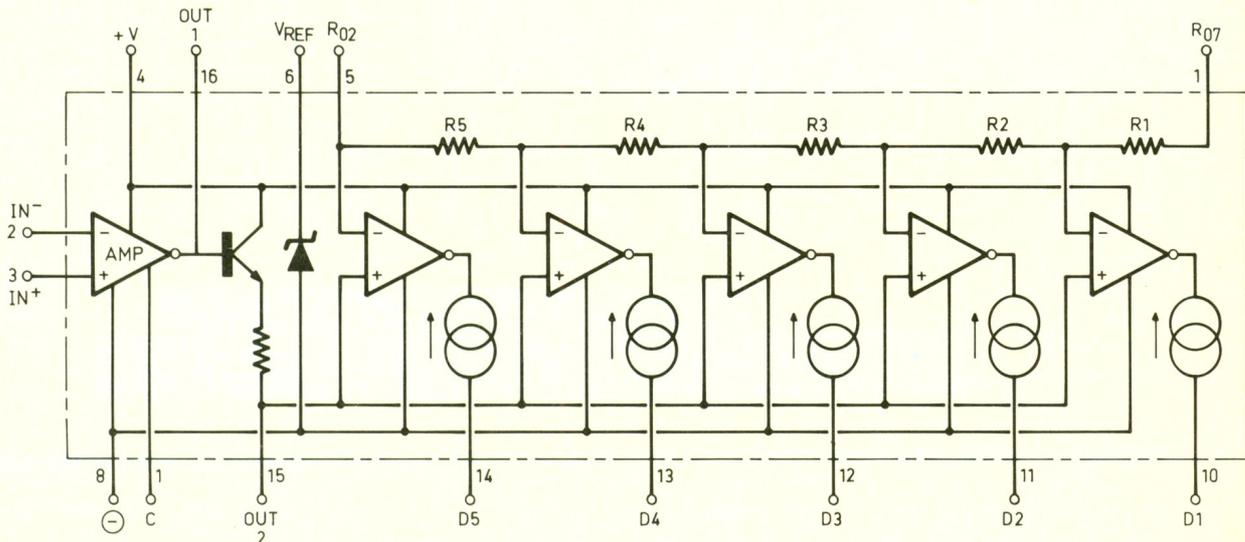
LOI DE PROGRESSION

($T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $V_{CC} = 6\text{ V}$, $I_{REF} = 5\text{ mA}$)

Niveau	Broche	Condition	LB 1405	LB 1415	Unité
D5	14	$V_{R02} = 3\text{ V}$, $R_{01} = 0\text{ V}$	2	6	dB
D4	13	-	0	3	dB
D3	12	-	- 3	0	dB
D2	11	-	- 7	- 5	dB
D1	10	-	- 15	- 10	dB

2

Structure interne.



des variations d'un potentiel continu que d'un potentiel alternatif.

Les différences entre le LB 1405 et le LB 1415 se situent seulement au niveau de la plus ou moins grande linéarité des courbes de réponse, c'est-à-dire de la

rang « n » s'allume, toutes les LED de rang inférieur restent allumées.

Ce circuit intégré est particulièrement bien adapté à l'exploration d'un large champ de variation. Il comporte un amplificateur de potentiel intégré. La **figure 1** repré-

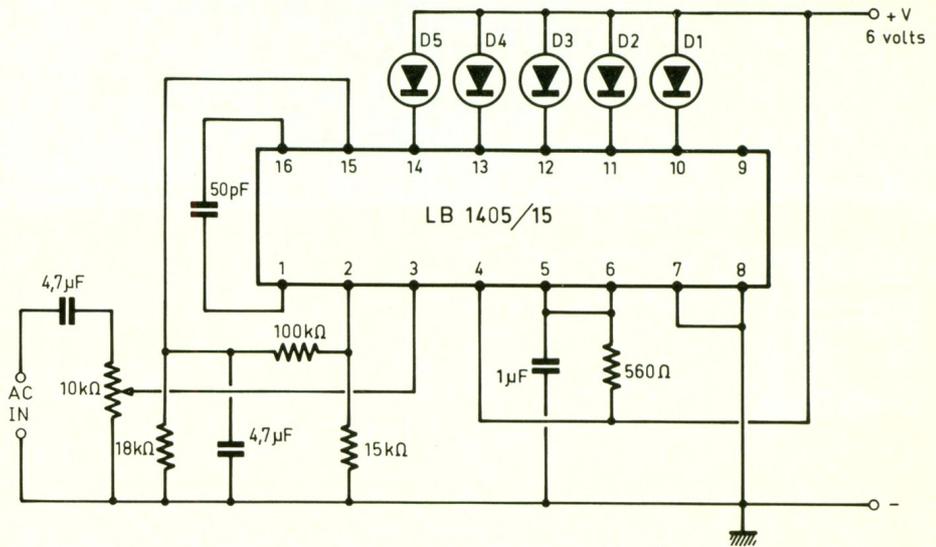
	LB 1405	LB 1415
R1	1,8 kΩ	2,05 kΩ
R2	2,7 kΩ	1,6 kΩ
R3	2,7 kΩ	2,85 kΩ
R4	3 kΩ	2,7 kΩ
R5	2,7 kΩ	3,8 kΩ

3 Exemple d'applications :

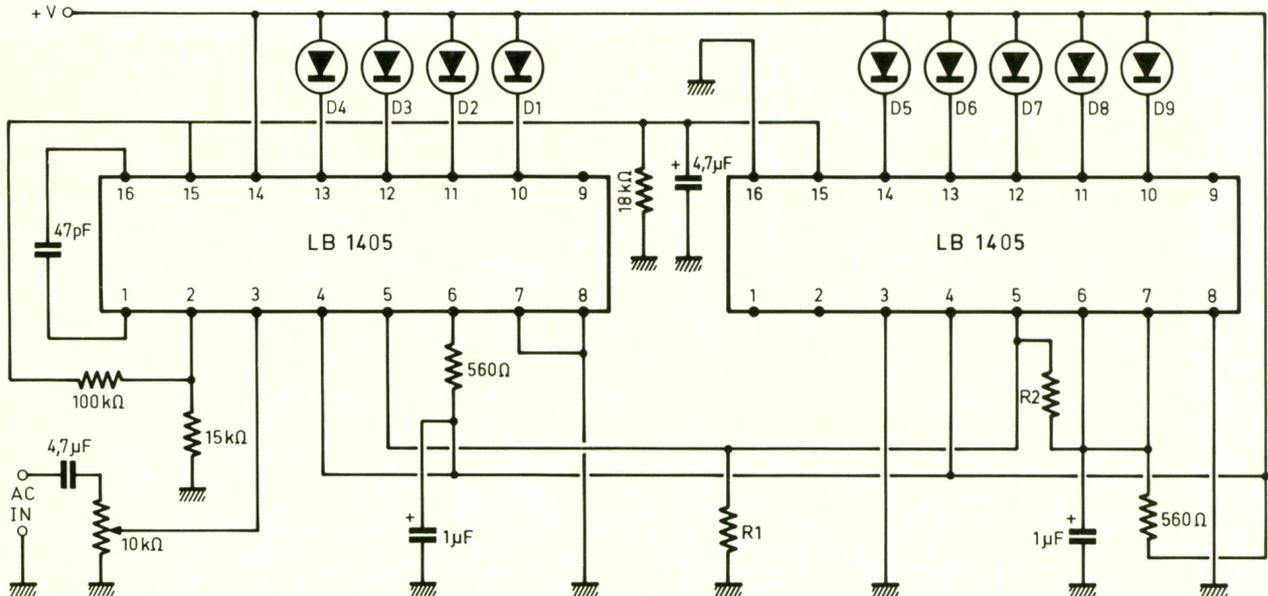
a) Montage en vu-mètre simple.
b) Montage de deux LB 1405 en cascade.

lière correspondant à 0 dB peut être obtenue par voie de réglage grâce à l'ajustable de 10 kΩ. Dans le cas de la figure 3b, il a été fait appel à deux circuits LB 1405 afin d'étendre le champ de l'indication visuelle du Vu-mètre à neuf LED. On notera que si on ne désire pas utiliser une LED, la broche correspondante sera à relier au « plus » de l'alimentation. Le tableau qui accompagne cette figure met en évidence deux types de progressions de l'allumage des LED en mettant en jeu différentes valeurs de résistances R₀₁ et R₀₂.

a) Montage en vu-mètre simple



b) Montage de 2 LB1405 en cascade



	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	
R1 = R2 = 3,3kΩ	-19	-11	-6,5	-3,7	-1,6	0	+1,5	+2,7	+3,7	dB
R1 = 3kΩ ; R2 = 2kΩ	-18	-10	-6,5	-3	-1,2	0	+1	+2	+3	dB

PARAMETRES DE FONCTIONNEMENT

Valeurs limites

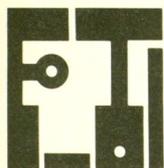
Tension d'alimentation : V_{CCMAX}, broche 4 ; 14 V
Potentiel à signaler : V_{IN}, broches 2 et 3 ; -0,3 à 14 V
Courant maxi sur entrée C : I_C, broche 1 ; 0,1 à 2 V

Potentiers de sortie :
V_{OUT1}, broche 16 ; -0,3 à 12 V
V_{OUT2}, broche 15 ; -0,3 à 12 V
V_{OUT} (LED), broches 10 à 14 ; -0,3 à 14 V
Courant de référence : I_{REF}, broche 6 ; 10 mA
Puissance dissipée : 500 mW
Température de fonctionnement : -10 à +60 °C
Température de stockage : -40 à +125 °C

VALEURS CONSEILLÉES

Potentiel d'alimentation : + V_{CC}, broche 4 ; 4,4 à 12 V
Intensité de référence : I_{REF}, broche 6 ; 2,5 à 9 mA
Résistance de charge : R_{L2}, broche 15 ; 15 à 20 kΩ

LE CIRCUIT INTEGRE SL 486



Avec son circuit intégré SL 486, le constructeur Plessey nous fournit en un seul boîtier toutes les fonctions nécessaires pour rendre utilisable un signal infrarouge reçu par une diode photosensible.

INTRODUCTION

Nous trouverons dans l'ordre :

- le circuit de polarisation de la photodiode ;
- une première amplification différentielle ;
- un contrôle de la polarisation du circuit d'entrée ;
- quatre étages amplificateurs-écrêteurs ;
- un circuit rapide de contrôle automatique du gain ;
- un élargisseur d'impulsions ;
- un régulateur de tension d'alimentation.

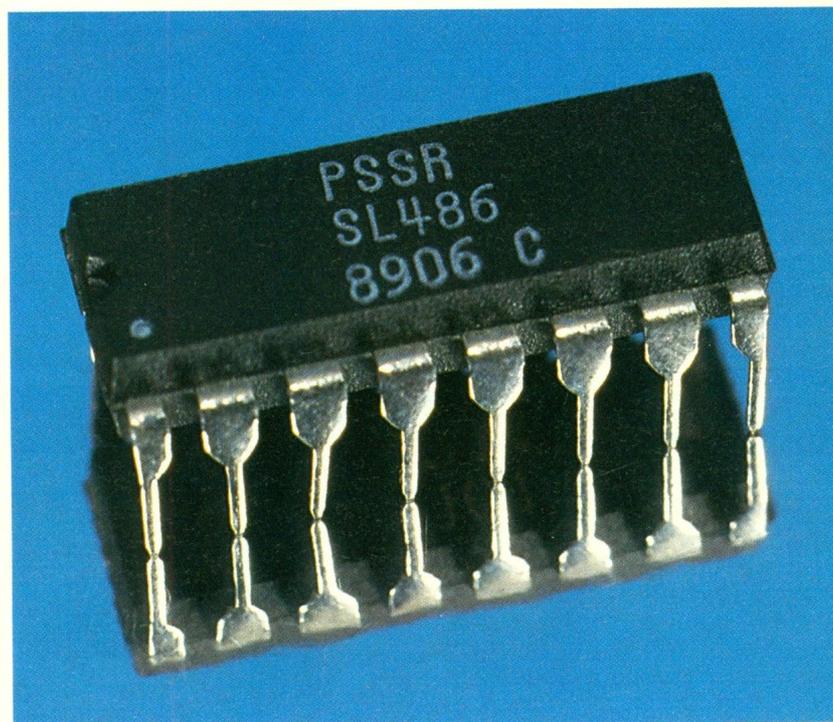
Ce circuit possède une grande sensibilité et un gain élevé. Il est capable de traiter des variations du courant dans la diode de l'ordre de 10 nA. Nous pouvons en déduire tout de suite que la diode devra être câblée le plus près possible du circuit intégré pour éviter que les liaisons ne se transforment en antennes de réception pour parasites divers.

Une telle sensibilité nécessite des précautions pour n'amplifier si possible que les signaux utiles, c'est le rôle des contrôles automatiques des gains. Autre précaution : le constructeur a prévu de séparer les alimentations des premiers étages et des sorties, c'est pourquoi l'on trouve deux broches « + Vcc » et deux broches « masse ».

Vous trouverez en figures 1 et 2 le synoptique en deux schémas : d'abord l'organisation des alimentations du circuit, puis le traitement des signaux. Voyons comment procède le circuit.

FONCTIONNEMENT

La photodiode est polarisée en inverse, et le courant qui la traverse est fixé en continu par un générateur asservi par contre-réaction, c'est le rôle de l'étage appelé gyrateur. Ce courant



continu dépend de l'éclairement moyen reçu par le capteur. Plus la lumière est forte, plus ce courant sera important. Il peut évoluer de façon utile entre 1 μ A et environ 1,5 mA. Un amplificateur différentiel détecte toute variation et, comme seules les différences sont prises en compte, les parasites présents simultanément sur les broches 1 et 16 ne seront pas amplifiés. Il semble, d'après le synoptique fourni par le constructeur, que l'étage appelé gyrateur fonctionne en source contrôlée tension-courant. En ambiance normalement éclairée, quand le courant dans la diode est inférieur à 200 μ A, seul C₂ assure le découplage de ce circuit. Au-delà, C₃ prend le relais.

Après le buffer commencent les étages d'amplification. Les étages 1, 2 et 4 sont découplés par

des condensateurs reliés aux lignes d'alimentation. Ces condensateurs assurent de plus une fonction de filtres passe-haut. Nous remarquons que la liaison entre le troisième et le quatrième étage est réalisée sous forme différentielle. Cela permet d'abord de supprimer les dérives de mode commun des deux premiers étages, puis de s'affranchir du décalage de potentiels que l'on crée en séparant les masses d'alimentation.

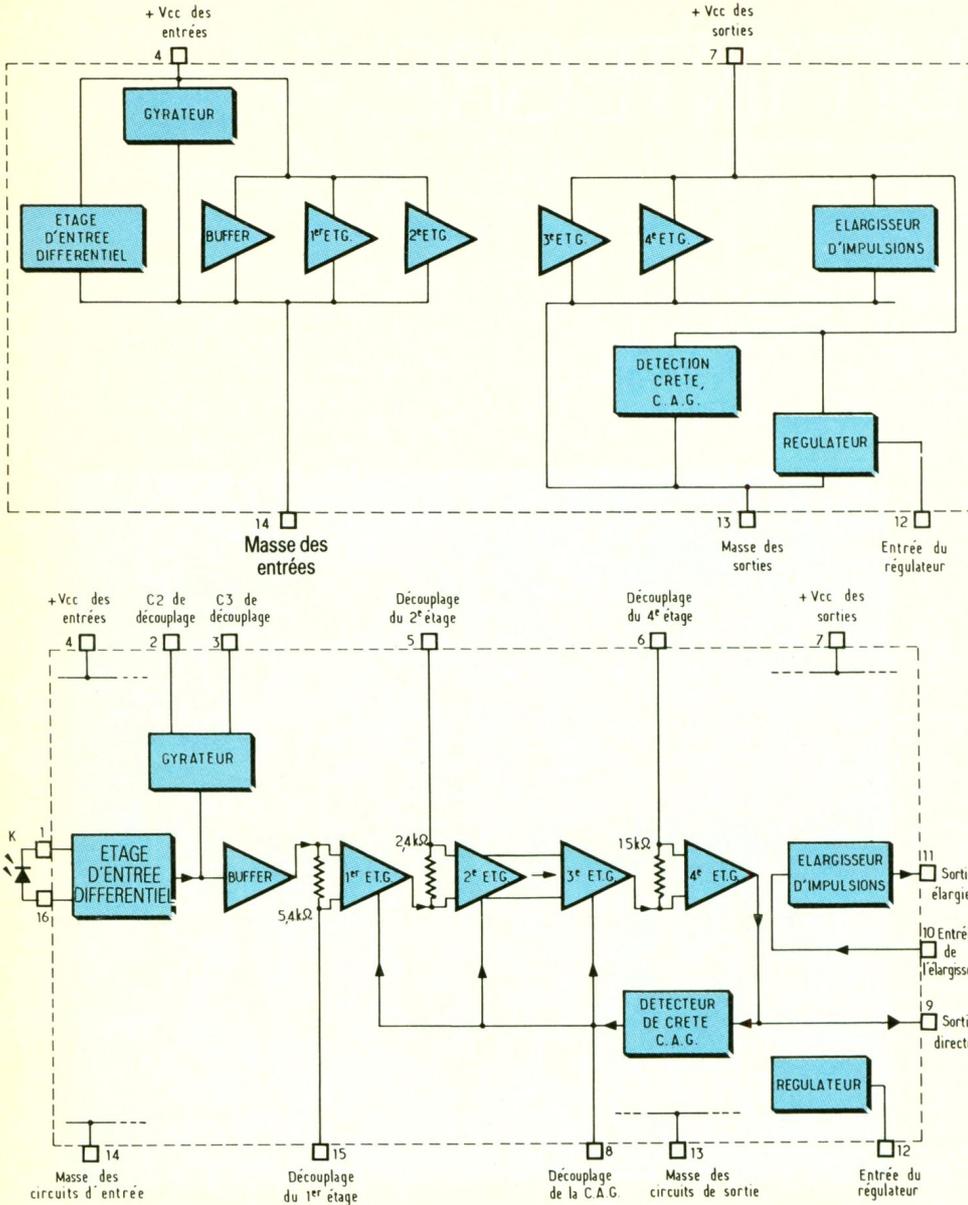
A la sortie du quatrième étage, nous trouvons l'entrée d'un détecteur de crêtes. Ce circuit fournit un courant qui vient commander le gain des trois premiers étages d'amplification. Ce détecteur est découplé à la masse par un condensateur de valeur relativement forte : typiquement 150 nF. Le circuit de C.A.G. montre ainsi une caractéristique

1

Schéma synoptique montrant l'organisation des alimentations.

2

Cheminement des signaux à travers les divers étages.



« Attaque rapide, retour lent au repos », ce qui traduit le fait que ce condensateur se charge rapidement, puis se décharge lentement. Dès que des impulsions infrarouges sont détectées, le gain est

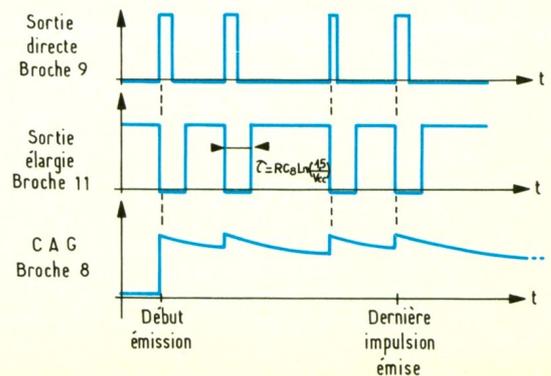
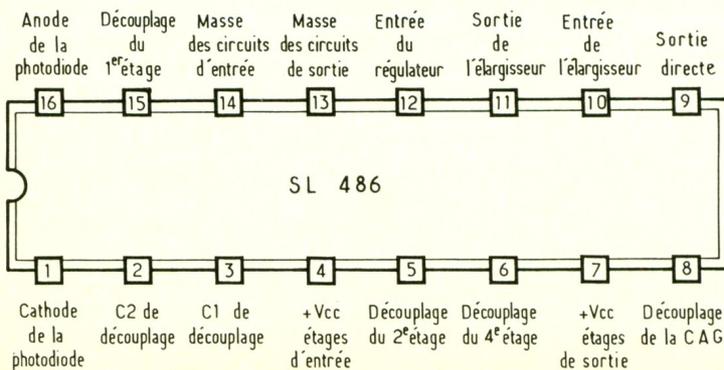
réduit de façon que les impulsions parasites de faible niveau qui arrivent en même temps que les signaux utiles ne soient pas trop amplifiés, et donc invisibles à la sortie. Le gain reste à son niveau adapté au signal utile pen-

nant toute la durée de la transmission, puis remonte quelque temps après la fin du message. Ainsi, la sensibilité aux parasites ne revient qu'après la transmission.

Nous remarquons que le quatrième étage d'amplification n'est pas commandé par la C.A.G., il fonctionnera donc le plus souvent en écrêteur pour fournir à la broche 9 des créneaux entre la masse et le + Vcc des étages de sortie. Ces créneaux sont l'image électrique des impulsions infrarouges reçues.

Le constructeur a prévu un élargisseur d'impulsions car les transmissions infrarouges sont souvent effectuées avec des signaux pulsés très étroits. Cet élargisseur fonctionne à peu près comme un monostable, le signal de la sortie normale étant appliqué à son entrée broche 10 via un condensateur. Le déclenchement de cette entrée se produisant par franchissement d'un seuil, on peut envisager d'y câbler un petit condensateur vers la masse pour shunter des impulsions parasites fines et faibles. Pour cela, on ne dépassera pas typiquement 100 pF.

