

# électronique pratique

8 f

édité par le Haut-Parleur

AP  
23-1

Initiation Composants. Réalisations. Kits. Expérimentation

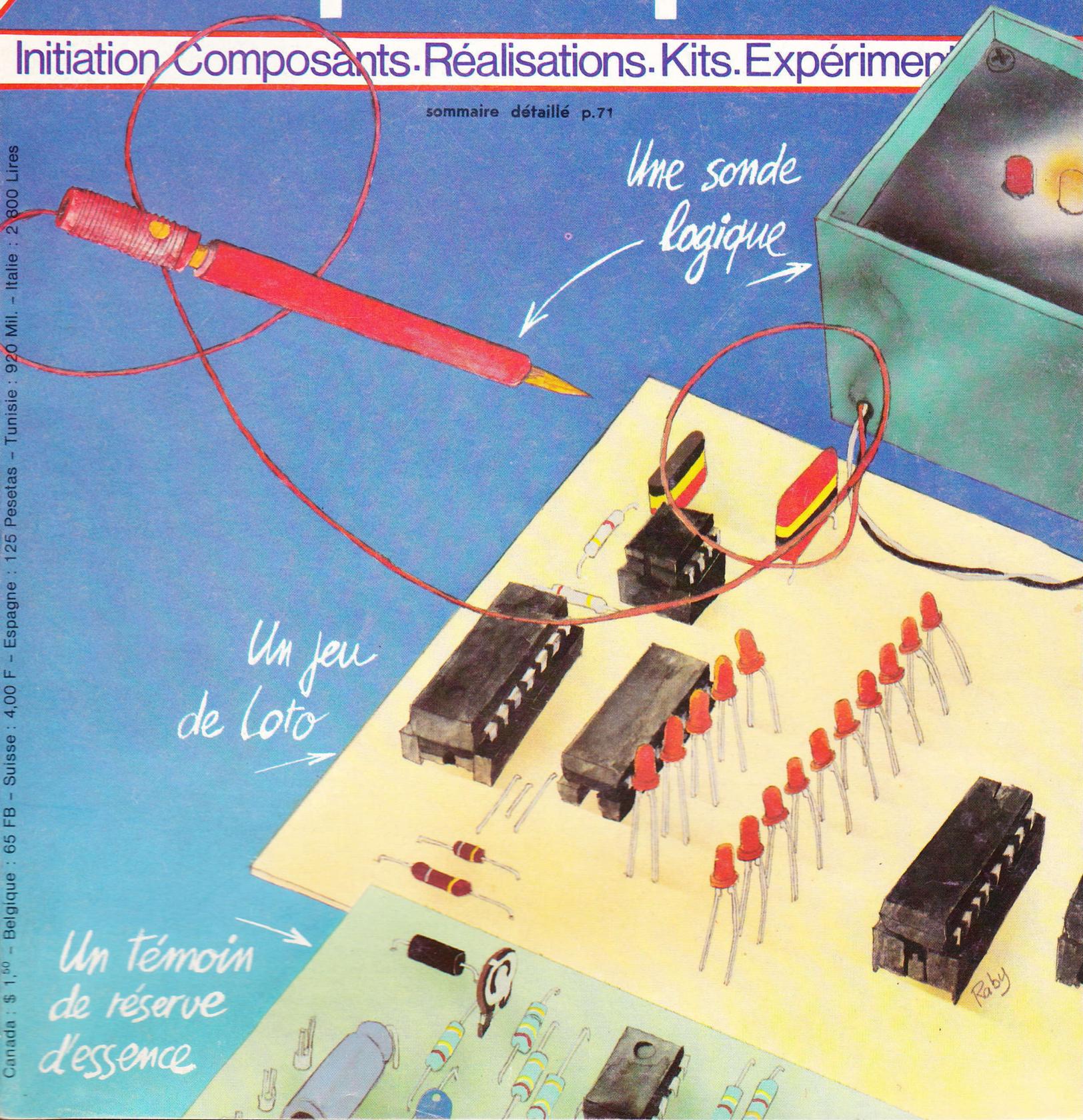
sommaire détaillé p.71

*Une sonde  
logique*

*Un jeu  
de Loto*

*Un témoin  
de réserve  
d'essence*

Canada : \$ 1,00 - Belgique : 65 FB - Suisse : 4,00 F - Espagne : 125 Pesetas - Tunisie : 920 Mil. - Italie : 2 800 Lires