L'alimentation du circuit peut se faire directement pour des tensions comprises entre 4,5 et 9 V. Le régulateur inutilisé sera dans ce cas rendu inactif en reliant son entrée à la masse. Pour des tensions supérieures, il faudra utiliser le régulateur, avec un maximum de 18 V à l'entrée. Nous remarquerons que le régulateur agit du côté du 0 V, il faudra en tenir compte pour ne pas se mélanger les potentiels en reliant les signaux de sortie à l'entrée d'un autre étage. La figure 5 représente les deux configurations exposées ici.



3

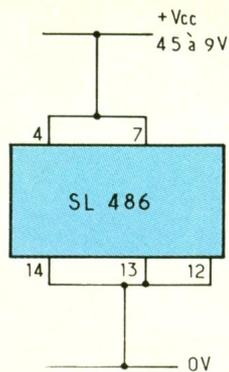
Brochage du SL486.

4

Principaux signaux relevés lors d'une réception.

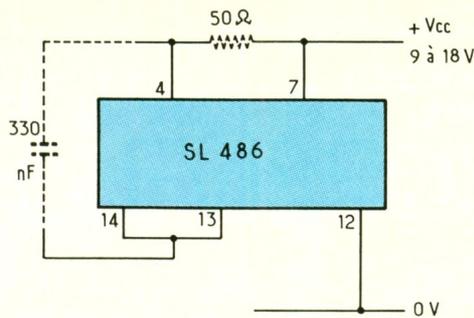
5a

Alimentation sans régulateur.



5b

Alimentation avec régulateur.



LES SCHEMAS TYPIQUES

Le schéma proposé en **figure 6** représente la structure minimale à câbler pour utiliser ce circuit. Le régulateur n'est pas utilisé, et le découplage des lignes d'alimentation est ici assuré par un condensateur électrochimique de 22 μF . Le condensateur C_2 découple le filtre passe-bas qui

sert à fixer la composante continue de l'étage d'entrée. Pour $C_2 : 6,8 \mu\text{F}$, la fréquence de coupure est d'environ 100 Hz. C_8 fixe la vitesse des évolutions de la C.A.G. ; le constructeur propose 150 nF pour les applications aux fréquences typiques des transmissions infrarouges. Les condensateurs C_5 , C_6 et C_{15} assurent les découplages et un fil-

trage passe-haut pour les étages amplificateurs 1, 2 et 4. On obtient une fréquence de coupure de 2 kHz pour $C_5 : 33 \text{ nF}$; $C_6 : 4,7 \text{ nF}$; $C_{15} : 15 \text{ nF}$.

Le condensateur C_3 a ici été représenté en pointillés car il n'est nécessaire que si l'éclairage moyen est important. On implantera 68 μF pour garder 2 kHz comme fréquence de coupure. Lors d'essais réalisés en plein jour sous une véranda avec une BPW 34 comme diode réceptrice, le courant moyen avoisinait 100 μA . C_3 , actif à partir de 200 μA , sera donc souvent omis, la broche 3 pourra rester en l'air.

Le circuit de la **figure 7** est plus complet car nous utilisons le régulateur ; les alimentations sont découplées séparément, et l'élargisseur est en service. Nous retrouvons les mêmes capacités de découplage, sauf les lignes d'alimentation qui sont traitées différemment.

Pour l'élargisseur, le condensateur sera choisi en utilisant la formule :

$$C = -R \cdot C_8 \ln * \frac{1,5}{V_{cc}}$$

C'est le temps pendant lequel la sortie de l'élargisseur passe à l'état actif pour chaque impulsion reçue. R est interne au circuit intégré, $R \# 200 \text{ k}\Omega$. Cela permet de choisir C_8 en fonction de la constante de temps voulue. Par ailleurs, mentionnons que la sortie de cet élargisseur est au repos au + V_{cc} , et activée au niveau bas ; c'est l'inverse de la sortie directe de la broche 9.

CONCLUSION

Les deux schémas présentés ici sont les bases pour implanter une liaison par infrarouges dans un système. Vous pouvez les utiliser aussi bien pour réaliser une barrière, une télécommande, ou une liaison de basses fréquences : un casque d'écouteurs sans fil par exemple. A titre d'expérimentation, le câblage de l'un ou l'autre de ces circuits sur une plaquette de connexions vous permettra de vous familiariser avec les différents aspects d'une liaison par infrarouges pour réaliser l'application qui convient.

Olivier BOUTHILLON

* \ln : logarithme Néperien de base e.

UN PREAMPLIFICATEUR D'ANTENNE POUR TELEVISEUR

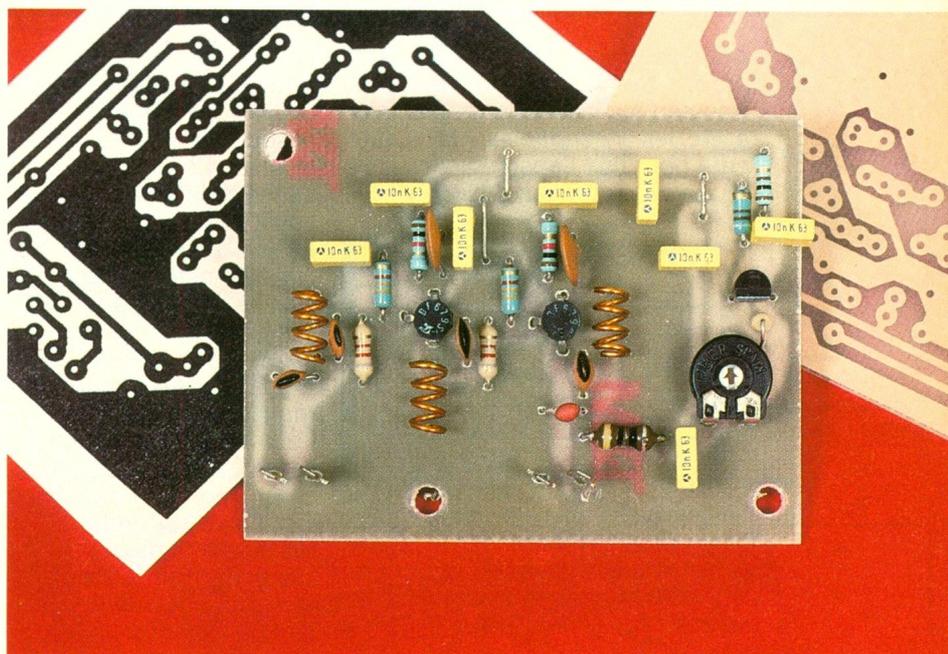


La réception des chaînes de télévision pose parfois quelques difficultés lorsque l'on se situe, notamment, loin d'un réémetteur de T.D.F. Il reste alors la possibilité d'utiliser une antenne de meilleur rendement et/ou un préamplificateur d'antenne.

Celui que nous vous proposons de réaliser est équipé de transistors disposant d'une fréquence de coupure mini de 700 MHz. On limite alors quelque peu la bande de canaux amplifiables. Cependant, rien n'empêchera le lecteur d'utiliser des semi-conducteurs de caractéristiques supérieures en place et lieu, tels que le BF 979 (voir fiche technique).

LE SCHEMA DE PRINCIPE

Le schéma proposé à la **figure 1** comporte deux transistors PNP du type BF 679, prévus pour une utilisation en amplification jusqu'à 700 MHz au minimum. Le gain de ce transistor varie en fonction de son courant de collecteur, la caractéristique « gain, courant collecteur » représentée à la **figure 2** permet de le constater. On obtient ainsi le maximum lorsque le courant de collecteur atteint -3 mA et $V_{cc} = -10,8 \text{ V}$; dans ces conditions, la figure de bruit typique vaut 3 dB pour des impédances de source et de charge de 75Ω . Cette particularité intéressante nous permet d'effectuer, grâce au transistor BC 550C, un contrôle du gain. En effet, lorsque la tension $-V_{cc}$ reste constante, il suffit de faire varier, par le biais de l'ajustable de R_g , le courant de base des deux BF 679. Le montage comporte également trois filtres passe-haut, ils permettent au préamplificateur d'éliminer les fréquences en dessous de 200 MHz, par exemple la bande FM de 88 à 108 MHz qui pourrait saturer le préamplificateur et perturber les images. Les collecteurs de T_1 et T_2 rejoignent la masse par l'intermédiaire des inductances L_2 et



L_3 alors que les émetteurs permettent, grâce aux capacités de découplage, un fonctionnement des transistors en émetteur commun. Les résistances, quant à elles, fixent la tension $-V_{ce}$ proportionnelle au courant de base. L'alimentation du montage s'effectue par une tension de 12 V et la consommation s'élève à 8 mA pour le gain maximal et 16 mA pour le gain minimal.

REALISATION PRATIQUE

a) Le circuit imprimé (fig. 3)

La réalisation du circuit imprimé nécessitera l'utilisation de verre époxy comme support. Le tracé comportant de nombreux plans de masse, deux solutions viables s'offrent alors à nous.

● *La solution « photographique »* : elle consiste à réaliser un transparent reprenant le tracé

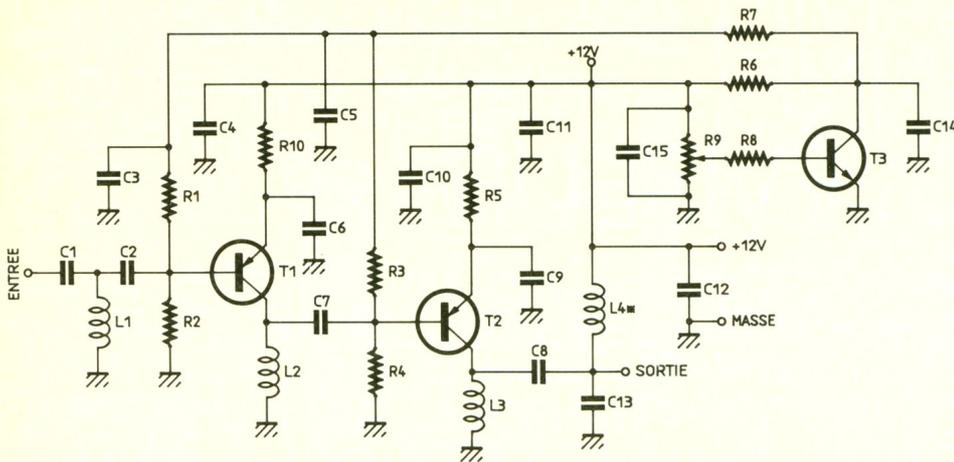
d'origine puis à l'aide d'une source de rayons ultraviolets d'insoler un support **photosensible**. Après révélation, la plaque sera alors gravée dans un bain de perchlorure de fer tiède. Le cuivre se situant entre les pistes sera ainsi attaqué puis disparaîtra pour ne laisser place qu'au dessin voulu.

Attention : Il faudra prudemment respecter le tracé de la **figure 3**. En effet, aux fréquences auxquelles le préamplificateur travaille, des plans de masse importants sont nécessaires pour obtenir une meilleure stabilité de fonctionnement, toujours délicate en simple face.

● *L'utilisation du transfert E.P. de l'offre spéciale* : la première opération consistera à tailler le support en époxy à la taille déterminée par le transfert. On éliminera ensuite l'éventuelle couche d'oxyde avec un tampon abrasif. A ce stade, il ne faudra plus poser les doigts sur le cuivre afin de ne pas le graisser.

1

Schéma de principe de l'amplificateur d'antenne : on effectue un réglage du gain à l'aide de T_3 .



A l'aide d'une spatule ou d'un crayon tendre, on appliquera le transfert sur la plaque de manière à lire les inscriptions. On surfacera pour finir l'ensemble avec la feuille de protection siliconée.

Les transistors T_1 et T_2 devront retenir toute votre attention car ils sont fragiles à la chaleur et au pliage. L'implantation se déroulera sans problème : on insérera l'ensemble des composants pour finir par T_1 à T_3 , sans oublier les straps. La réalisation des inductances reste somme toute très simple. A l'aide d'un fil de diamètre 0,5 mm, on enroule quatre spires dans le sens des aiguilles d'une montre puis on les étire de manière à prendre place dans l'entraxe prévu dans le C.I. L'utilisation de condensateurs céramiques pour C_3 à C_5 , C_{10} à C_{12} et C_{14} - C_{15} sera préférable (capacités de découplage).

Le préamplificateur une fois assemblé pourra se loger parfaitement dans un petit boîtier en aluminium de marque ESM, référencé P42.

Les raccordements avec l'extérieur se réaliseront à l'aide de fiches T.V. châssis qui viendront se positionner en façade, au ras des connexions du C.I. Les liaisons se devront d'être les plus courtes possibles pour un fonctionnement correct.

Le tout s'alimentera à l'aide, par exemple, d'un bloc secteur délivrant une tension stabilisée de 12 V. Au besoin, afin d'améliorer la filtrage, rien ne vous empêchera de souder sur les cosses d'arrivée un condensateur de $470 \mu\text{F}/25 \text{ V}$.

MISE EN ROUTE ET UTILISATION

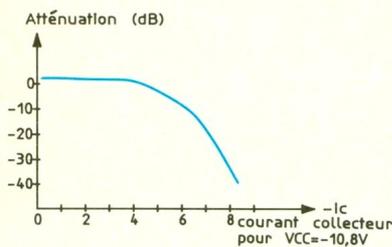
Après les vérifications d'usage contre les faux contacts et courts-circuits, vous pourrez connecter une source de tension de 12 V. Dès lors, vérifier que l'action sur la résistance ajustable permet de modifier le courant des transistors T_1 et T_2 en contrôlant aux bornes des résistances d'émetteurs la variation de tension. Le réglage de départ s'effectue lorsque la tension atteint 990 mV, c'est-à-dire un courant de 3 mA. Débranchez l'alimentation et intercalez le préamplificateur dans la descente d'antenne. Aucune mise au point, hormis une nouvelle orientation de votre antenne, pour obtenir un compromis de qualité d'image sur toutes les chaînes de télévision. Le fait d'intercaler le préamplificateur provoque un déséquilibre encore plus important entre les niveaux présents à l'entrée du récepteur. A noter que les chaînes d'un niveau déjà élevé pourraient saturer le préamplificateur. Pour ces raisons, il s'avère utile d'égaliser les niveaux par une nouvelle orientation de l'antenne.

Nous finirons en vous présentant à la **figure 5** un *extrait* des émetteurs composant le réseau. La **figure 6** donne la correspondance entre les numéros de canaux et les fréquences. Nous vous souhaitons à présent une bonne réalisation. ■

Philippe BAJCIK

2

Courbe de l'atténuation en fonction de I_c .



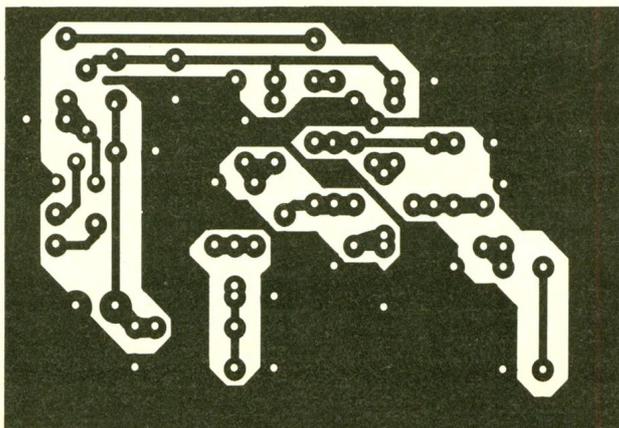
La gravure s'opérera comme décrite précédemment.

A noter que le transfert peut servir de film pour une éventuelle isolation aux ultraviolets.

L'implantation (fig. 4)

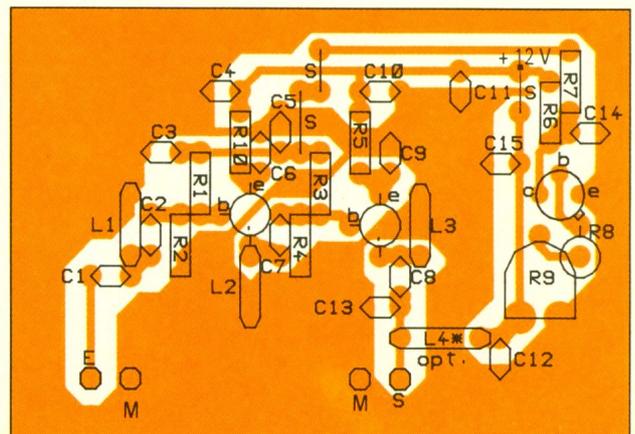
Le circuit imprimé rincé abondamment à l'eau claire, on percera ensuite :

- de 0,8 à 1 mm pour les pastilles ;
- 1,2 mm pour l'ajustable ;
- 3 mm pour les trous de fixation.



3

Le tracé du circuit imprimé à l'échelle 1 comportant de nombreux plans de masse.



4

Implantation du préamplificateur

VILLES	Canaux du réseau TDF					
	1	2	3	C+	La 5	La 6
Angers	47	44	41		50	53
Auxerre	37	31	34			
Bordeaux	63	57	60	08/10	65	43
Chamonix	25	28	22			
Chartres	55	50	53	09	47	
Dijon	59	62	65	09	46	43
Grenoble	56	50	53	06/09	59	62
Limoges Les Cars	56	50	53	10		
Lyon Fourvière	61	58	64	66	28	22
Lyon Pilat	46	40	43	10	59	62
Marseille Grande Etoile	29	23	26	05	32	38
Marseille Pomègues	40	46	43	57	54	
Montpellier	56	50	53	09	48	
Orléans	42	39	45		52	
Paris Tour Eiffel	25	22	28	06	30	33
Paris Est Chennevières	43	46	40	53	48	58
Paris Nord Sannois	45	39	56	59	65	62
Paris Sud Villebon	49	62	52	65	59	42
Perpignan	22	25	28	07	38	35
Toulouse Pechbonnieu	45	39	42	07		
Toulouse Pic du Midi	27	21	24	05	29	38
Toulouse Aquitaine			47			
Tours	65	59	62	10	57	54

Canal	Fréquence vision	Canal	Fréquence	Canal	Fréquence
21	471,25 MHz	38	607,25 MHz	55	743,25 MHz
22	479,25 MHz	39	615,25 MHz	56	751,25 MHz
23	487,25 MHz	40	623,25 MHz	57	759,25 MHz
24	495,25 MHz	41	631,25 MHz	58	767,25 MHz
25	503,25 MHz	42	639,25 MHz	59	775,25 MHz
26	511,25 MHz	43	647,25 MHz	60	783,25 MHz
27	519,25 MHz	44	655,25 MHz	61	791,25 MHz
28	527,25 MHz	45	663,25 MHz	62	799,25 MHz
29	535,25 MHz	46	671,25 MHz	63	807,25 MHz
30	543,25 MHz	47	679,25 MHz	64	815,25 MHz
31	551,25 MHz	48	687,25 MHz	65	823,25 MHz
32	559,25 MHz	49	695,25 MHz	66	831,25 MHz
33	567,25 MHz	50	703,25 MHz	67	839,25 MHz
34	575,25 MHz	51	711,25 MHz	68	847,25 MHz
35	583,25 MHz	52	719,25 MHz	69	855,25 MHz
36	591,25 MHz	53	727,25 MHz		
37	599,25 MHz	54	735,25 MHz		

5

Extrait des émetteurs français du réseau de télévision.

C_{13} : 1 pF à 2,2 pF
 C_{14} , C_{15} : 1 à 10 nF (céramique de préférence)

Selfs

L_1 à L_3 : 4 tours de fils de cuivre \varnothing 0,5 mm sur un diamètre de 3 mm.

L_4 : 1 à 10 μ H, moulée, en cas d'alimentation par coax.

Transistors

T_1 , T_2 : BF 679 S
 T_3 : 2N2222

Divers

3 straps notés « St »
 Cosses poignard
 1 boîtier ESM référencé P42
 Coaxe, etc.

LISTE DES COMPOSANTS

Résistances

R_1 : 3,3 k Ω (orange, orange, rouge)
 R_2 : 8,2 k Ω (gris, rouge, rouge)
 R_3 : 3,3 k Ω (orange, orange, rouge)
 R_4 : 8,2 k Ω (gris, rouge, rouge)
 R_5 : 1 k Ω (marron, noir, rouge)
 R_6 : 820 Ω (gris, rouge, marron)
 R_7 : 100 Ω (marron, noir, marron)

R_8 : 47 k Ω (jaune, violet, orange)
 R_9 : ajustable 47 k Ω (horizontal)
 R_{10} : 1 k Ω (marron, noir, rouge)

Capacités céramique

C_1 , C_2 : 4,7 pF
 C_3 à C_5 : 1 à 10 nF (céramique de préférence)
 C_6 : 270 pF
 C_7 : 2,2 pF
 C_8 : 10 pF
 C_9 : 270 pF
 C_{10} à C_{12} : 1 à 10 nF (céramique de préférence)



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

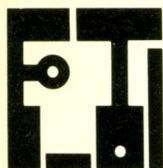
Série L C 9

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

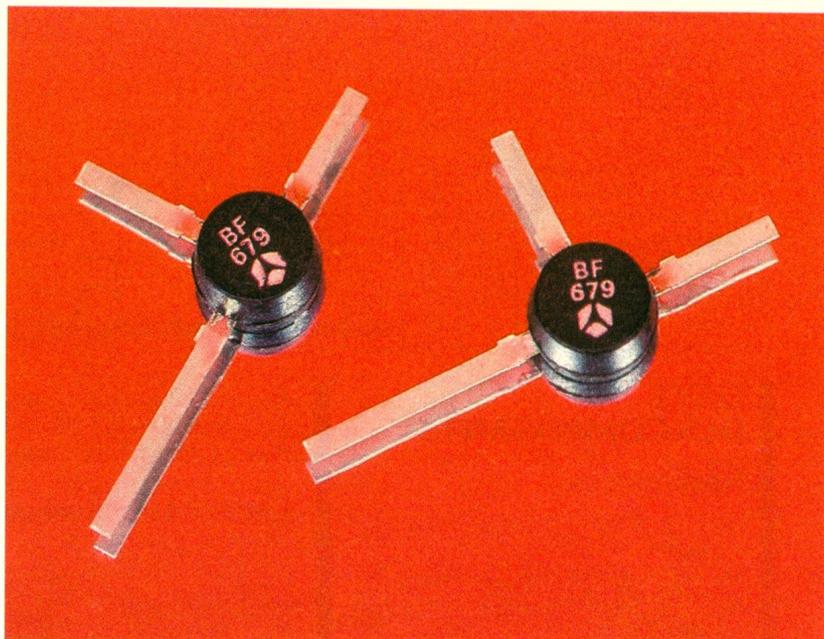
Série L C 10

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

FICHE COMPOSANTS : LE BF 679

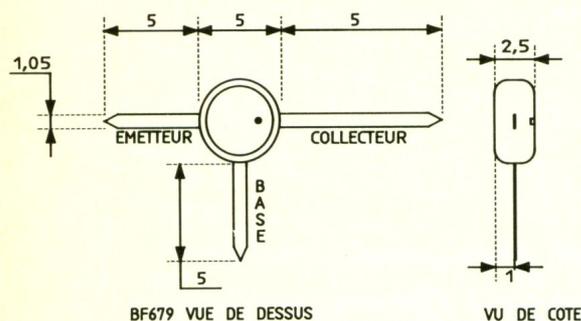


Le BF 679 présenté en boîtier T plastique se compose d'une structure silicium PNP. Son fonctionnement prévu pour les VHF et UHF lui confère de bonnes performances jusqu'à 900 MHz, le faible bruit et le gain qu'il offre lui procurent un fonctionnement stable pour la préamplification des signaux TV. Dans ce cas l'avantage d'un transistor consiste à relier directement le collecteur à la masse (-) via un circuit accordé ou large bande. Du fait de ses caractéristiques en régime statique ce transistor s'accommode très bien d'un réglage de gain HF, par la variation du courant de collecteur. Le brochage présenté à la **figure 1** donne les caractéristiques mécaniques du transistor, à noter que la patte d'émetteur se situe en face du collecteur, montage classique pour ce type de transistors prévu pour un fonctionnement en base commune, comme le montre la **figure 2**. Les caractéristiques électriques vous sont présentées sous forme de tableau à la **figure 3**. (Vous pouvez obtenir deux transistors BF 679, et ce gratuitement, grâce à l'offre spéciale de la page 34.)



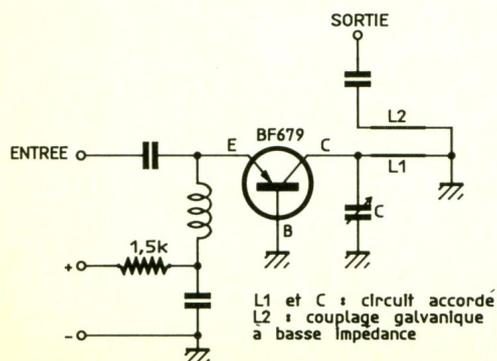
Le BF 679

Paramètres	Conditions	Caractéristiques
Fréquence de coupure Ft minimale	$I_c = 3 \text{ mA}$	700 MHz (Siemens) 850 MHz (Thomson)
Puissance dissipable		170 mW
Figure de bruit	$I_c = 3 \text{ mA}$ $F_t = 800 \text{ MHz}$	< 4,5 dB
Boîtier		TO 50 CB 146



Le BF 979

Paramètres	Conditions	Caractéristiques
Fréquence de coupure Ft minimale	$I = 10 \text{ mA}$	1 600 MHz
Puissance dissipable		160 mW
Figure de bruit	$I_c = 3 \text{ mA}$ $F_t = 800 \text{ MHz}$	< 4,5 dB
Boîtier		TO 50 CB 146

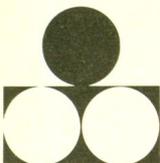


COMPARAISON AVEC LE BF 979

Ce transistor, livré dans un boîtier identique à celui du BF 679, dispose de caractéristiques supérieures. En effet, il possède une fréquence de coupure de 1 600 MHz, pour une figure de bruit relativement voisine. Son

utilisation dans le préamplificateur, décrit dans le présent numéro d'*Electronique pratique*, permettra un fonctionnement dans toute la bande des UHF. L'intérêt de son utilisation ne sera évident que pour les téléspectateurs se trouvant dans une zone géographique dont les canaux TV restent élevés. ■

UN JACKPOT DIGITAL



A l'instar du célèbre manchot de Las Vegas, nous vous proposons de construire la version électronique du jackpot. Si cette machine à sous ne vous fera pas gagner le pactole en alignant trois symboles identiques, elle sera pourtant très économique, contrairement à la version originale fort gourmande de piécettes.

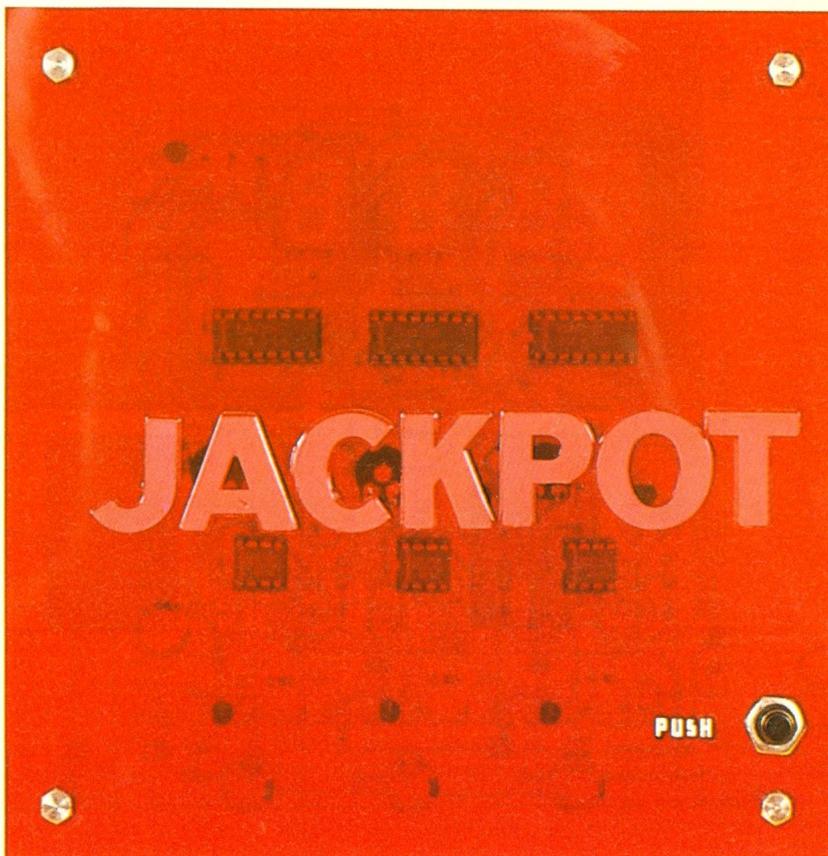
A - PRINCIPE DU MONTAGE

Le jackpot, modèle universellement connu de machine à sous, trône dans de nombreux endroits aux Etats-Unis et jusqu'aux casinos en France. Il s'agit d'insérer une pièce de monnaie, et ensuite d'actionner le bras de levier unique (d'où le surnom de manchot) pour faire tourner les trois roues garnies de jolis symboles. Le but du jeu consiste à aligner trois symboles identiques dans cette version simplifiée lorsque les tambours de la machine se sont enfin arrêtés. Bien entendu, la rotation des symboles est totalement aléatoire et fait l'objet d'un ralentissement progressif jusqu'à l'immobilisation totale. Le bruit de crécelle caractéristique contribue également à entretenir le suspense.

De temps en temps, un joueur moins malchanceux que les autres décroche le gros lot et ramasse les nombreuses pièces prévues à cette occasion. Mais il faut de nombreux perdants pour alimenter les rares gagnants et... le propriétaire de la machine à sous.

B - ANALYSE DU SCHEMA ELECTRONIQUE

Nous l'avons décomposé en trois parties bien distinctes. Pour simplifier la construction de cette maquette, il nous a semblé intéressant de faire défiler les chiffres de 0 à 9 sur trois afficheurs bien distincts. Il suffit donc d'assembler un compteur, un décodeur et un afficheur par tambour à animer. L'utilisation du circuit inté-



gré C.MOS 4033 simplifie grandement cet étage, dont vous trouverez le schéma de principe à la figure 3. Ce circuit en boîtier DIL 16 comprend quelques bornes essentielles à son bon fonctionnement.

- L'entrée de comptage = CLOCK (borne 1) est sensible uniquement aux fronts montants. Cette borne est forcée à la masse par la résistance R₂₂. Il faut en outre que l'entrée 2 de validation = CLOCK INHIBIT soit reliée à un état bas, c'est-à-dire à la masse, dans le cas contraire, le compteur cesse d'avancer, même si

les signaux de comptage se poursuivent.

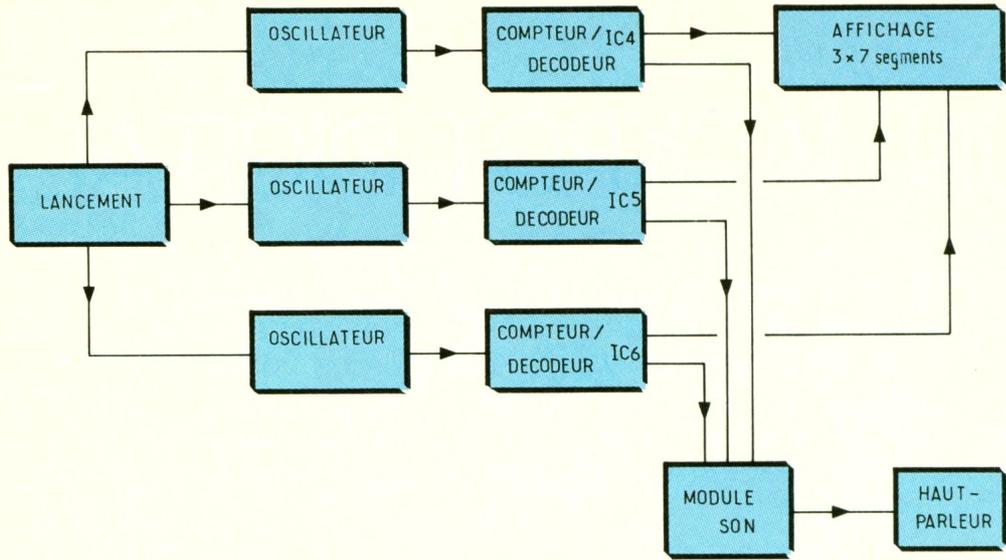
- L'entrée RESET (borne 15) est normalement reliée elle aussi à un état bas ; toute impulsion positive sur cette entrée a pour effet immédiat la remise à zéro du compteur, cette borne permet également de maintenir l'affichage sur la valeur zéro.

- L'entrée 14 LAMPTEST sera reliée à la masse pour obtenir l'affichage normal.

- Lorsque l'entrée 3 = RIPPLE BLANKING IN ou RBI est soumise à un état haut, il se produit l'affichage systématique de la po-

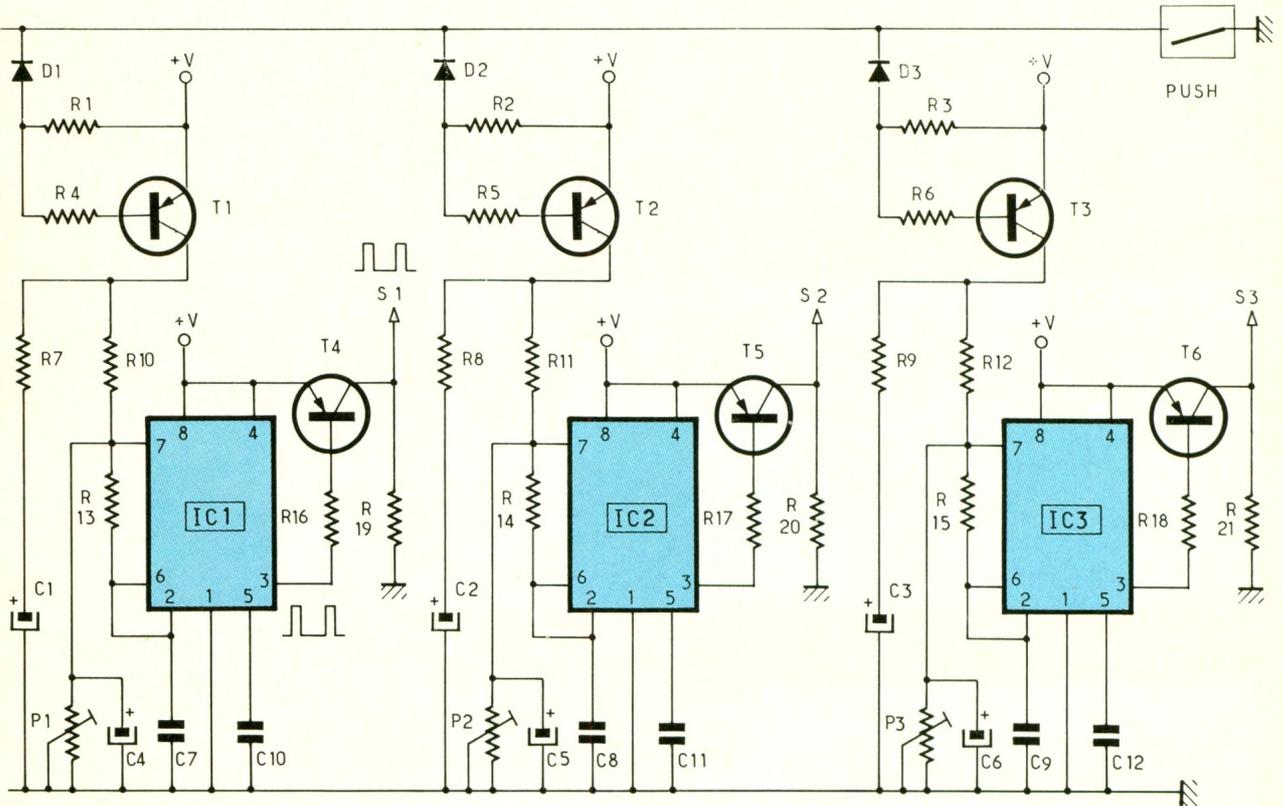
1

Synoptique de fonctionnement : la réalisation se décomposera en trois modules de comptage, plus un module de sonorisation, intégrés sur un unique circuit imprimé.



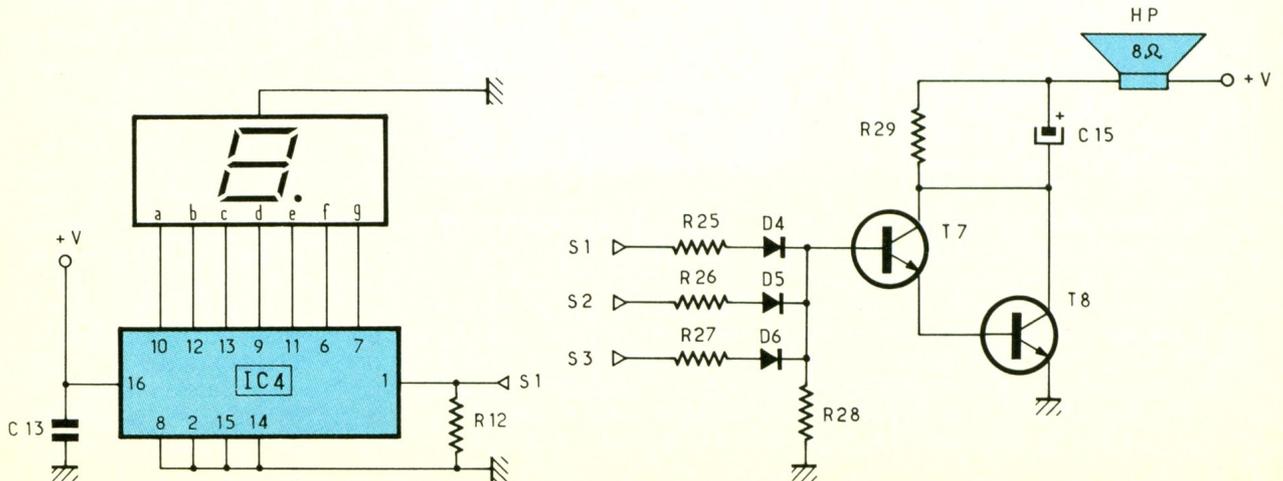
2

Chaque module se compose d'un 555 monté en oscillateur. La tension variable, présente sur la borne 7, produit après triage, un signal carré de fréquence décroissante, finissant à une valeur nulle, en fin de cycle.



3

Utilisation d'un CMOS 4033 intégrant un compteur et un décodeur d'affichage sept segments.



4

Les impulsions de comptage réunies en S1, S2 et S3, attaquent un haut-parleur via un darlington, afin d'assurer la sonorisation de l'ensemble.

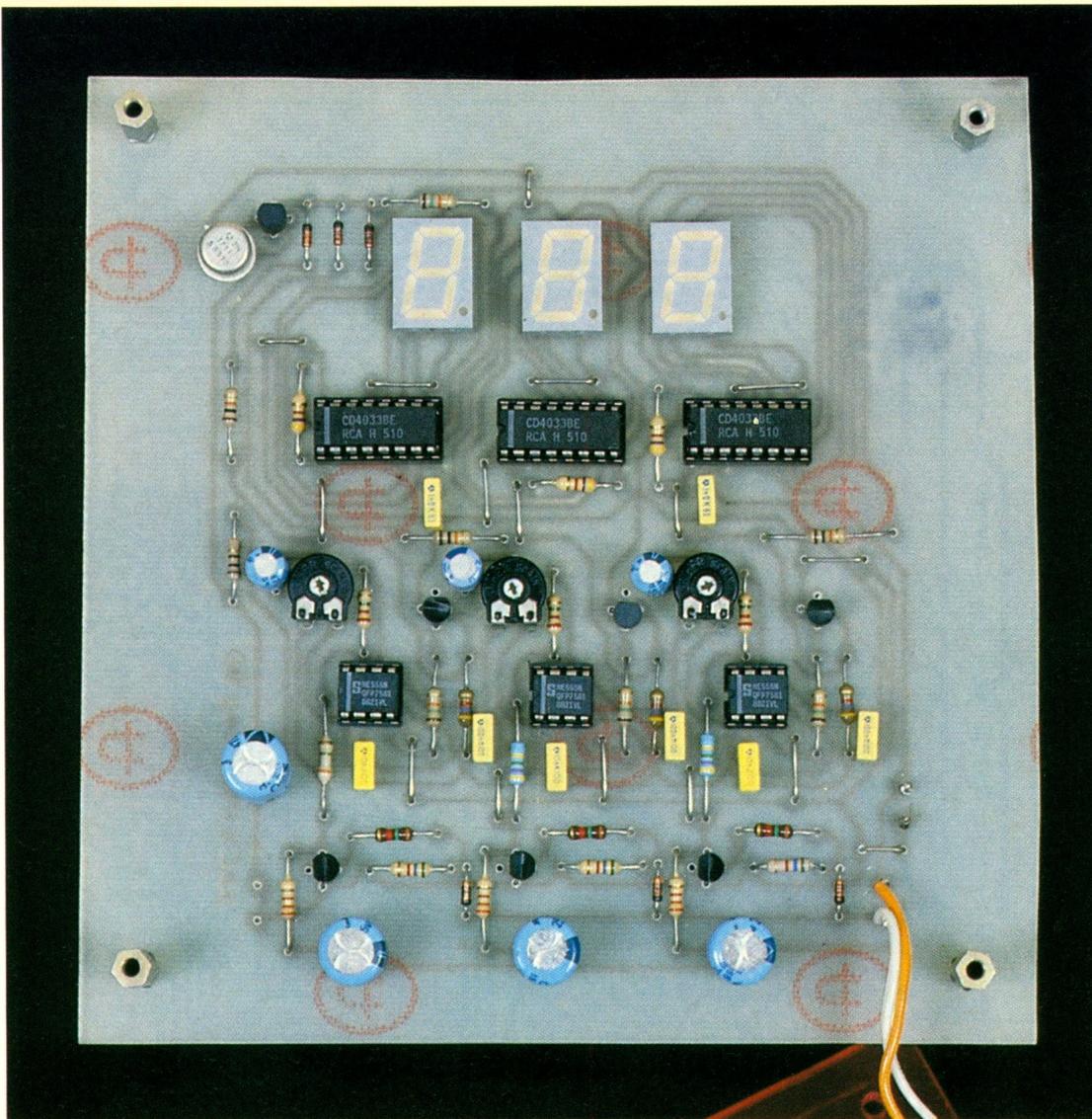


Photo 2. – Vue de la platine complète : on distingue la symétrie des trois modules de comptage implantés.