# électronique pratique

REVUE  
MENSUELLE

N° 32  
NOVEMBRE

## sommaire

### Réalisez vous-mêmes

- 73 Un jeu d'adresse
- 74 Un mesureur de distance pour cartes routières
- 88 Un réservoir pour « circuit 24 »
- 99 Une sonde logique
- 103 Un témoin de réserve d'essence
- 112 Un pupitre de mixage automatique
- 125 Un jeu de loto

### En kit

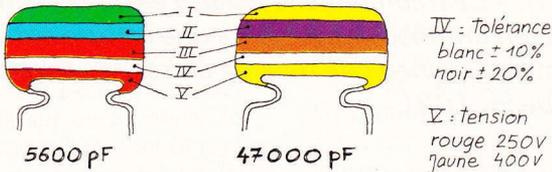
- 128 LE GÉNÉRATEUR DE FONCTIONS MJ21  
RADIO MJ

### Pratique et initiation

- 131 Dix circuits équipés de transistors MOS de puissance
- 135 Pour en savoir plus sur les MOS de puissance
- 138 Un minimum de maths...
- 143 Structure interne du 741 et du NE 555
- 148 Les condensateurs au papier

### Divers

- 107 ENCART EURELEC
- 108
- 109 Le livre des gadgets
- 171 Nos lecteurs

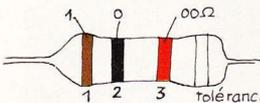


IV : Tolérance  
blanc  $\pm 10\%$   
noir  $\pm 20\%$

V : tension  
rouge 250V  
jaune 400V

I 1 <sup>er</sup> chiffre	II 2 <sup>ème</sup> chiffre	III multiplicateur
0	0	x1
1	1	x10
2	2	x100
3	3	x1000
4	4	x10000
5	5	x100000
6	6	
7	7	
8	8	
9	9	

exemple: 10.000 pF,  $\pm 10\%$ , 250V distribution des couleurs : marron, noir, orange, blanc, rouge.



1 <sup>ère</sup> bague 1 <sup>er</sup> chiffre	2 <sup>ème</sup> bague 2 <sup>ème</sup> chiffre	3 <sup>ème</sup> bague multiplicateur
0	0	x1
1	1	x10
2	2	x100
3	3	x1000
4	4	x10000
5	5	x100000
6	6	x1000000
7	7	
8	8	
9	9	

pour les très faibles valeurs, on emploie une couleur "or"  
pour le multiplicateur 0,1 ex: 2,7 $\Omega$  = rouge, violet, or soit  
27 x 0,1 = 2,7 $\Omega$

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

Société anonyme au capital de 120 000 F. - 2 à 12, rue Bellevue, 75940 Paris Cedex 19. - Tél. : 200.33.05. - Télex PVG 230 472 F

Directeur de la publication : A. LAMER - Directeur technique : Henri FIGHIERA - Rédacteur en chef : Bernard FIGHIERA

Avec la participation de B. Roux, R. Knoerr, D. Roverch, F. Monteil, P. Chalbos, M. Archambault, L. Levieux, H. Schreiber, R. Cet

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, 75019 Paris. - Tél. : 200.33.05 (lignes groupées) CCP Paris 3793-60

ABONNEMENTS : Abonnement d'un an comprenant : 11 numéros ELECTRONIQUE PRATIQUE - Prix : France : 70 F. Etranger : 110 F

Nous laissons la possibilité à nos lecteurs de souscrire des abonnements groupés, soit :

LE HAUT-PARLEUR + ELECTRONIQUE PRATIQUE à 140 F - Etranger à 260 F

SONO + LE HAUT-PARLEUR + ELECTRONIQUE PRATIQUE à 200 F - Etranger à 350 F

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 .... 8 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 1 F et la dernière bande.

# ELECTRONIQUE PRATIQUE

## N° 32 NOVEMBRE

Photo 1. – On nous recommande de « rouler » à l'économie, aussi n'est-il pas dépourvu d'intérêt de s'entraîner avec son circuit routier miniature. Ce réservoir électronique permettra de tester vos capacités en ce domaine (p. 88).

Photo 2. – Beaucoup de couleurs et de clarté pour cette réalisation pratique.