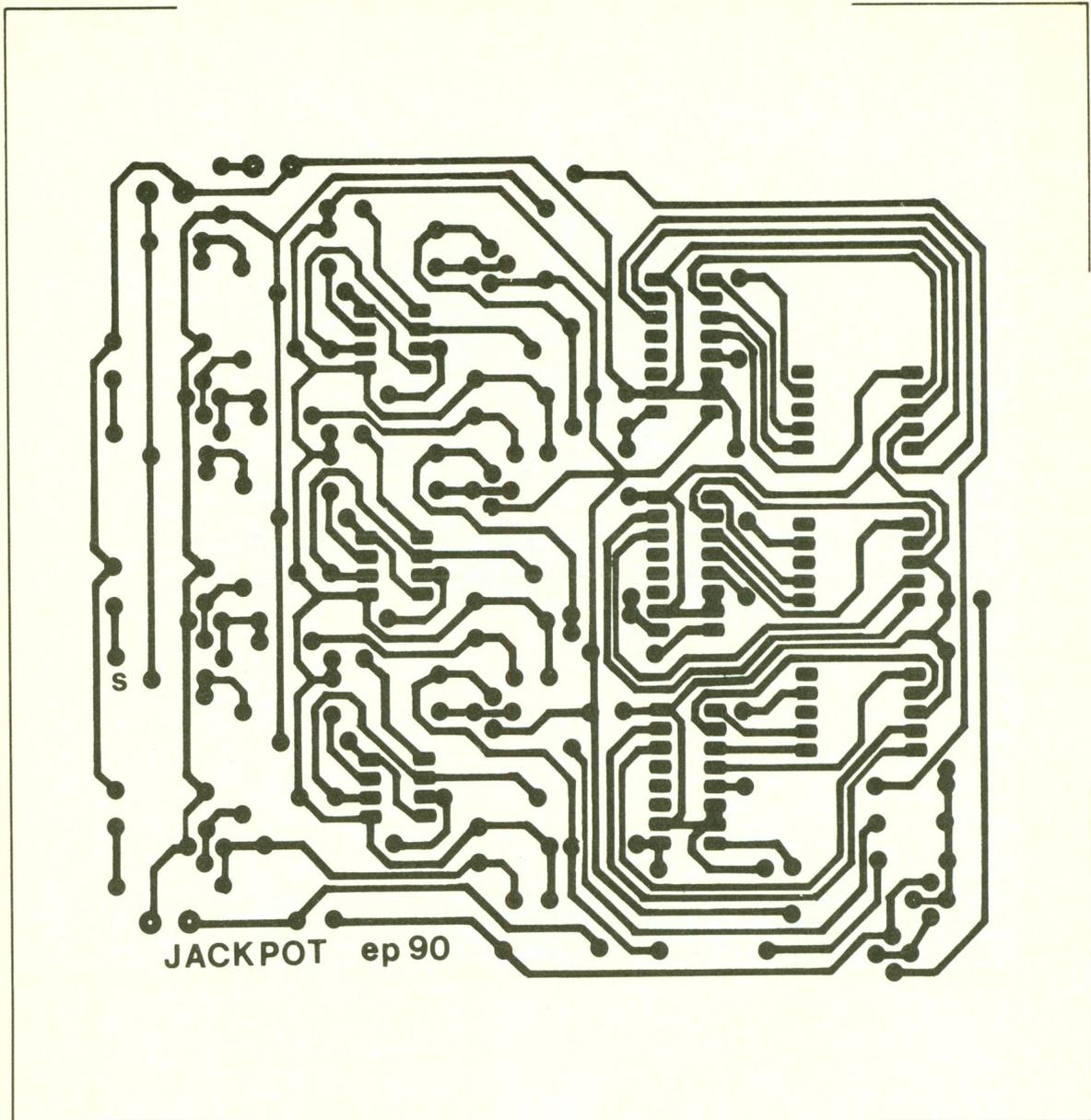
sition du compteur y compris la position zéro. Dans le cas contraire, la valeur zéro provoquera l'extinction de l'afficheur. Nous avons d'ailleurs choisi cette version sur notre modèle, mais il vous sera facile de souder trois petits straps côté cuivre si vous souhaitez visualiser le chiffre zéro. Pour en savoir plus sur ce circuit intégré, nous invitons le lecteur à consulter la rubrique « connaître et comprendre les circuits intégrés dans *Electronique pratique* n° 103, à la page 125, qui traite précisément de ce sujet en détail. L'essentiel du schéma se trouve à la **figure 2** et consiste à produire un signal carré de commande à l'aide d'un oscillateur astable dont la fréquence ira en ralentissant pour tomber enfin à une valeur nulle, correspondant précisément à l'apparition d'un chiffre quelconque sur l'afficheur commandé. La pression sur le poussoir PUSH remplace l'action sur le levier latéral du jackpot et provoque la commande à travers la diode D1 du transistor T1, dont le rôle est justement d'alimenter le premier

oscillateur astable construit autour du circuit IC1, à savoir un simple NE 555. Le schéma retenu est bizarre sans doute, mais fonctionne parfaitement selon notre souhait. La tension sur la borne 7 du circuit est variable et décroissante, et elle provoque de ce fait une modification de la fréquence de sortie, tout d'abord rapide, puis de plus en plus lente, avant de cesser brutalement. Le condensateur C1 se charge rapidement et ira se vider lentement à travers les résistances R10 et R13. La durée exacte du ralentissement est quelque peu réglable à l'aide de l'ajustable P1. De cette manière, on pourra obtenir en sortie des vitesses légèrement différentes sur les trois étages oscillateurs et, de là, sur les trois chiffres affichés. A signaler aussi qu'une pression prolongée sur le poussoir charge d'une manière totale les condensateurs, mais le ralentissement ne débutera qu'à l'arrêt de l'action sur ledit poussoir. Inversement, une brève pression ne fera « tourner » les symboles que peu de temps. Très réaliste, non ?

La sortie 3 de l'oscillateur IC1 commande le transistor T4 qui inverse le signal enfin disponible au point S1. Celui-ci sera ensuite utilisé pour attaquer le comptage et un autre circuit additionnel que nous allons décrire à présent. Vous le trouverez à la **figure 4**. Il s'agit de sonoriser la rotation des trois tambours, et, pour ce faire, il suffira d'utiliser les diverses impulsions de comptage à travers les diodes D4, D5 et D6. Leur sortie commune est forcée à la masse à travers R28 et attaque un étage Darlington constitué par les transistors T7 et T8, qui alimentent enfin à travers le condensateur C15 le petit haut-parleur d'une impédance d'environ 8 Ω. Le ralentissement progressif des chiffres sur les afficheurs est doublé par le bruit de plus en plus lent qui émane du haut-parleur.

C – REALISATION PRATIQUE

La **figure 5** donne le tracé à l'échelle 1 du circuit imprimé unique qui regroupe tous les com-



posants. Notre choix s'est porté sur une grande face avant en plexiglas rouge masquant partiellement à la vue les composants et autorisant la lecture des symboles. Seul un petit poussoir en face avant invite l'utilisateur à une pression périodique pour lancer la rotation des chiffres.

Une reproduction photographique du circuit imprimé semble raisonnable en raison notamment de la densité des pistes de cuivre. La **figure 6** donne toutes les indications nécessaires à la mise en place des divers composants que l'on veillera à disposer harmonieusement, en respectant toutes les polarités ou orientations. De nombreux straps sont nécessaires pour éviter le recours à la technique délicate du double face. L'alimentation de ce petit jeu pourra être confiée à quelques piles associées par un coupleur adéquat ou encore à une

alimentation secteur si vous envisagez de jouer souvent.

La dépense occasionnée dans ce dernier cas sera largement couverte par les économies réalisées dans cette version si peu ruineuse d'une machine à sous, même si après plusieurs heures acharnées on ne peut espérer toucher le moindre dollar... !

Guy ISABEL

LISTE DES COMPOSANTS

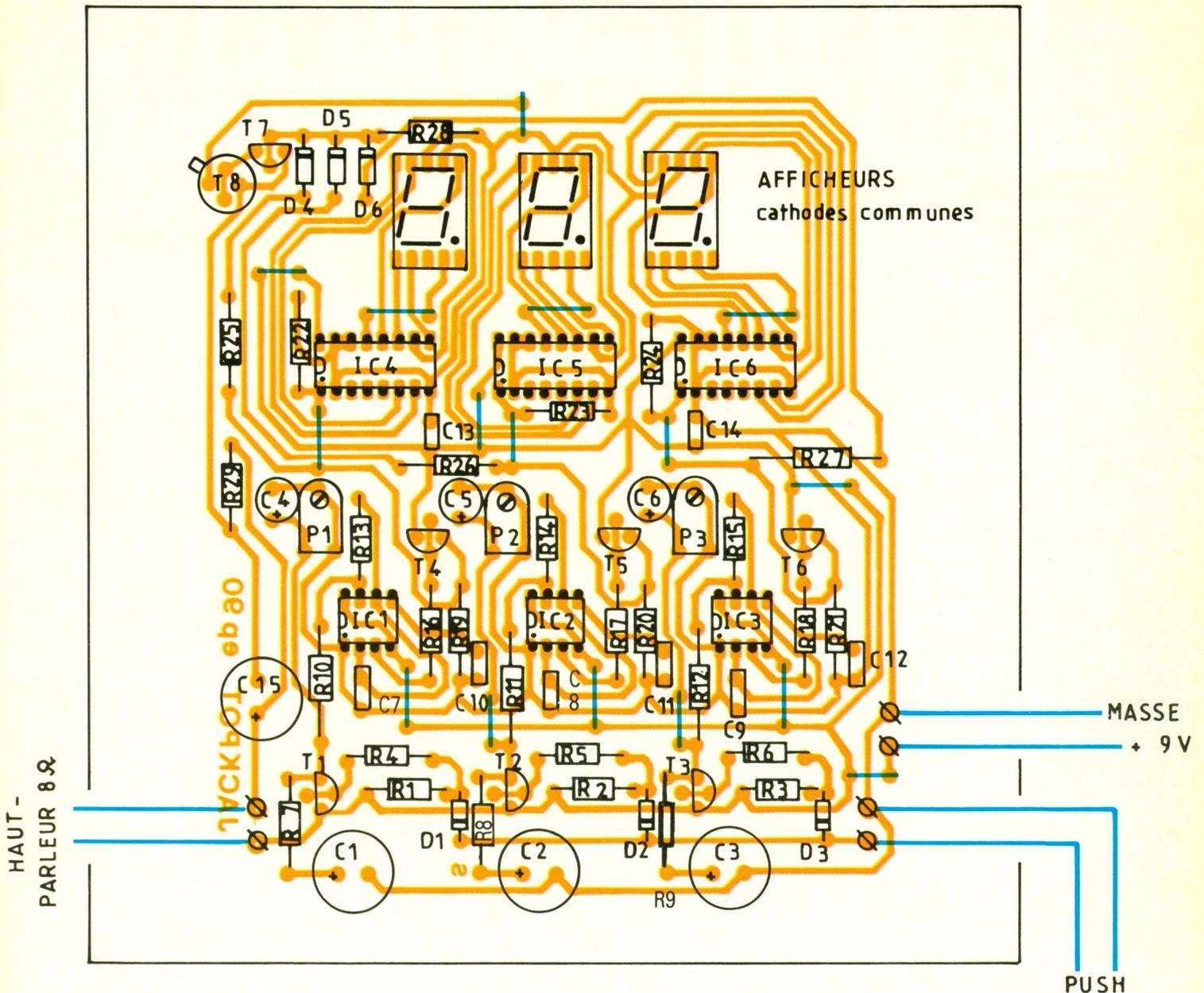
Résistances (toutes valeurs 1/4 W)

R_1, R_2, R_3 : 5,6 k Ω (vert, bleu, rouge)
 R_4, R_5, R_6 : 1,5 k Ω (marron, vert, rouge)
 R_7, R_8, R_9 : 3,3 k Ω (orange, orange, rouge)

R_{10}, R_{11}, R_{12} : 4,7 M Ω (jaune, violet, vert)
 R_{13}, R_{14}, R_{15} : 2,2 M Ω (rouge, rouge, vert)
 R_{16}, R_{17}, R_{18} : 15 k Ω (marron, vert, orange)
 R_{19}, R_{20}, R_{21} : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)
 R_{22}, R_{23}, R_{24} : 47 k Ω (jaune, violet, orange)
 R_{25}, R_{26}, R_{27} : 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R_{28} : 15 k Ω (marron, vert, orange)
 R_{29} : 10 Ω (marron, noir, noir)
 P_1, P_2, P_3 : 100 k Ω ajustable horizontal

Condensateurs

C_1, C_2, C_3 : chimique vertical 470 μ F, 25 V
 C_4, C_5, C_6 : chimique vertical 100 μ F, 25 V
 C_7, C_8, C_9 : plastique 10 nF
 C_{10}, C_{11}, C_{12} : plastique 100 nF



C13, C14 : plastique 1 nF
 C15 : chimique vertical 470 μ F, 25 V

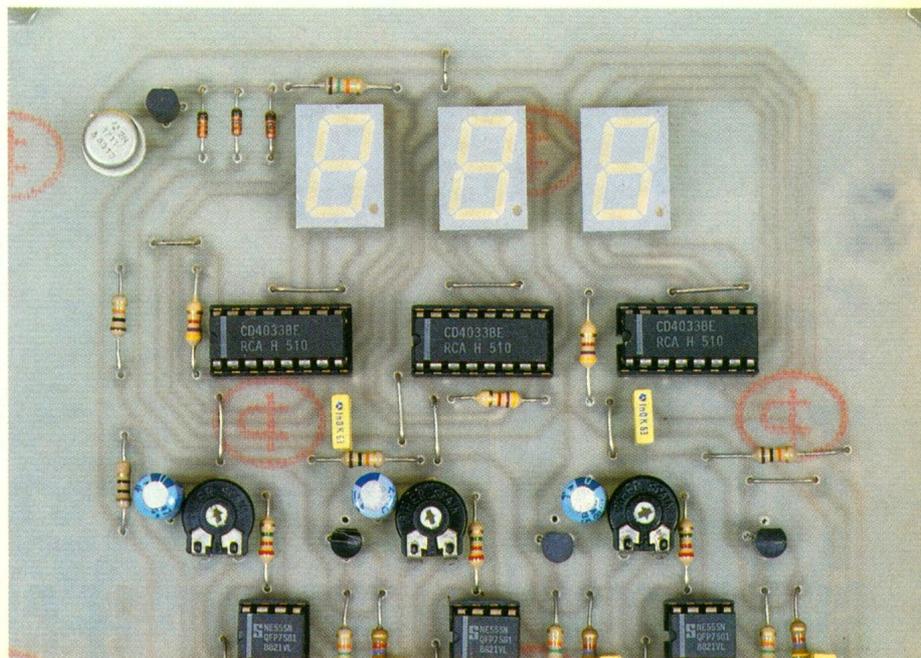
Semi-conducteurs

IC1, IC2, IC3 : oscillateur NE 555
 IC4, IC5, IC6 : compteur-décodeur 7 segments C.MOS 4033
 T1 à T6 : transistor PNP BC 327 ou équivalent
 T7 : transistor NPN BC 337
 T8 : transistor NPN 2N1711
 D1 à D6 : diodes commutation 1N4148
 3 afficheurs cathodes communes chiffres 12,7 mm rouge

Divers

3 supports CI 16 broches
 3 supports CI 8 broches
 Coupleur pour 6 piles 1,5 V + connecteur pression
 Poussoir à fermeture
 Picots à souder
 Plexiglas rouge, etc.

Photo 3. - L'affichage 7 segments à LED rouges recevra un plexiglas rouge, offrant ainsi un bon contraste à la lecture.



ALARME POUR MEDICAMENT DE VELLEMAN

L'oubli de la prise d'un médicament peut parfois revêtir de fâcheuses conséquences. Un réveil ne constituant pas toujours la solution idéale, il devient nécessaire de trouver un moyen mnémotechnique plus sûr.

L'électronique vient une fois encore à notre secours par l'intermédiaire du kit Velleman K2646.

Cette alarme engage son utilisateur ou son utilisatrice à prendre un médicament au bon moment : dès l'insertion d'une pile dans l'appareil, l'alarme émettra chaque jour au même instant un signal sonore, soit pendant une période de 21 jours – au cours des sept jours suivants, l'alarme observera un silence discret, après quoi le cycle entier se répétera – , soit quotidiennement. Le signal ne s'arrête que lorsque le bouton a été enfoncé.

Grâce à sa consommation de courant particulièrement faible, la pile de 9 V fonctionnera au moins pendant six mois.

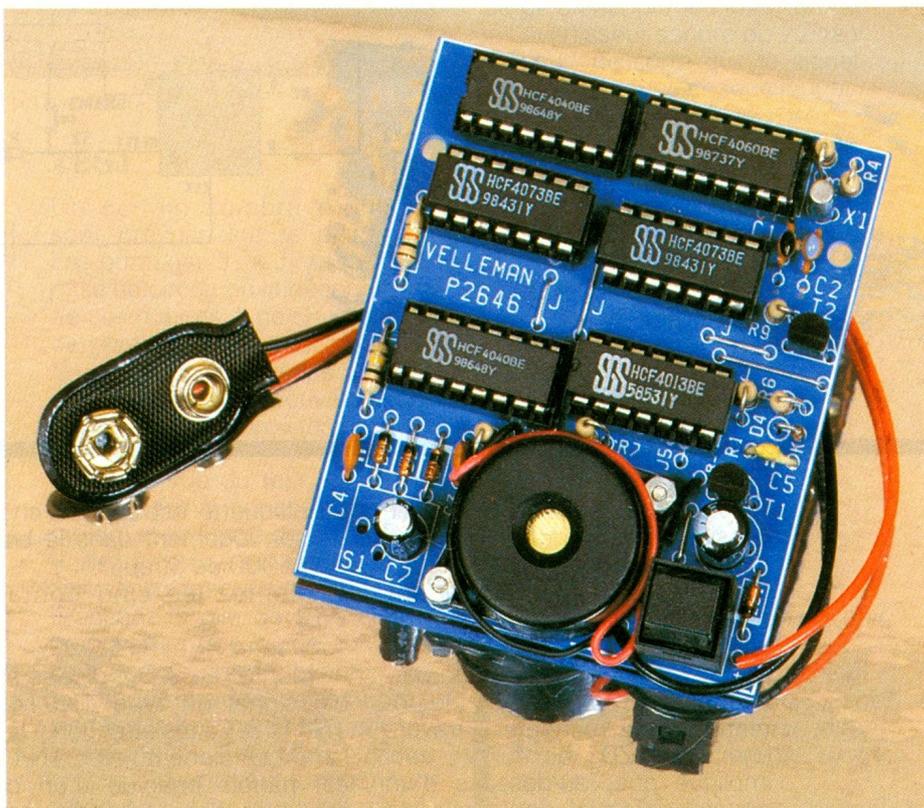
Un cristal de quartz assure la haute précision de l'alarme. Il n'y a pas de réglages à effectuer.

DONNEES TECHNIQUES

- Alimentation : pile de 9 V.
- Consommation de courant extrêmement faible : pas plus de 75 μ A en moyenne.
- Commande à quartz (32,768 kHz).
- Poids : sans pile ou boîtier, env. 35 g ; avec boîtier recommandé et pile, env. 125 g.
- Dimensions de la plaquette : 65 x 56 x 19 mm.

FONCTIONNEMENT

A la mise sous tension de l'ensemble (insertion de la pile 9 V), une RAZ de IC₂ et IC₃ s'effectue grâce à C₇-D₃-R₅ et C₇-D₁. La bascule FF₂ est initialisée à « 0 » par son entrée Reset (4), tandis que FF₁ est forcée à « 1 » par l'entrée Set (8) (prise du premier médicament).



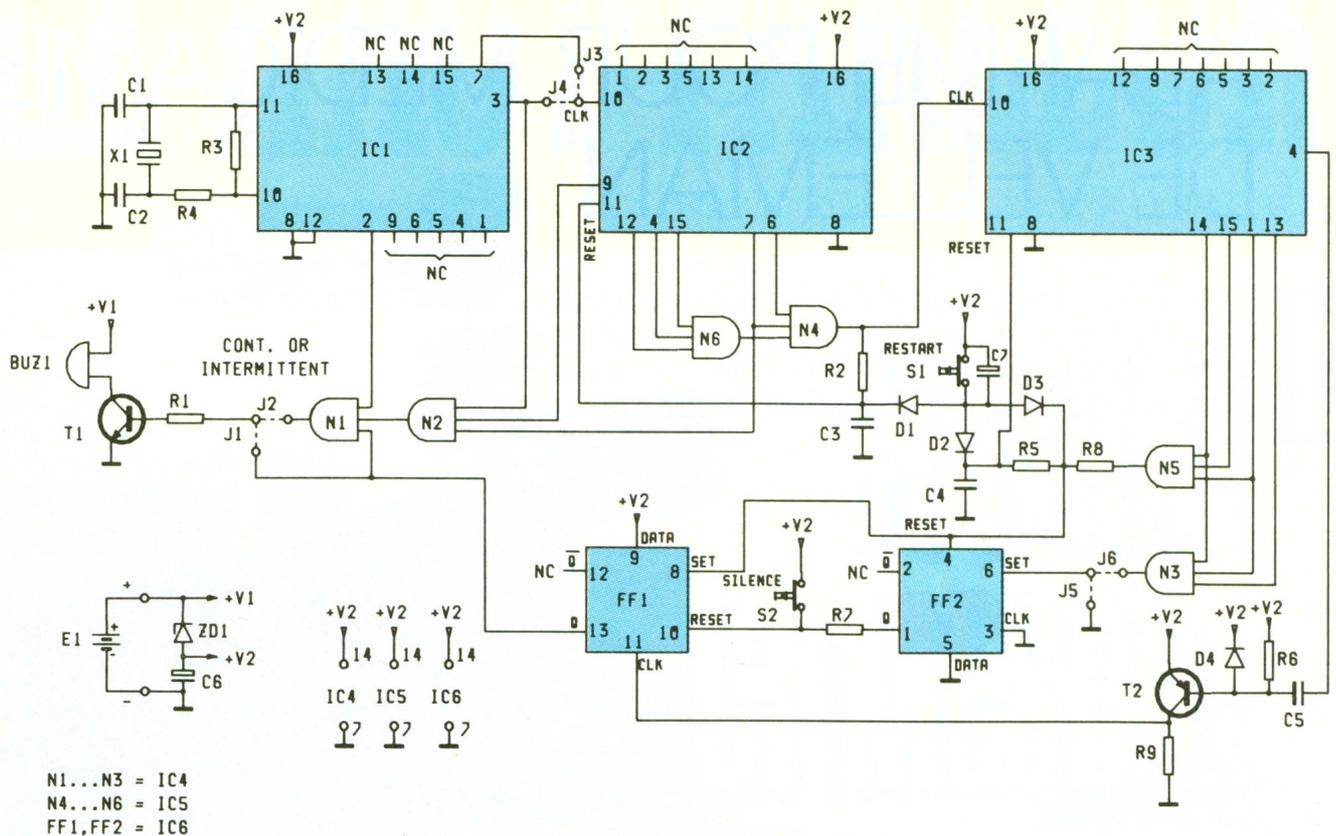
Q de FF₁ voit sa sortie passer à « 1 ». Selon la position de J₁-J₂, le buzzer sonne continuellement ou de façon hachée. Un appui sur le poussoir S₂ arrête le signal sonore.

La base de temps repose sur le quartz X₁ de 32 768 Hz. IC₁, un 4060, et IC₂-IC₃, des 4040, tous trois CMOS donc consommant peu, effectuent les divisions adéquates au bon fonctionnement, si bien que, sur la sortie 4 de IC₃, apparaît toutes les vingt-quatre heures un créneau négatif différencié par R₆-C₅. T₂, jouant le rôle d'inverseur, l'achemine sur l'entrée CLK (horloge) de la bascule D FF₁, transférant dès lors la donnée en (9). Q présente ainsi un niveau 1 en sortie, ali-

mentant, via T₁, BUZ₁. On obtient à nouveau l'arrêt du signal sonore en pressant S₂.

Selon la position du strap (J₆ = interruption de l'alarme du 22^e au 28^e jour – prise d'une pilule contraceptive –, J₅ = suppression de l'interruption – prise quotidienne d'un médicament), FF₂ est positionnée à 1 grâce à l'entrée Set (6). Un niveau 1 apparaît alors sur la sortie Q et est appliqué en permanence sur l'entrée Reset de FF₁, si bien que celle-ci ignorera le front transmis toutes les vingt-quatre heures par T₂.

Il faudra attendre la détection de la fin du cycle par la porte AND N₅ pour remettre à 0 la bascule FF₂ et à 1 FF₁ pour le premier jour.



A noter que le poussoir S_1 offre la possibilité, en court-circuitant C_7 , de redémarrer l'ensemble du cycle (on évitera, pour des raisons de sécurité, d'y avoir accès trop facilement).

Pour finir, signalons la petite particularité de l'alimentation : le potentiel V_2 se récupère à travers une Zéner ZD_1 de 4,7 V ; ceci implique que, au-dessous d'un certain potentiel de la pile, le montage ne peut fonctionner dès la mise sous tension, garantissant une certaine sécurité à l'ensemble. Toutefois, BUZ_1 se connecte directement sur le + de la source 9 V afin de fournir une puissance sonore maximale.

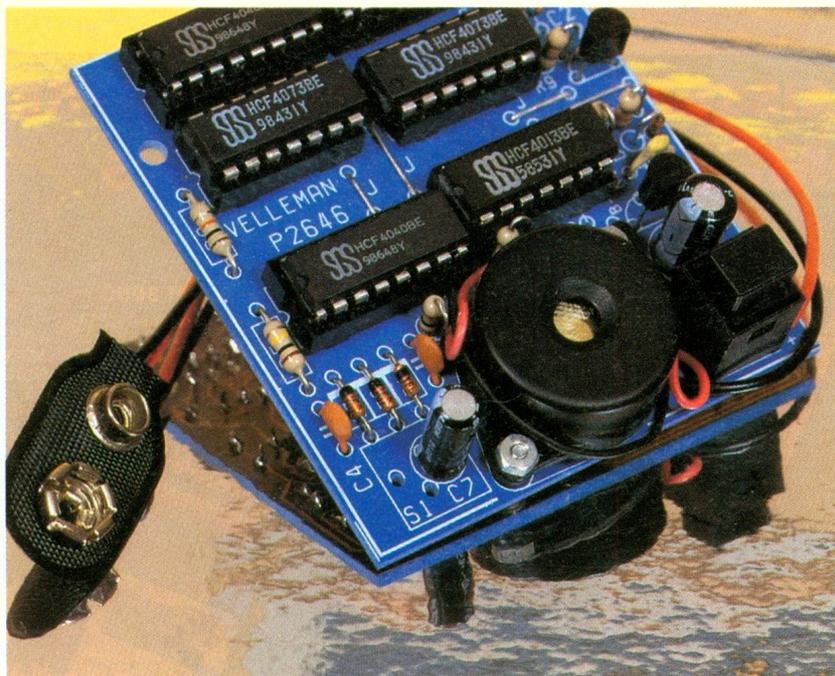
MONTAGE

Les composants sont fort rapprochés les uns des autres en raison de la dimension réduite du boîtier, qui doit loger un circuit relativement complexe. Plusieurs composants sont placés verticalement. Soyez donc précis lors du montage : effectuez les soudages avec un fer à souder fin et vérifiez après le montage de chaque composant s'il ne s'est pas produit de courts-circuits.

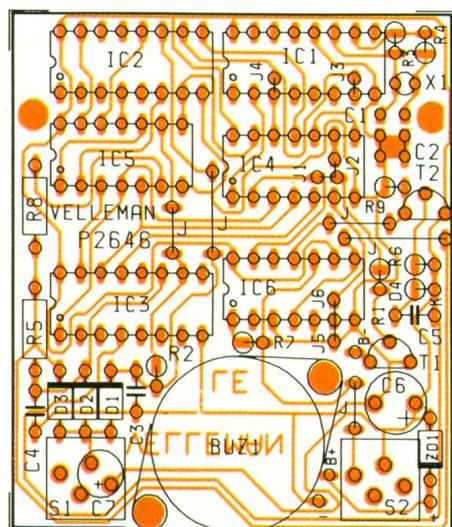
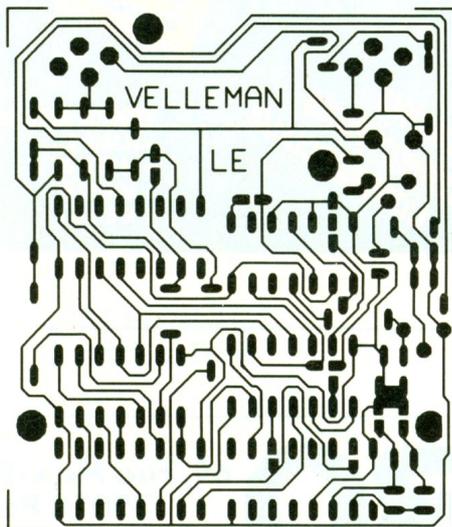
La plaquette est conçue en vue de son logement dans le boîtier PLA 6000 de Strapu.

- Montez les cinq pontages « J ».
- Montez R_5 et R_8 .
- Montez D_1 à D_3 , diodes à faible signal du type 1N914 ou 1N4148. Faites attention à la polarité ! La diode du type 1N4148 est parfois pourvue d'un code couleurs (large bande jaune, brun, gris jaune). Dans ce cas, la large bande jaune doit correspondre à la ligne sur la plaquette. Si la diode présente une simple indication numérique, la bande noire doit correspondre à la ligne sur la plaquette.
- Montez ZD_1 , diode Zener. Veillez à la polarité !
- Montez un support de circuit intégré à 16 broches pour IC_1 , IC_2 et IC_3 .
- Montez un support ce circuit intégré à 14 broches pour IC_4 , IC_5 et IC_6 .
- Montez C_1 à C_5 (condensateurs céramiques).
- Montez T_1 , puis T_2 .
- Montez D_4 , diode verticale à faible signal du type 1N914 ou 1N4148. Si la diode est pourvue d'un code couleurs (large bande

- jaune, brun, jaune, gris), la large bande jaune indique la cathode. Dans le cas d'une indication numérique, la cathode est indiquée par la bande noire. La cathode doit être reliée à la connexion « K » (bord de la plaquette).
- Montez R_1 et R_2 , R_3 , R_4 , R_6 , et R_7 , R_9 , verticalement.
- Montez C_6 , condensateur électrolytique. Attention à la polarité !
- Montez C_7 , condensateur électrolytique, à environ 2 mm de la plaquette (cette position vous permet d'effectuer plus facilement les mesures ultérieures). Attention à la polarité !
- Montez X_1 , cristal de 32,768 kHz.
- Montez le bouton poussoir S_2 .
- Montez le connecteur pour la pile, le fil rouge au pôle « + » et le fil noir au pôle « - ».
- Montez l'avertisseur sonore BZ_1 : soudez le fil rouge au pôle « B+ » et le fil noir au pôle « B- ». Fixez l'avertisseur au moyen de vis et d'écrous.
- Placez les IC dans leurs supports : IC_1 du type 4060, la cochette tournée vers IC_2 ; IC_2 du type 4040, la cochette tournée vers le bord de la plaquette.



Gros plan du buzzer piézo comportant un oscillateur incorporé.



TEST

Un certain nombre d'options sont prévues sur la plaquette. Les pontages J₁ à J₆ assurent la mise en circuit ou la déconnexion de ces options. Il ne s'agit pas ici de pontages ordinaires mais plutôt d'îlots si proches les uns des autres que vous pouvez facilement les court-circuiter avec un peu de soudure.

Reliez en vue du test les pontages J₁ (signal continu), J₃ (test rapide) et J₆ (cycle de 28 jours). Veillez à ce que les pontages J₂, J₄ et J₅ soient ouverts. Branchez la pile de 9 V. Dès le branchement de la pile, l'avertisseur sonore doit fonctionner. Interrompez le signal par une pression sur le bouton. Après environ 84 secondes (84,375 pour être précis), l'avertisseur fonctionnera à nouveau : un « jour » est passé. Appuyez à nouveau sur le bouton pour interrompre le signal. L'alarme déclenche ainsi 21 fois le signal sonore et reste alors apparemment inactive pendant onze minutes (675 secondes). Ensuite, le cycle entier se répète.

USAGE

Enlevez la pile si le test est concluant. Déconnectez J₃ et reliez J₄. Pour un usage comme alarme pour pilule, J₁ doit être déconnecté et J₂ (signal intermittent) relié. Introduisez à nouveau la pile au moment où la première pilule d'un cycle est prise (car autrement les sept jours d'interruption ne seraient pas bien programmés).

Important : remplacez la pile après six cycles !

Afin d'être assuré d'une mise à zéro parfaite de l'ensemble du circuit lors du remplacement de la pile, vous devez attendre au moins quinze minutes avant de brancher la nouvelle pile, pour permettre la décharge totale de C₆ et de C₇. Une autre possibilité consiste à court-circuiter un instant C₇ après l'introduction de la nouvelle pile.

L'alarme permet également d'autres applications

Le montage du pontage J₅ au lieu de J₆ supprime l'interruption de l'avertisseur sonore du 22^e au 28^e jour, de sorte que le signal sonore fonctionne chaque jour au même moment. Dès lors, l'alarme peut servir de moyen mnémotechnique par exemple pour la mise en marche de l'éclairage de vitrines, pour la distribution d'aliments aux lapins, pour l'extinction du chauffage le soir, etc. ■

LISTE DES COMPOSANTS

- R₁, R₂ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
- R₃ : 10 MΩ (marron, noir, bleu)
- R₄ : 220 kΩ (rouge, rouge, jaune)
- R₅ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
- R₆, R₇ : 220 kΩ (rouge, rouge, jaune)
- R₈ : 10 kΩ (marron, noir, orange)
- R₉ : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
- C₁ : céramique 15 pF
- C₂ : céramique 39 pF
- C₃, C₄ : céramique 47 pF
- C₅ : céramique 1 nF
- C₆ : 100 μF, 15 V, radial
- C₇ : 10 μF, 15 V, radial
- D₁ à D₄ : 1N914 ou 1N4148
- ZD₁ : Zener de 4,7 V, 1/2 W
- T₁ : BC547 ou équivalent
- T₂ : B557 ou équivalent
- X₁ : quartz de 32,768 Hz
- IC₁ : 4060
- IC₂, IC₃ : 4040
- IC₄, IC₅ : 4073
- IC₆ : 4013
- BZ₁ : buzzer piézo
- S₁, S₂ : poussoir au travail pour circuit imprimé
- Un connecteur pour pile de 9 V
- 3 supports de C.I. 16 broches
- 3 supports de C.I. 14 broches

LE PAN 2020 DE PANTEC



Ce multimètre numérique fait partie intégrante de la gamme d'appareils de mesure Pantec, fort connue du grand public à travers des produits comme le Banana, l'Explorer ou le Zip.

D'aspect extérieur agréable, l'appareil tient bien dans la main, notamment grâce à des nervures présentes sur chacun des côtés. Une béquille située sur la coquille arrière positionne, si besoin est, le multimètre en incliné.

D'emblée, la sérigraphie en couleurs simplifie la compréhension des diverses commandes à disposition, ce qui n'est pas un luxe lorsqu'elles sont un tant soit peu nombreuses.

Cette impression de look agréable et de produit bien conçu se confirme lorsque l'on ouvre l'appareil (voir photographies) : nous sommes en présence d'une fabrication soignée.

L'AFFICHAGE NUMERIQUE

Le PAN 2020 est un 2 000 points ($3\frac{1}{2}$ digits), ce qui implique qu'il peut afficher des valeurs comprises entre - 1999 et + 1999 (le $\frac{1}{2}$ digit correspond en fait au chiffre gauche prenant soit la valeur « 0 », soit la valeur « 1 »). Le résultat des mesures apparaît sur un écran à cristaux liquides. Ce type d'affichage utilisé systématiquement sur les appareils portables ne consomme qu'extrêmement peu d'énergie, ménageant ainsi l'autonomie de la pile. La hauteur des chiffres atteint 12,7 mm de hauteur. Leur épaisseur est telle que l'on conserve une bonne lisibilité de l'affichage lorsque l'appareil est positionné de biais.

SELECTION DES FONCTIONS

L'accès aux calibres et aux fonctions s'effectue par l'intermédiaire d'un rotacteur central à 24 positions, comprenant l'arrêt de l'appareil.

Viennent en renfort logistique



quatre bornes de sécurité dont deux particulières à l'ampèremètre. La première, protégée par un fusible, accompagne les calibres $200\ \mu\text{A}$ à $200\ \text{mA}$. La seconde va de pair avec le calibre $20\ \text{A}$. A noter toutefois qu'elle ne dispose

d'aucune protection. De plus, le constructeur signale que la mesure sur cette entrée ne devra impérativement pas durer plus de 30 secondes, certainement pour des raisons de dissipation de chaleur par le shunt.

CARACTERISTIQUES

Tension continue (DC)

Gamme	Résolution	Précision	Impédance d'entrée	Tension d'entrée max.
200 mV 2 V 20 V 200 V 1 000 V	100 μ V 1 mV 10 mV 100 mV 1 V	$\pm (0,5 \% \text{ rdg} + 1 \text{ dgt})$		500 VDC/350 VAC 1 100 VDC 800 VAC

Tension alternative (AC)

Gamme	Résolution	Précision	Impédance d'entrée	Tension d'entrée max.
200 mV 2 V 20 V 200 V 750 V	100 μ V 1 mV 10 mV 100 mV 1 V	$\pm (1 \% \text{ rdg} + 3 \text{ dgts})$ $\pm (1,5 \% \text{ rdg} + 3 \text{ dgts})$		500 VDC/350 VAC 1 100 VDC 800 VAC

Courant continu (DC) :

Gamme	Résolution	Précision	Chute de tension max.	Protection de surcharge
200 μ A 2 mA 20 mA 200 mA 20 A	100 nA 1 μ A 10 μ A 100 μ A 10 mA	$\pm (1 \% \text{ rdg} + 1 \text{ dgt})$ $\pm (1,5 \% \text{ rdg} + 3 \text{ dgts})$	0,3 VAC 0,7 VAC	fusible 0,5 A/250 V aucune

Courant alternatif (AC)

Gamme	Résolution	Précision (40 Hz ~ 500 Hz)	Chute de tension max.	Protection de surcharge
200 μ A 2 mA 20 mA 200 mA 20 A	100 nA 1 μ A 10 μ A 100 μ A 10 mA	$\pm (1,2 \% \text{ rdg} + 3 \text{ dgts})$ $\pm (1,8 \% \text{ rdg} + 3 \text{ dgts})$	0,3 VAC 0,7 VAC	fusible 0,5 A/250 V aucune

Résistance (Ω)

Gamme	Résolution	Précision	Tension d'essai (embouts ouverts)	Protection de surcharge
200 Ω 2 k Ω 20 k Ω 200 k Ω 2 000 k Ω 20 M Ω	100 m Ω 1 Ω 10 Ω 100 Ω 1 k Ω 10 k Ω	$\pm (0,8 \% \text{ rdg} + 2 \text{ dgts})$ $\pm (1 \% \text{ rdg} + 2 \text{ dgts})$	2,7 V 0,5 V	500 VDC/AC

Test sonore

Gamme	Résolution	Protection de surcharge
Test sonore de continuité	0,1 Ω	500 V DC/AC

Test diode

Gamme	Résolution	Protection de surcharge
Test diode	1 mV	350 V DC/AC

Mesure de capacité (F)

Gamme	Résolution	Précision	Fréquence d'essai
2 000 pF 20 nF 200 nF 2 μ F 20 μ F	1 pF 10 pF 100 nF 1 nF 10 nF	$\pm (3 \% \text{ rdg} + 10 \text{ dgts})$	400 Hz

Mesure du gain hFE d'un transistor

Gamme	Plage de mesure	Courant d'essai	Tension d'essai
NPN PNP	0 à 1 000	$I_B = 10 \mu\text{A}$	$V_{CE} = 2,8 \text{ V}$

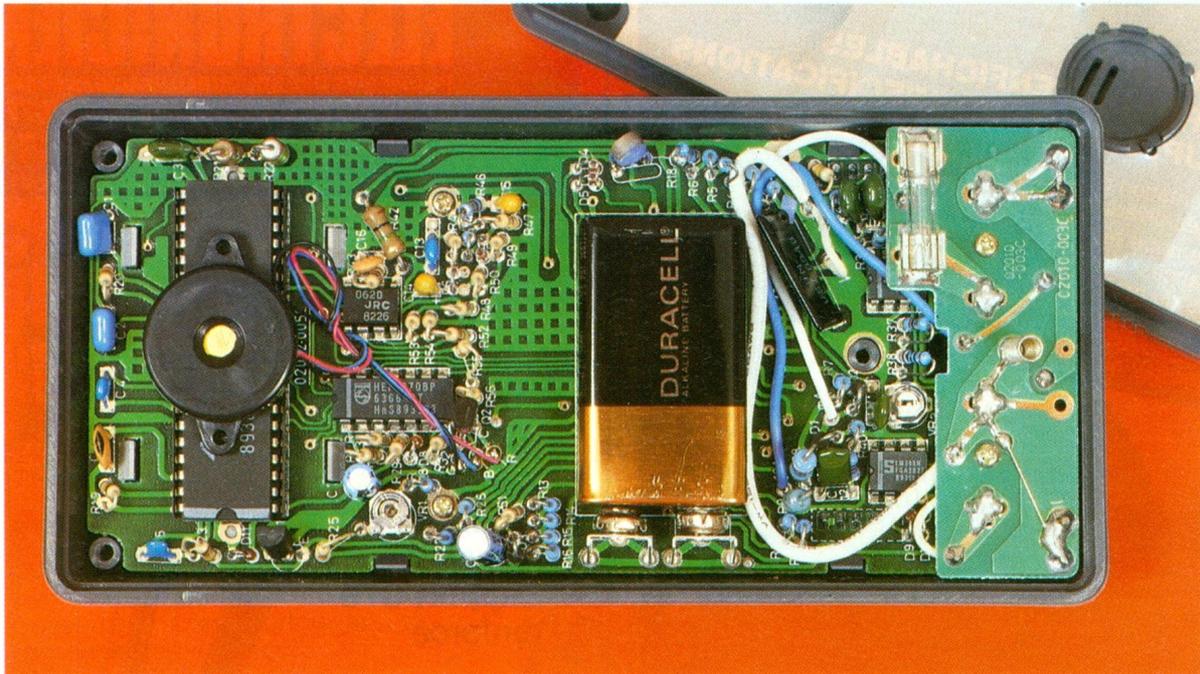


Photo 2. – Le circuit intégré gère la mesure et l'affichage digital LCD. Le buzzer piézo-électrique situé sur le dessus fournit le bip sonore du test de continuité tandis que l'on aperçoit sur la droite le fusible de protection.

MESURE DE CAPACITE (F)

De résolution atteignant le picofarad, ce capacimètre intégré couvre des valeurs jusqu'à 20 μF . De précision correcte, principalement dans le haut des divers calibres, il servira à apprécier des ordres de valeurs et non pas à réaliser des mesures extrêmement précises comme pourrait le faire un bon capacimètre ou un pont de mesure, auxquels ce rôle est dévolu.

On appréciera tout de même. La couverture totale des calibres : 2 nF, 20 nF, 200 nF, 2 μF , 20 μF sans aucun manque.

MESURE DU GAIN hFE D'UN TRANSISTOR

La détermination du gain d'un transistor bipolaire permet de connaître ce à quoi il peut être utilisé (hFE < 50 pour les commutations, 50 < hFE < 250 pour les usages courants, hFE > 250 pour les amplificateurs).

Le Pantec dispose d'un « bêtamètre » à cet effet. Sa face avant accueille un connecteur 4 broches servant à insérer les transistors à tester. La sélection des polarités NPN/PNP s'opère par l'intermédiaire du rotacteur central. Le calibre offre des mesures de gain allant jusqu'à 1 000, avec un courant de base injecté de 10 μA .

TEST SONORE

Lors de la vérification d'un câblage ou des pistes d'un circuit imprimé, il est nécessaire d'avoir recours à un ohmmètre. Cependant, il n'est pas toujours simple de visualiser simultanément la position des pointes de touche, le schéma d'origine et le multimètre. Ajoutons à cela, dans le cas d'un numérique, la lenteur de l'affichage.

Le test sonore de continuité électrique facilite ces opérations : lorsque la résistance présente entre les pointes descend au-dessous d'un certain seuil, en l'occurrence 30 Ω sur le PAN 2020, un bip sonore retentit.

La tension de test sur cet appareil a été volontairement réduite à 2,7 V afin de limiter les risques de destruction de composants électroniques se trouvant sur le circuit testé. Cette fonction est couplée avec le calibre 200 Ω de la gamme ohmmètre.

TEST DIODE

Cette fonction permet la vérification des diodes et par extension des jonctions. Le résultat de la mesure apparaissant à l'écran correspond au seuil de tension de l'élément testé. Afin de ne pas le détruire, le courant d'essai maximal est limité à 1,4 mA (en court-circuit) et la tension d'essai à 3,2 V (en circuit ouvert).

LA PRECISION

Le pourcentage annoncé précédemment pour chacun des calibres correspond à l'erreur relative s'appliquant sur la mesure. Le nombre de digits qui suit s'applique sur le chiffre de droite et s'ajoute à la précédente erreur.

De plus, le constructeur garantit la précision annoncée sur une plage de température allant de 0° à 40 °C, pour une humidité relative inférieure à 80 %.

NOS CONCLUSIONS

Hormis le calibre 20 A, ce qui est de règle en général, le Pan 2020 est un multimètre bien protégé. Les liaisons avec le circuit de mesure s'effectuent avec des bornes de sécurité et des cordons de bonne qualité, relativement rares chez des appareils équivalents. Une sérigraphie en couleurs facilite son utilisation, limitant ainsi les erreurs fatidiques habituelles.

Tout est réuni dans la conception pour faire de cet appareil un bon multimètre portable.

Par ses caractéristiques, il conviendra aussi bien à l'électronicien en laboratoire qu'à l'électricien sur le site.

Distribution : TEC France, 10, résidence du Parc, 93120 La Courneuve. Tél. : 48.35.95.75.

L'ALCOOTEST ELECTRONIQUE TSM 265



La législation française actuellement en vigueur interdit à tout conducteur de prendre le volant avec un taux d'alcoolémie trop important.

Celui-ci est fixé à 0,8 gramme pour 1 000 grammes de sang. Cependant, il est parfois assez difficile de cerner le seuil. L'automobiliste, pour s'aider, peut avoir recours à des ballons-tests, vendus dans le commerce. Les établissements T.S.M. nous proposent une version électronique très pratique à utiliser.

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

La mesure du taux d'alcoolémie repose sur l'utilisation d'un capteur de gaz repéré TTP1 à la figure 1.

Celui-ci dispose d'une haute sensibilité à l'alcool, une faible sensibilité aux gaz tels que l'hydrogène, le monoxyde de carbone, le méthane, etc.

Une excellente stabilité à la température et à l'humidité ambiantes ainsi qu'au long terme lui confère une bonne fiabilité.

Le capteur se divise en deux parties :

- un filament chauffant, en platine, permettant d'atteindre le point de fonctionnement voulu du capteur. L'utilisation d'un tel matériau reste dû à des problèmes d'oxydation de l'élément chauffant ;

- une pastille semi-conductrice dont la résistance varie en fonction de la proportion d'alcool contenu dans l'air expiré.

Le tout se loge dans une chambre métallique.

Le tableau de la figure 2 fournit les caractéristiques électriques du capteur.

L'alimentation du kit provient d'une pile 9 V. Un régulateur intégré 3 broches 7805 stabilise en aval la tension du montage à 5 V (utilisation de T.T.L. + caractéristiques électriques du fila-

ment). La détection de décharge de la pile s'effectue à l'aide d'un AOP et des deux ponts diviseurs R16-R17 et R14-R18. L'indication se réalise avec une diode électroluminescente.

Les deux premiers AOP – broches (5-6-7) et (8-9-10) – fonctionnent en simples comparateurs, allumant la LED dès la mise sous tension et validant les portes NAND T.T.L.

Le système composé de quatre amplis opérationnels et des huit portes NAND forme un comparateur à fenêtres dont la fourchette de mesure est réglée par RV₁ et RV₂.

Suivant le taux d'alcool présent, on obtiendra la correspondance donnée dans le tableau en fin d'article.

REALISATION PRATIQUE

Le tracé du circuit imprimé est fourni à la figure 3 et l'implantation à la figure 4.

On implantera au préalable les 17 straps, puis les résistances, les condensateurs, les résistan-

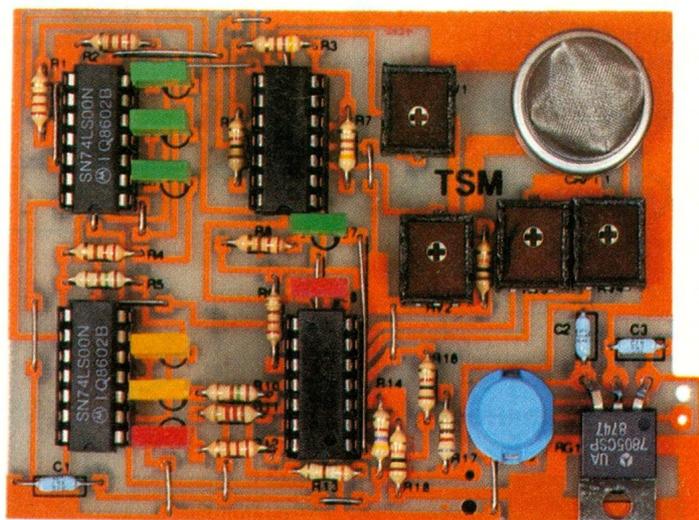
ces ajustables, le régulateur, les supports de C.I., les LED, le capteur, le poussoir et, pour finir, le connecteur de pile 9 V.

REGLAGES

Après une mise sous tension (appui sur B.P.1), on réglera les ajustables.

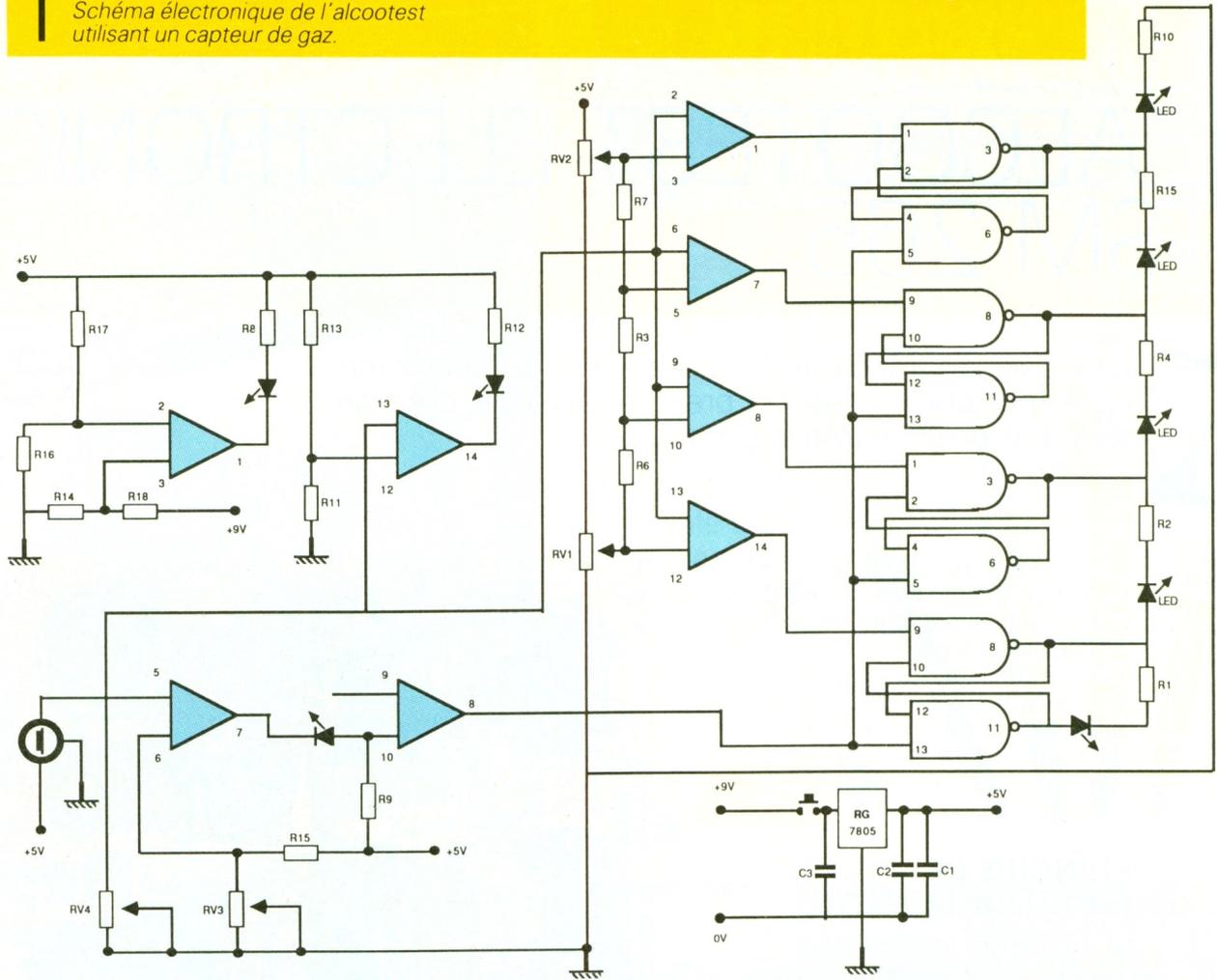
- RV₁ et RV₂ tournés complètement à gauche.
- RV₃ positionné à mi-course.
- RV₄ tourné complètement à gauche.
- Puis revenir progressivement vers la droite de façon à éteindre L₈. Le système côté capteur fonctionne.
- Revenir à nouveau en arrière de manière à rallumer L₈ à la limite d'extinction.
- Tourner RV₂ de façon à allumer L₃.
- Tourner à présent RV₁ de manière à allumer L₁.

Les réglages sont à présent terminés. Le constructeur spécifie que l'on pourra comparer le kit avec un appareil étalon de façon à obtenir un tarage plus précis. ■



1

Schéma électronique de l'alcootest utilisant un capteur de gaz.



Tension de chauffage	5 V ± DC ou AC (50/60 Hz)
Courant de chauffage	160 à 180 mA DC ou AC (50/60 Hz)
Tension appliquée au circuit de mesure	< 15 V DC ou AC (50/60 Hz)
Humidité et températ. ambiante	< 95 % H.R. -10 °C ≤ t ≤ + 50 °C

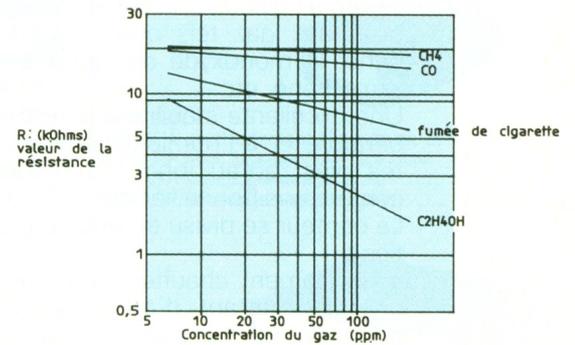
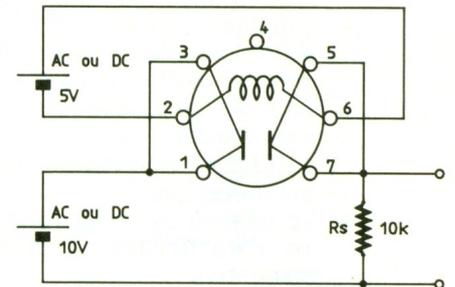
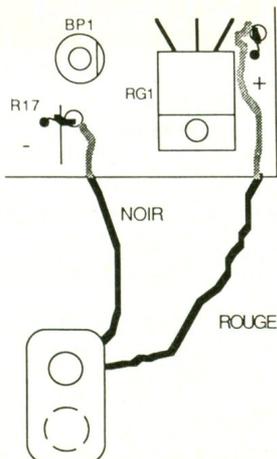
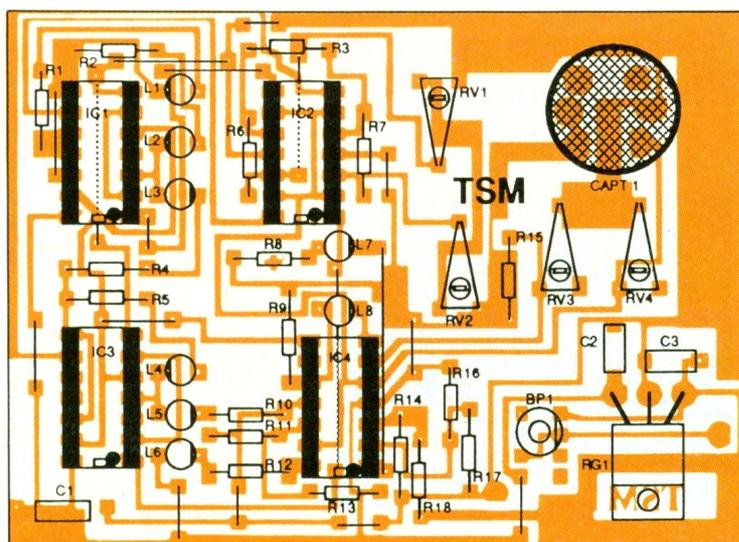
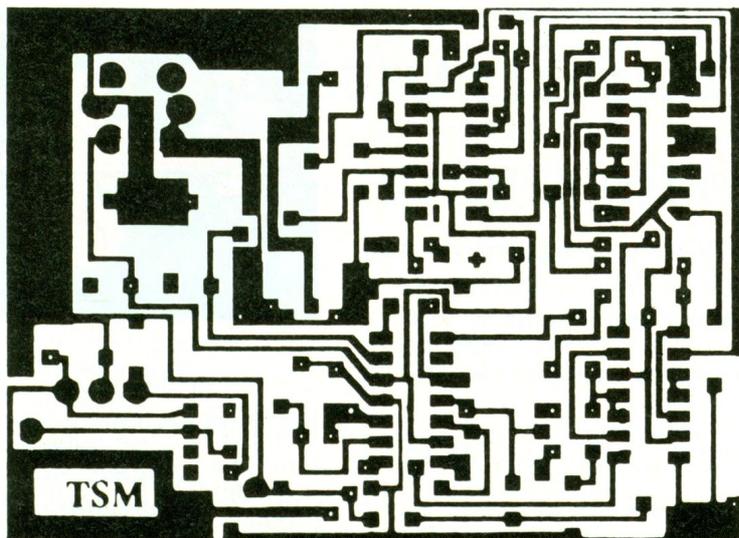


Photo 2. – Gros plan du capteur de gaz utilisé par le kit T.S.M.



2

Brochage et courbe caractéristique de CAPT 1.



LISTE DES COMPOSANTS

Résistances

R_1, R_2, R_4 : 220 Ω (rouge, rouge, marron)
 R_8, R_9, R_{12} : 220 Ω (rouge, rouge, marron)
 R_3, R_7 : 470 Ω (jaune, violet, marron)
 R_5, R_{10} : 150 Ω (marron, vert, marron)
 R_6, R_{16} : 1 k Ω (marron, noir, rouge)
 R_{11} : 1,2 k Ω (marron, rouge, rouge)
 R_{13} : 390 Ω (orange, blanc, marron)
 R_{14} : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)
 R_{15}, R_{18} : 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R_{17} : 820 Ω (gris, rouge, marron)

Condensateurs non polarisés

C_1, C_2, C_3 : 47 nF (repéré 473)

Résistances ajustables

RV_1, RV_2, RV_3, RV_4 : 4,7 k Ω couché

Régulateur

RG_1 : 7805

Circuits intégrés

IC_1, IC_3 : 74LS00
 IC_2, IC_4 : LM324
 4 supports de circuits intégrés de 14 broches

LED

L_1, L_2, L_3, L_7 : LED verte
 L_4, L_5 : LED jaune
 L_6, L_8 : LED rouge

Capteur

$CAPT_1$: capteur à gaz TTP_1 (pas de sens d'implantation) T.S.M.

Poussoir

BP_1 : poussoir 1 contact pour circuit imprimé
 1 poussoir pression 9 V

Indication des LED (donné à titre indicatif)

L_1 : 0 g
 L_2 : 0,1 g
 L_3 : 0,3 g
 L_4 : 0,4 g
 L_5 : 0,5 g
 L_6 : 0,8 g
 L_7 : indication de décharge de la pile ou de l'accu (alimentation)
 L_8 : indication de mise en route

TABLE DES MATIERES

du N° 117 (juillet/août 1988) au N° 122 (janvier 1989)

<p>JUILLET/AOÛT 1988 N° 117</p> <p>RÉALISEZ VOUS-MÊMES</p> <ul style="list-style-type: none"> 41 Une horloge originale 51 Un tableau animé 61 Un minuteur 65 Une alimentation pour trains électriques 84 Un euphorimètre 91 Un métronome sonore et lumineux 97 Un dispositif antinuissibles 103 Une sirène universelle 111 Deux montages pour auto <p>EN KIT</p> <ul style="list-style-type: none"> 57 Prise de courant nuit et jour EXPE 31 108 Antivol universel TSM 78 <p>PRATIQUE ET INITIATION</p> <ul style="list-style-type: none"> 57 Le DM 71 CIRCUITMATE 117 Les régulateurs de tension DXE 121 Les applications du 555 127 Fiche CD 4067 	<p>SEPTEMBRE 1988 N° 118</p> <p>RÉALISEZ VOUS-MÊMES</p> <ul style="list-style-type: none"> 41 Un testeur de transistors 50 Un adaptateur thermométrique 53 Un répéteur optique de sonnerie 61 Un wattheuremètre 73 Un interrupteur automatique pour HiFi 84 Une serrure codée 99 Une alimentation portable 108 Le voixphone <p>EN KIT</p> <ul style="list-style-type: none"> 77 Un générateur de fonction Labo 11 MTC 111 Un vumètre stéréo TSM 218 <p>PRATIQUE ET INITIATION</p> <ul style="list-style-type: none"> 97 Le générateur 555 ISKRA 104 Le G.205 ISKRA 115 Applications du 555 121 Fiche CD 4555-4556 123 Détecteur infrarouge MS02 	<p>OCTOBRE 1988 N° 119</p> <p>RÉALISEZ VOUS-MÊMES</p> <ul style="list-style-type: none"> 45 Une commande à porte-clés siffleur 49 Un « 421 » de poche 56 Une commande d'aiguillage 63 Une unité d'amplification 2 x 50 W 82 Une clé infrarouge 95 Un gradeur télécommandé à IR <p>EN KIT</p> <ul style="list-style-type: none"> 101 Prise de courant thermostatée MTC EXPE 32 110 L'interphone TSM 58 <p>PRATIQUE ET INITIATION</p> <ul style="list-style-type: none"> 80 Montage sur FIXFIL 104 L'Electrolab EDUCATEL 107 Le multimètre 3486-A MANUDAX 112 Télécommande TV VISA 113 Le MS02 ELECTRONIC 119 Applications du 555 131 Fiche CD 4086
<p>NOVEMBRE 1988 N° 120</p> <p>RÉALISEZ VOUS-MÊMES</p> <ul style="list-style-type: none"> 50 Une sonde logique et un testeur de continuité 55 Un bloc réseau automatique 64 Un kaléidoscope 73 Un détecteur d'orages 85 Un interrupteur crépusculaire 88 Deux montages « indicateur de coupure secteur » <p>EN KIT</p> <ul style="list-style-type: none"> 69 Le turbochargeur EXPE 33 MTC 103 Le laser portable TSM 215 <p>PRATIQUE ET INITIATION</p> <ul style="list-style-type: none"> 47 La réalisation des circuits imprimés 81 Le CENTRAD 869 115 Fiche CD 4093 	<p>DECEMBRE 1988 N° 121</p> <p>RÉALISEZ VOUS-MÊMES</p> <ul style="list-style-type: none"> 45 Un adaptateur fréquencemètre 54 Deux montages de flashes 60 Une commande d'itinéraire 68 Temporisateur à préavis d'extinction 76 Un téléscripateur original 98 Une alarme pour plantes <p>EN KIT</p> <ul style="list-style-type: none"> 71 Décade de condensateurs EXPE 12 103 Fréquencemètre de tableau ELECTRONIC 109 Modulateurs pour rayon laser TSM <p>PRATIQUE ET INITIATION</p> <ul style="list-style-type: none"> 66 Le multimètre ESCORT 114 Montage clignotant sur plaque FIXFIL 115 Initiation (1^{re} partie) 121 Fiche technique : le 4047 	<p>JANVIER 1989 N° 122</p> <p>RÉALISEZ VOUS-MÊMES</p> <ul style="list-style-type: none"> 43 Un adaptateur transistormètre 52 Un compteur de vitesse 65 Un indicateur d'inclinaison 79 Un badge 83 Transmission audio par IR 94 Un tableau animé 99 Un testeur logique 114 Un éclairage automatique <p>EN KIT</p> <ul style="list-style-type: none"> 76 Labo 13 : voltmètre lumineux 103 Etoile à 8 broches « TSM » <p>PRATIQUE ET INITIATION</p> <ul style="list-style-type: none"> 64 Temporisateur d'extinction 109 Le multimètre MX 50 METRIX 117 Fiche technique 4076 119 Initiation (2^e partie)

TABLE DES MATIERES

du N° 123 (février 1989) au N° 128 (juillet/août 1989)

<p>FEVRIER 1989 N° 123</p> <p>RÉALISEZ VOUS-MÊMES</p> <p>43 Une télécommande secteur 54 Un dispositif anticurieux 62 Un contrôleur de température 71 Un radar de recul 95 Un testeur de réseau 99 Un compte-tours à rampe de LED 105 Une alarme attaché-case</p> <p>EN KIT</p> <p>87 Une alimentation symétrique LABO 14 ETC 91 Un émetteur FM expérimental TSM 39</p> <p>PRATIQUE ET INITIATION</p> <p>59 Naissance d'une machine à graver 84 Le multimètre BBC 2004 110 Initiation (3^e partie) 115 Fiche technique : le CD 4045</p>	<p>MARS 1989 N° 124</p> <p>RÉALISEZ VOUS-MÊMES</p> <p>43 Un testeur de composants 47 Deux générateurs de fonction 53 Une commande d'essuie-vitre AR 59 Un simulateur de pannes 71 Un badge optique 87 Un testeur de câbles 95 Un commutateur d'alimentation 99 Un sélecteur stéréophonique</p> <p>EN KIT</p> <p>84 Mini-enceintes amplifiées 7 W EXPE 34 ETC 105 Compteur universel à 4 chiffres VELLEMAN</p> <p>PRATIQUE ET INITIATION</p> <p>66 Le multimètre FLUKE 87 109 Fiche technique 4053 115 Initiation (4^e partie)</p>	<p>AVRIL 1989 N° 125</p> <p>RÉALISEZ VOUS-MÊMES</p> <p>43 Un indicateur d'ouverture de portières 47 Un détecteur de présence 59 Une télécommande US simplifiée 67 Un compteur téléphonique 81 Un préampli RIAA à F.E.T. 88 Une télécommande radio 101 Un milliAh-mètre 109 Un antivol original</p> <p>EN KIT</p> <p>97 Un variateur de puissance EXPE 35 ETC 113 Un micro espion TSM 90</p> <p>PRATIQUE ET INITIATION</p> <p>56 Le multimètre HC-779 ACER 65 Le multimètre SOAR 4040 115 Initiation (5^e partie) 123 Fiche technique UAA 180</p>
<p>MAI 1989 N° 126</p> <p>RÉALISEZ VOUS-MÊMES</p> <p>43 Un module disc-jockey 51 Un vumètre à LED bicolores 55 Un dispositif antioubli 66 Un voyant 220 V à LED 68 Montages autour d'une « super LED » 73 Un cadenceur d'essuie-glaces 77 Un temporisateur de plafonnier 83 Une alarme téléphonique 101 Un carillon programmable</p> <p>EN KIT</p> <p>97 Décade de zéners LABO 15 ETC</p> <p>PRATIQUE ET INITIATION</p> <p>59 Technologie au collège (1^{re} partie) 80 Le multimètre HD 153 BECKMAN 110 Fiche technique UAA 170 115 Initiation (6^e partie)</p>	<p>JUIN 1989 N° 127</p> <p>RÉALISEZ VOUS-MÊMES</p> <p>43 Un analyseur logique 49 Un avertisseur pour réseau ferroviaire 55 Un résistivimètre 61 Un ordinateur pour bicyclette 73 Un enregistreur téléphonique 79 Une minuterie de stationnement 87 Un chandelier électronique</p> <p>EN KIT</p> <p>84 Radar hyperfréquence JOKIT 103 Kits d'alarme LEXTRONIC 109 Alimentation ininterrompible EXPE 38</p> <p>PRATIQUE ET INITIATION</p> <p>92 Le JUPITER 2000 BLANC-MECA 95 Le MAN'X TOP CDA 99 La technologie au collège (2^e partie) 115 Initiation (7^e partie) 121 Fiche technique n° 38 : le 4041 123 Utilisation des plaques pré-sensibilisées CIF</p>	<p>JUILLET/AOÛT 1989 N° 128</p> <p>RÉALISEZ VOUS-MÊMES</p> <p>35 Un préamplificateur FM/TV 39 Un thermomètre à relevés automatiques 48 Un testeur sonore 51 Une alarme voiture 57 Un contrôleur permanent des feux arrières 61 Une animation lumineuse et cinématique 67 Un indicateur de consommation 69 Un modulateur à filtres actifs 75 Un orienteur permanent 87 Une serrure originale 98 Une sonde logique 111 Un variateur pour perceuse</p> <p>EN KIT</p> <p>93 Booster 35 W TSM 45 107 EXPE 39 ampli 20 W ETC</p> <p>PRATIQUE ET INITIATION</p> <p>44 L'IDL 800 Française instrumentation 103 Alimentation à la carte 115 Initiation (8^e partie) 124 Fiche technique CD 4543</p>

Tous ces numéros sont encore disponibles pour la somme de 22 F (le numéro franco de port) à ELECTRONIQUE PRATIQUE, 2 à 12, rue de Bellevue, 75940 Paris Cedex 19

LOGIC-05



Dans ce volet, après un complément à Logic-04, nous définirons les tableaux de Karnaugh, en explicitant leur « construction » et leur utilisation. Nous n'aborderons ni réalisations ni fonctions nouvelles afin de privilégier la théorie et d'affirmer vos connaissances.

CHRONOGRAPHES

(fig. 1)

Voici les chronographes des signaux que vous avez pu visualiser sur votre oscilloscope en testant les diverses portes. Le signal logique de sortie est celui représenté en bas des graphes, alors que les signaux d'entrée sont représentés au-dessus. Le type de porte testé est indiqué sous le graphe de sortie. A noter les portes OUI et NON qui ne nécessitent qu'une variable d'entrée.

Si vous n'avez pas observé ces signaux et si le montage-câblage de manipulation entrepris est correct, la porte logique en test est en cause et ne fonctionne plus correctement. En observant et en comparant les signaux de sortie d'une porte logique quelconque, vous pouvez donc vérifier son fonctionnement (test) ou déterminer sa fonction (si vous êtes sûr du brochage).

Remarque : La fréquence était choisie basse pour éviter de rendre visible les « glitch » de commutation. C'est un problème de décodage sur lequel nous reviendrons en temps utile. Vous pou-

vez le constater en faisant fonctionner le module LO-2 à fréquence maximale et en visualisant le signal de sortie sur la voie libre de l'oscilloscope, après avoir augmenté la luminosité, car leur durée est très faible.

TABLEAUX DE KARNAUGH (fig. 2)

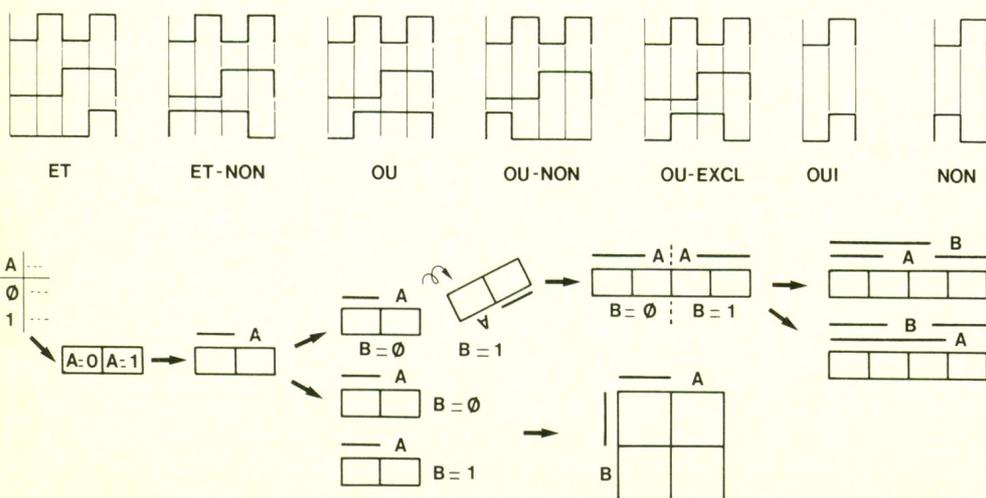
Un tableau « de Karnaugh » est une autre représentation de la fonction d'un bloc logique combinatoire. Vous connaissez déjà la table d'analyse ou de vérité, l'équation logique, le logigramme (schéma montrant l'association des portes de base) ; soit trois formes permettant de représenter une fonction logique. Le tableau de Karnaugh reprend la table d'analyse sous une forme compacte, avec l'avantage de permettre de déterminer rapidement l'équation logique sous sa forme la plus simple.

Prenons l'exemple le plus simple d'une fonction à variable d'entrée unique A. La table d'analyse distingue les cas $A=0$ et $A=1$ sur deux lignes. Le tableau de Karnaugh aura deux cases car il y a

deux états de A. Plutôt que de noter l'état de A à l'intérieur, on le note au-dessus. Il y a différentes notations possibles, mais l'auteur a choisi d'utiliser celle qu'il pratique car elle est la plus efficace pour obtenir l'équation de la fonction. Ainsi, quand $A=0$, on note la barre horizontale (qui rappelle la complémentation) et quand $A=1$, on note A, nom de la variable. La figure explique l'évolution. (Une autre notation très employée utilise la barre pour indiquer l'état 1, ce qui peut paraître ambigu pour lire l'équation des termes mais est plus simple pour la notation des variables autour du tableau. Une notation moins pratique indique clairement l'état des variables, soit ϕ ou 1.)

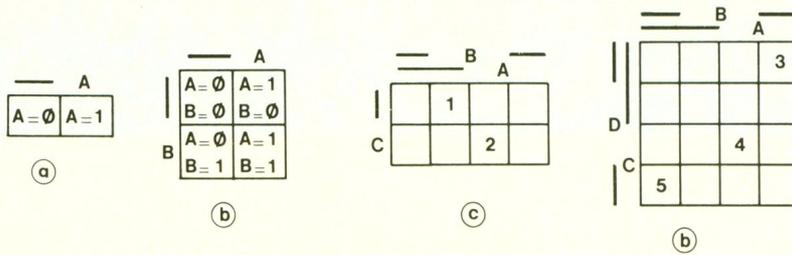
Si la fonction a plus d'une variable d'entrée, il faut augmenter le nombre de cases du tableau. Il en faudra deux fois plus, pour chaque variable ajoutée, donc 2^N cases pour N variables, car chaque variable peut prendre deux états ϕ ou 1. Mais ces cases doivent être disposées d'une certaine manière pour exploiter correctement la méthode : il ne faut jamais, en passant d'une case à une case adjacente, que plus d'une variable change d'état. La figure explique la méthode de construction qui permet de respecter ces impératifs.

On peut augmenter la taille horizontalement ou verticalement. Horizontalement, on recopie le tableau \bar{A} , mais en le retournant. L'original et la copie se distinguent par l'état de la variable B, soit \bar{A} pour $B=0$ et A pour $B=1$. On associe ces deux tableaux, ce qui forme un rectangle à 4 cases, et on obtient $\bar{A}\bar{A}$, qu'on complète par la notation de B, au-dessus, soit $\bar{A}B$. Or il est inutile de répéter la variable, aussi on obtient le tableau présenté sur la figure. (Il est bien sûr



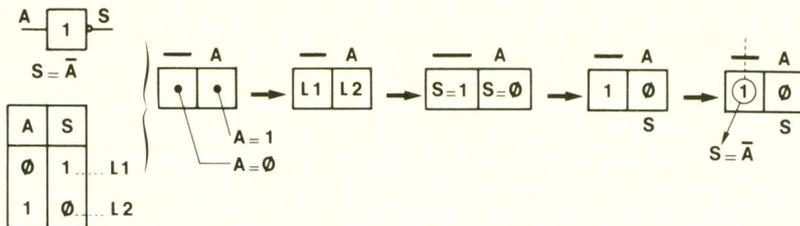
3

Tableaux de Karnaugh.



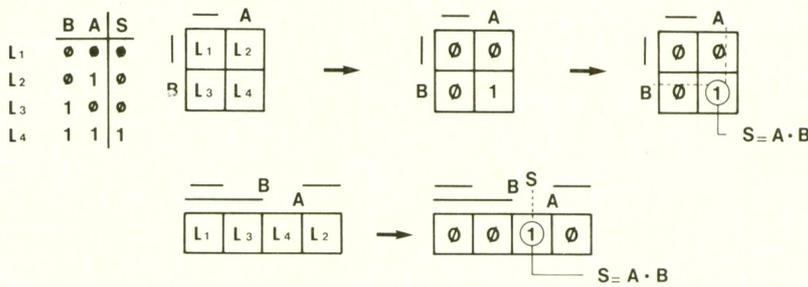
4

Principe d'utilisation.



5

Exemple ET.



possible d'inverser A et B, puisque ce ne sont que des appellations arbitraires.)

Verticalement, ce qui est le plus simple et logique dans ce cas, c'est de recopier le tableau à une variable A. On obtient deux tableaux \bar{A} distingués par l'état de la variable B. On superpose ces deux tableaux, ce qui donne un carré à 4 cases, et on utilise la notation pour la variable B, soit \bar{B} , mais verticalement.

On vérifie, dans les deux tableaux tracés, qu'en passant d'une case à celle adjacente, seule une des deux variables change d'état, condition d'utilisation des tableaux. Pour augmenter encore le nombre de cases, il suffit de répéter ces opérations dans le sens désiré.

TABLEAUX (fig. 3)

La figure 3 représente les tableaux usuels pour une, deux, trois ou quatre variables. Il est utile que vous appreniez à les retracer en utilisant la méthode définie en 2.

En (a), une variable, donc $2^1=2$ cases ; on précise la valeur de la variable A provisoirement dans

les cases afin de rappeler la correspondance entre la notation du tableau et l'état de la variable.

En (b), deux variables, soit $2^2=4$ cases ; on préfère la disposition carrée ; l'état de A et B est indiqué dans les cases et on remarque bien que seule une des variables change d'état en passant d'une case à la voisine. Il est évident que A et B peuvent être intervertis (par rapport à la construction) ou prendre une autre appellation selon le nom des variables de la fonction logique analysée.

En (c), trois variables, soit $2^3=8$ cases, ce qui se fait automatiquement en dédoublant le tableau précédent. La valeur des trois variables n'a pas été notée dans chacune des cases. En (1), on a $A=0 B=1 C=0$; en (2), on a $A=1 B=1 C=1$. A vous de compléter les autres cases et de vérifier qu'en passant d'une case à une autre seule une des trois variables change d'état.

En (d), quatre variables, donc $2^4=16$ cases. Complétez comme en (c) ; pour vous aider, l'état des variables DCBA est 0001 en (3), 1111 en (4) et 0100 en (5).

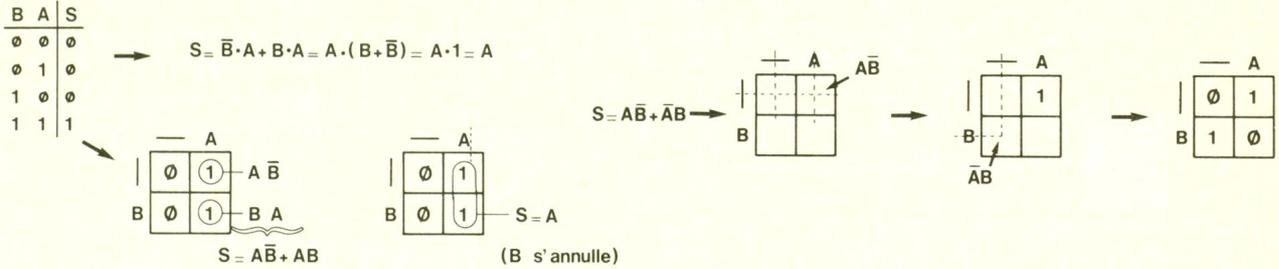
Et ainsi de suite pour cinq, six variables. Au-delà de six variables, il devient peu pratique de les utiliser, aussi il y a des astuces pour éviter d'avoir un nombre de cases trop important, comme on le verra dans les prochains volets. Maintenant, vous devez pouvoir construire un tableau adapté au nombre de variables et savoir retrouver l'état des variables pour chacune des cases, car il n'est plus question de noter l'état des variables à l'intérieur puisque justement la notation permet de s'en affranchir et que ces cases seront remplies par d'autres états logiques.

UTILISATION (fig. 4)

Le tableau de Karnaugh est une autre représentation de la table d'analyse de la fonction, qui permet d'exprimer facilement l'équation logique de cette fonction. Prenons l'exemple le plus simple : la fonction NON :

Il y a une variable d'entrée, donc 2^1 cas, soit 2 lignes dans la table d'analyse et un tableau de Karnaugh à 2 cases. On construit le tableau de Karnaugh comme précédemment et on le remplit à partir de la table de vérité. Ainsi la ligne ℓ^1 ($A=0 S=1$) correspond à la case $A=0$, repérée par la barre, dans laquelle on inscrit l'état de S, soit $S=1$. De même pour la ligne ℓ^2 , où on inscrit l'état de S pour $A=1$, soit $S=0$ dans la case $A=1$. Plutôt que de noter ' $S=$ ', on affecte le tableau à la variable de sortie S et on note S en indice, sous le tableau. Ainsi, chaque case représente l'état de S et il est donc inutile de noter ' $S=$ '.

L'équation logique s'obtient en recherchant les « 1 » dans les tableaux de Karnaugh, en les entourant d'un rond, et en effectuant un OU logique des termes logiques obtenus. Ici, il n'y a qu'un état 1, donc l'équation se résume à celle du seul terme logique. Le terme logique est déterminé par lecture des « coordonnées » de l'état 1 repéré sur le tableau. On trouve la barre de la variable A, donc l'équation du terme est \bar{A} , qu'il suffit de lire verticalement, et donc $S=\bar{A}$, ce qui vérifie l'équation déjà connue. L'avantage de la notation des variables sur le tableau est donc une lecture directe de l'équation du terme. La figure complète l'analyse en représentant graphiquement les diverses étapes de la méthode.



SECOND EXEMPLE (fig. 5)

Comme toutes les fonctions ont plus d'une variable, il convient de prendre un second exemple simple, donc avec deux variables, soit la fonction connue ET.

Il y a deux variables, donc quatre lignes dans la table d'analyse et quatre cases dans le tableau de Karnaugh. On choisit le tableau carré, on place A et B en « coordonnées ». Comme on s'intéresse à la sortie S, on note S en indice et on remplit les cases avec l'état de S correspondant aux quatre lignes de la table d'analyse, comme l'indique la figure. On entoure maintenant les « 1 » comme défini précédemment et on relève les coordonnées. Il n'y a qu'un « 1 », l'équation de sortie sera définie par ce seul terme. Ses coordonnées sont relevées verticalement et horizontalement en effectuant un ET logique entre chacune des variables, ainsi le terme est $A \cdot B$, qui est finalement l'équation de S.

Mais on aurait pu choisir un tableau horizontal, et cela serait revenu au même. On le remplit selon les états des variables d'entrée définis par la table d'analyse, on relève les coordonnées (uniquement verticales cette fois). Il n'y a pas de barre, donc A et B, ce qui donne $S = A \cdot B$ car c'est le seul terme. L'équation obtenue est évidemment la même que par l'autre tableau. On choisira donc indifféremment la forme du tableau, par esthétique ou habitude.

Revenons à la figure 3c. Si les cases (1) et (2) sont les seuls états pour lesquels $S=1$, on peut déterminer l'équation de la fonction définie par le tableau. On relève l'équation des termes. Dans cet exemple, on a trois variables d'entrée, mais, comme précédemment, on relève les coordonnées verticalement et horizontalement

en effectuant un ET logique entre chaque variable. On relève donc les deux termes (1) $= A \cdot B \cdot C$ et (2) $= A \cdot \bar{B} \cdot C$, pour obtenir l'équation finale de S, soit $S = (1) + (2) = A \cdot B \cdot C + A \cdot \bar{B} \cdot C$.

Pour le moment, nous savons donc retrouver rapidement l'équation d'une fonction logique d'après cette représentation graphique. On pouvait aussi le faire depuis la table d'analyse, comme on le verra en 6 car il y a un avantage à utiliser le tableau. Pour le moment, il est important de se rappeler la méthode.

D'abord énoncer la table d'analyse de la fonction. Puis tracer un tableau avec le nombre de variables (N) égal au nombre d'entrées, donc de 2^N cases. Puis remplir ce tableau, ligne à ligne, pour chacune des combinaisons des variables, avec la valeur de la sortie, soit ϕ ou 1 (le nom de cette variable de sortie sera notée en indice sous le tableau). Puis entourer d'un rond les « 1 » en relevant leurs « coordonnées » sur le tableau ; les variables de ces coordonnées sont associées par un ET logique (*) pour former chacun des termes logiques. Enfin, écrire l'équation de la sortie en effectuant un OU logique entre les différents termes ; il y a bien sûr autant de termes que de « 1 », aussi relevez l'équation des termes au fur et à mesure que vous les entourez, cela vous évitera des oublis et une vérification alors inutile.

SIMPLIFICATION (fig. 6)

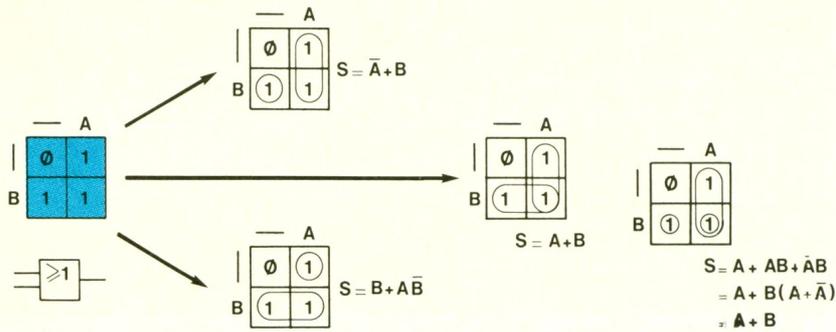
Mais l'avantage des tableaux de Karnaugh est la simplification graphique des équations, ce qui n'était pas encore le cas puisque les exemples choisis étaient volontairement simples et l'application de la méthode progressive. Imaginons donc une fonction

complexe dont la simplification est toutefois apparente. Cette fonction est définie par la table de vérité. Avec l'habitude de lecture d'une table de vérité, il est apparent que l'état de B est inutile pour déterminer l'état de S ; et comme $S=1$ quand $A=1$, donc $S=A$, ce qui pourrait être une approche qualitative.

En analysant cette table de vérité, on retrouve l'équation de sortie en prenant les valeurs des variables quand $S=1$. Ainsi $S=1$ pour $BA=\phi 1$ ou 11 . On écrit donc $S = B \cdot A + \bar{B} \cdot A$. Le tableau de Karnaugh nous donne pour le moment le même résultat, donc où est l'avantage d'une représentation graphique supplémentaire ? On utilise l'algèbre de Boole afin de simplifier l'équation. Ce n'est pas toujours aisé et parfois il arrive de ne pas trouver la solution la plus simple. Ici, c'est évident et $S = B \cdot A + \bar{B} \cdot A = A$ comme démontré sur la figure. Cette propriété permet de former des regroupements sur le tableau : ainsi, on remarque que les deux ronds sont superposés, aussi on les regroupe pour former une « patate » (comme en géométrie). On constate que la variable B change d'état dans le regroupement, et comme le démontre l'algèbre de Boole ($B + \bar{B} = 1$), elle s'annule du terme.

Ainsi, en prenant les coordonnées de la patate cette fois, on lit le terme égal à A puisque B se simplifie. Puisqu'il n'y a plus qu'un terme, $S=A$.

Vous remarquez donc aussi comment tracer un terme logique dont le nombre de variable est inférieur à celles du tableau. Il suffit de remarquer la ou les variable(s) absente(s). Celle-ci devra prendre les états ϕ et 1 dans le même regroupement. Ce regroupement devra satisfaire les coordonnées définies par l'équation du terme. Reprenons notre exemple : le terme est A et il y a deux varia-



bles sur le tableau, A et B ; le terme B est donc les états ϕ et 1 de B, soit le regroupement indiqué.

Afin de remplir les tableaux de Karnaugh de manière logique, on prend l'habitude d'ordonner les variables dans la table d'analyse, comme vous l'avez peut-être constaté. Comme on le définira plus tard, ce codage correspond au comptage binaire et a déjà été utilisé dans le module LO_2. Si vous l'utilisez, les tableaux de Karnaugh se rempliront toujours dans le même ordre et la séquence se vérifiera dans le même ordre en mettant en œuvre la fonction avec le module LO_2.

AUTRE METHODE

(fig. 7)

Si on a déjà l'équation et qu'on désire la simplifier, il faut remplir le tableau de Karnaugh à partir de cette équation et non plus de la table d'analyse. C'est très aisé, et on l'a effectué dans le cas précédent. Prenons l'exemple significatif et particulier du OU-EXCLUSIF. On sait que $S = A * B + \bar{A} * \bar{B}$. On voit que l'équation utilise deux variables, il faudra donc un tableau à 4 cases. Il y a deux termes, $A * B$ et $\bar{A} * \bar{B}$, qui correspondent à deux regroupements sur le tableau ; on parle de regroupement, mais comme le nombre de variables des termes est identique au nombre de variables du tableau de Karnaugh, ce seront en fait des « ronds unitaires ». Il suffit de repérer les coordonnées des cases correspondantes et d'y placer un « 1 ». Dans les cases restantes, on placera un « ϕ » car la sortie ne doit pas être alors active. On obtient le tableau indiqué sur la figure. On pourrait tracer les « ronds » mais sans pouvoir les regrouper.

En effet, les regroupements sont autorisés uniquement pour 2^N cases, verticalement ou horizontalement, mais jamais diagonalement. De plus, la forme du regroupement doit être rectangulaire, n'essayez donc pas des regroupements aux formes farfelues.

Mais il ne faut pas oublier cet exemple. Il faut au contraire retenir l'allure du tableau du OU exclusif pour repérer son terme dans un tableau plus complexe et écrire plutôt $A \oplus B$ directement. Mais on y reviendra. La figure reprend le détail de cette analyse.

SIMPLIFIONS ENCORE

(fig. 8)

Et progressons dans la méthode. Prenons l'exemple de la fonction OU. On remplit le tableau de Karnaugh depuis la table d'analyse. Pour le moment, vous savez effectuer les regroupements indiqués avec les courtes flèches, soit deux possibilités, $S = A + A * B$ ou $S = B + B * A$. L'algèbre de Boole nous dit que ces deux termes se simplifient tous deux en $S = A + B$, ce qui est normal pour la fonction analysée, dont on connaît cette équation.

Or un théorème permet de simplifier $A + A * B$ en $A + B$, tout comme $B + B * A$ en $B + A$. Le résultat est identique et c'est normal. On peut donc, à partir du résultat de la simplification algébrique par ce théorème ou à partir de l'équation du OU qui était connue, tracer deux regroupements qui s'imbriquent. Ce théorème permet donc d'imbriquer les regroupements et de réutiliser des termes déjà utilisés, comme le terme $A * B$. Ainsi, il faut chercher à faire les regroupements les plus grands possibles, et on passe comme indiqué

sur la figure avec la grande flèche, aux deux regroupements qui définissent l'équation de $S = A + B$.

Mais il y a des REGLES à observer et nous allons les définir en synthèse de la méthode introduite par ces exemples, soit :

- regroupement de 2^N cases avec $N > 0$ ($N \in \mathbb{Z}$ -entiers-), de forme rectangulaire la plus grande possible ;
- possibilité d'utiliser plusieurs fois une même case pour des regroupements différents ;
- seuls les regroupements des « 1 » sont autorisés.

DEMONSTRATION

(fig. 9)

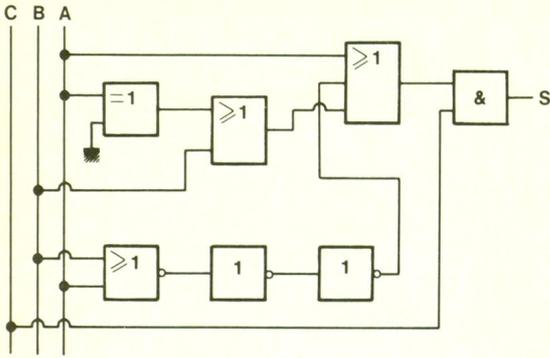
La figure reprend la démonstration du théorème utilisé dans l'exemple précédent, soit $A + A * B = A + B$. Démontrons ce théorème. L'astuce est de poser $A = A * 1$ et de remplacer 1 par $(1 + B)$ qui est toujours vrai. Ainsi $A = A * (1 + B)$, ce qu'on décompose et simplifie de manière différente, soit $A * 1 + A * B = A + A * B$. On remplace dans l'équation et on factorise de manière différente, ce qui permet d'obtenir la vérification du résultat, soit :

$$S = (A + A * B) + \bar{A} * B = A + (A * B + \bar{A} * B) = A + B * (A + \bar{A}) = A + B * A = A + B$$

Le théorème précédent peut se démontrer aisément en utilisant les tableaux de Karnaugh... En fait, ce sont les tableaux qui utilisent ce théorème et permettent les regroupements proposés. La figure 9 reprend les diverses étapes de la démonstration en indiquant sur le tableau de Karnaugh les regroupements utilisés qui ont permis de retrouver le résultat mais sous la forme algébrique. Cela montre bien que des regroupements différents peuvent utiliser le même terme et permettent une plus grande simplification.

EXERCICES (fig. 10)

Comme synthèse de cette méthode, vous devrez simplifier deux équations après avoir auparavant placé ces équations dans un tableau de Karnaugh adéquat, ou vous aurez fait figurer les regroupements initiaux. Voici les équations : $S1 = A * C + \bar{A} * B * C + \bar{A} * C + B * C$ et $S2 = A * B + \bar{A} * B * D + \bar{A} * B * C * D$. Ne cherchez pas à les simplifier algébri-



quement auparavant. Reportez chacun des termes et simplifiez par la méthode des tableaux de Karnaugh et comparez le résultat obtenu avec la simplification par algèbre de Boole. Cet exercice sera corrigé dans le prochain volet en faisant figurer la progression méthodique et en introduisant une nouvelle particularité. Le second exercice est indiqué sur la figure et correspond au logigramme (schéma logique) de la fonction à analyser. La première étape est de relever l'équation logique de toutes les connexions intermédiaires et finalement de la

sortie S, en associant les termes sans les simplifier. Vous simplifierez alors cette équation en utilisant les tableaux de Karnaugh, ainsi que par l'algèbre de Boole en comparant vos résultats et le temps d'obtention. Vous vérifierez également le résultat en réalisant la maquette d'essai de ce montage, en relevant les états de la sortie S pour toutes les combinaisons d'entrée ; vous aurez ainsi la table d'analyse du montage et pourrez tracer le tableau de Karnaugh que vous comparez avec celui obtenu théoriquement à partir de l'équation. Ils doivent être identiques, aussi veillez à ne pas faire d'erreurs de câblage d'essai.

Ce second exercice permettra de faire une synthèse sur les méthodes de simplification, car il est fréquent de jongler de l'une à l'autre pour simplifier le plus rapidement possible. Pour bien assimiler la méthode, reprenez chacune des fonctions logiques connues et tracez les tableaux de Karnaugh correspondants, d'une part en partant de la table d'analyse pour retrouver l'équation après simplifications si néces-

saire, d'autre part, depuis l'équation de la fonction pour tracer les regroupements sur les tableaux.

LE PROCHAIN VOLET

Après la correction de ces exercices et des compléments sur l'utilisation des tableaux de Karnaugh et les méthodes de simplification, nous réaliserons le module LO_4 qui permet d'afficher le tableau de Karnaugh d'une association logique quelconque. Il permettra en outre de vérifier le montage de la figure 10 mais aussi de vérifier les analyses théoriques proposées dans ces volets LOGIC_5 et LOGIC_6.

P. WALLERICH

SEUL UN TRÈS GRAND
DE LA MESURE
PEUT VOUS
OFFRIR
TOUS LES APPAREILS
DE MESURE
ET PRODUITS

MESURELEC meo

Une mesure d'avance



NOUVEAUTÉS METRIX

NOUVEAUX MULTIMETRES

MX 20 **824 F/TTC**

MX 20 G **942 F/TTC**

Disponibles chez MESURELEC

- ALIMENTATIONS
- CAPACIMETRES
- FREQUENCIMETRES
- GENERATEURS BF ET HF
- GENERATEURS DE FONCTIONS

- GENERATEURS FM
- GENERATEURS D'IMPULSIONS
- GENERATEURS DE MIRE
- MESUREURS DE CHAMPS
- OSCILLOSCOPES

- MULTIMETRES ANALOGIQUES
- MULTIMETRES NUMERIQUES
- PINCES AMPEROMETRIQUES
- REGENERATEURS DE TUBES
- THERMOMETRES NUMERIQUES

mesurelec meo

95, av. du Gal Michel-Bizot, 75012 PARIS.

Métro : Michel-Bizot.

Magasin ouvert, du lundi au vendredi, sans interruption de 8 heures à 18 heures.

Télécopie : 43.41.85.36.

Tél. : **43.46.83.21 (3 lignes groupées)**

BON DE DOCUMENTATION OU DE COMMANDE RAPIDE

à nous retourner en spécifiant la nature du matériel désiré.
et en joignant 9,20 F en timbres.

M.

Adresse

Code postal Ville

Matériel

*Bons de commande de l'administration acceptés.
*Vente par correspondance, port gratuit métropole.

PHILIPS

FLUKE

BK PRECISION

Beckman Industrial

GA

GENRAD

CHAUVIN ARNOUX

C.I.F

elc

HAMEG

JBC

LEADER

metrix

Pékly

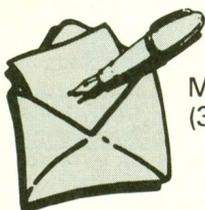
SADELTA

UNAOHM

Weller



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. Roldan (31)

Je réalise l'émetteur 27 MHz paru dans le n° 129 d'Electronique pratique. Il est très difficile de se procurer à Toulouse un micro électret à trois broches. Aussi j'aimerais savoir s'il serait possible d'adapter un micro électret à deux broches sur ce montage.

Ceci reste parfaitement réalisable. Il suffit d'alimenter le microphone par R23, sur la patte reliée à R21. ■



Mme A. Michel (35)

Professeur de technologie, je suis intéressée par tous les anciens E.P. comportant la série « Technologie au collège ». Ne connaissant pas exactement le nombre et les numéros de ces revues, je vous serais reconnaissante de bien vouloir me les communiquer.

Cette série d'article a débuté en mai 1989 avec le numéro 126. Tous ces exemplaires restent disponibles au prix de 22 F l'unité.

Voici, à titre indicatif, les divers sujets traités.

N° 126 : La plaque fonction miniature.

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 clignotante.

Le multivibrateur astable.

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

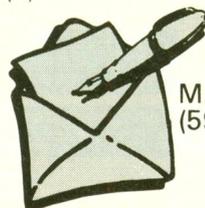
N° 133 : La diode. Le transistor. Le montage Darlington.

La plaque « fonction » amplificateur de courant.

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

N° 135 : Le diviseur de tension.

N° 136 : Le diviseur de tension (II). ■



M. Destailleur (59)

Dans votre numéro de mai 1989, j'ai apprécié la fiche technique sur l'UAA 170. Malheureusement, cet article n'indique pas s'il est possible ou non de mettre sur un même montage des LED de couleurs différentes, ce qui serait pratique, par exemple dans le cas d'un thermomètre.

Rien n'empêche cette application. En effet chacune des LED est allumée individuellement et le courant qui la traverse est fonction des broches 14, 15, 16.

On observera cependant une faible variation de luminosité suivant le type de diode électroluminescente utilisé.

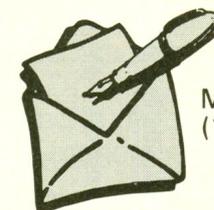
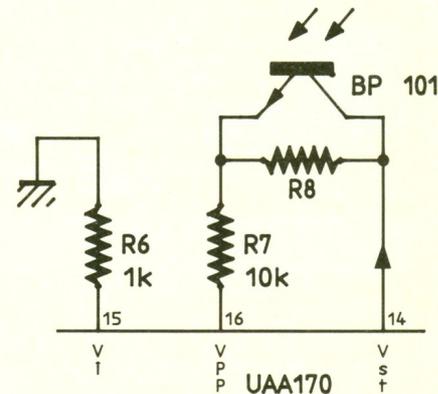
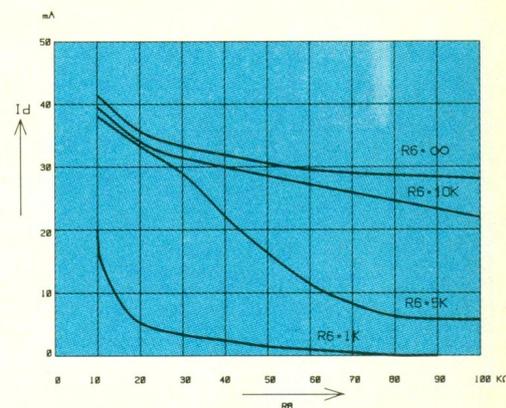
Rappelons brièvement le principe de régulation du courant traversant

le semi-conducteur : proportionnel à la luminosité désirée, le courant reste linéairement variable, approximativement dans la gamme à 0 à 50 mA, sur le UAA 170.

La résistance R₆, connectée broche 15, définit la gamme de réglage tandis que les résistances situées entre les pattes 14 et 16 du C.I. déterminent le courant.

Avec l'aide d'un phototransistor, il devient possible d'ajuster les paramètres en fonction des fluctuations lumineuses de l'environnement.

Les courbes ci-dessous sont données pour U_{alim.} = 12 V, V₁₄ = 5,4 V, avec des LED rouges. ■



M. Girauld (14)

J'aimerais me procurer le SL 486 utilisé dans la télécommande de trois canaux parue dans Electronique pratique n° 135. Où puis-je m'adresser?

Ce circuit intégré Plessey est revendu par nombre de magasins, tels que Cibot et Les Cyclades à Paris (75), ou Sélectronique à Lille (59), entre autres.

NOUVEAU



9102. Double base de temps. 2 x 20 MHz **5190 F**
 9104. Double base de temps. 2 x 40 MHz **6750 F**

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



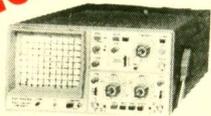
9020
 Double trace 2 x 20 MHz. Ligne à retard.
 Testeur de composants.
 Chercheur de trace.
 Livré avec 2 sondes combinées **3990 F**

COMPOSANTS - MESURES - LAMPES - SUPPORTS CI TULIPES - CONTACTS DORES A DES PRIX TERAL

9106 2 x 60 MHz **9190 F**
 9204 2 x 40 MHz **7750 F**
 9202 2 x 20 MHz **6195 F**

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. **4680 F**



OSCILLOSCOPE METRIX OX 722

Base de temps variable
 2 x 20 MHz **3900 F**

METRIX OX 725

2 x 20 MHz. Retard au déclenchement.
 Recherche de trace.
 Vitesse variable. **4380 F**

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 JUGER**

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 **719 F**
 DM 71 **419 F**
 DM 73 - Gamme Auto-Mini **559 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**

NOUVEAUTÉS

DM 93 **878 F**
 DM 95 **1094 F**
 DM 97 **1504 F**
 Fonctions - Automatique - Bargraph

METRIX MULTIMETRES



- MX 112 A avec boîtier de transport **680 F**
- MX 512 **980 F**
- MX 562. 2000 points 3 1/2 digits.
 Précision 0,2 %. 6 fonctions.
 25 calibres **1600 F**
- MX 563. **2700 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 **940 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 **1240 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. 5 Ω à
 10 MΩA **1040 F**
- MX 50. **1480 F**
- MX 51. Affichage 5 000 points. Précision 0,1 %. Mémori-
 sation 5 mesures. Buffer interne **1830 F**
- MX 52. **2590 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** | PROMOTION
 AL 812 1 à 30 V 2 A **770 F** | DU MOIS
 AL 781 N 0 à 30 V 5 A **1840 F** | ALIMENTATION
 AL 891 5 V 5 A **330 F** | 12,5 V - 5 A
 AL 892 12,5 V 3 A **290 F** | PRIX TERAL
 AL 893 12,5 V 5 A **350 F** | **350 F**
 AL 896 24 V 3 A **390 F** | ALIM - ELC



MONACOR

DMT 1000 A. Multimètre
 digital automatique. Grand
 affichage. 19 mm. Avec
 mémoire. Clavier avec tou-
 ches sensibles. 20 A.
 PROMO **498 F**
 DMT 7000. Multimètre digi-
 tal. 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 satellite, 30 dB **380 F**

Modules, adaptation video

UNI - 1 A. Module d'adaptation SECAM sur un magnéto-
 scope 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 **99 F**
 Perceuse 42 W avec 15 outils **176 F**
 Perceuse 50 W **190 F**
 Alimentation pour perceuse **135 F**
 Support perceuse **85 F**
 Forets, meules,
 polissoirs disponibles

MICRO-PROCESSEUR

MC 1488 **9,50** 41256 **79,00**
 MC 1489 **9,50**
 MC 6809 E **63,00** PROMO
 MC 68 A 02 **45,00** 68705 P3 **90,00**
 MC 68 A 21 **25,00** 6802 **38,00**
 MM 4416 **48,00** 6821 **14,00**
 MM 2732 **37,00** MM 2732 **37,00**
 MM 2716 **38,00** MM 2114 **19,00**
 MM 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**

**CATALOGUES ET DOCUMENTATION
 SUR TOUTES LA MESURE - KITS - ILP
 COMPOSANTS - FICHES - CABLES
 A DES PRIX FOUS**

LABOTEC

Pour faire vos circuits imprimes, 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 **2,4 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

PL 66 alim. digitale
 PL 82 freq. 50 MHz
 OK 86. freq. 1 MHz
 PL 61 capac. digit.
 PL 56 Volt. digit.
 OK 123 GénÉ BF
 PL 44 Base de temps

SAFICO

L'OUTILLAGE POUR
 L'ETUDIANT ET LE PRO
PROMO **STEP**
NC circuits
 la référence du c.i.
KF
 POUR PROTEGER VOS
 MONTAGES ELECTRONIQUES
 ET LES ENTRETIENIR.

MECANORMA

**NOUS SOMMES DISTRIBUTEURS
 DES
 KITS TSM**



**TOUS LES COMPOSANTS
 DES «KITS COLLEGES» SONT
 DISPONIBLES SEPAREMENT.
 LISTE ET PRIX SUR DEMANDE**