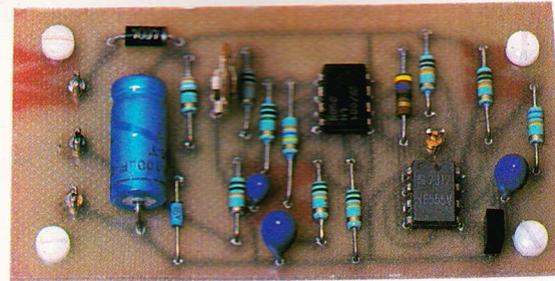
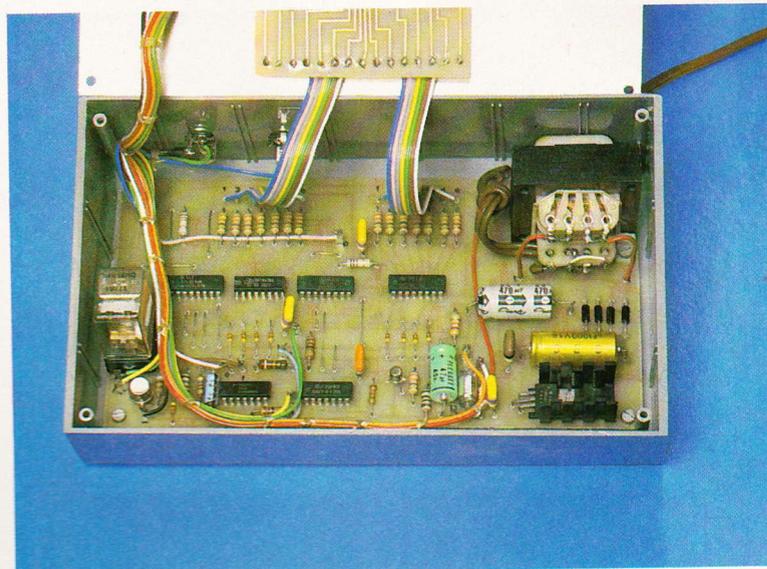
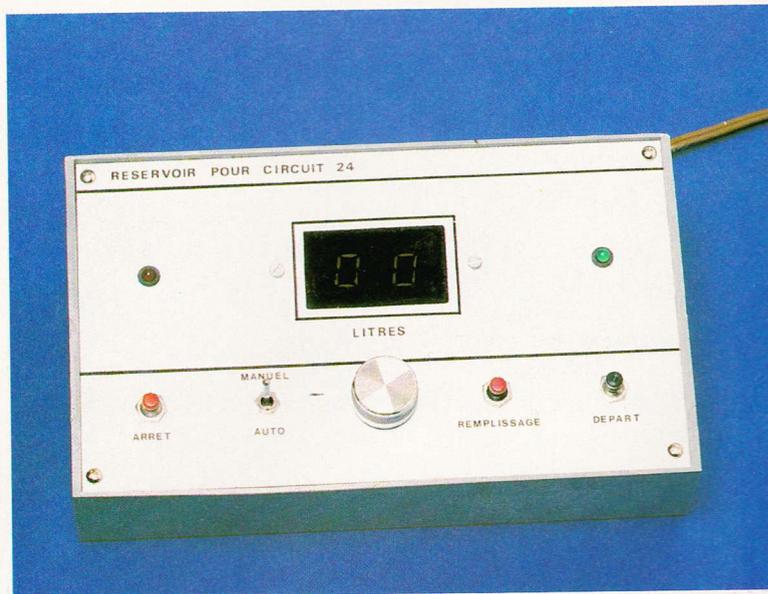


Photo 3. – La traditionnelle jauge à essence « en fin de course » n'autorise pas toujours une lecture suffisante. Ce témoin lumineux de réserve d'essence sera plus pratique (p. 103).

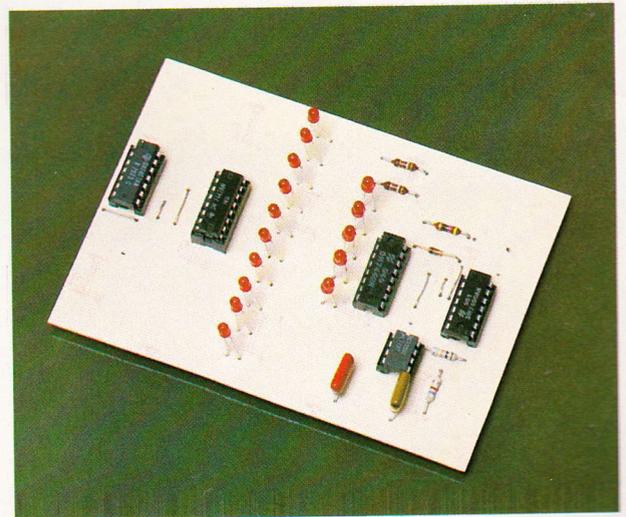
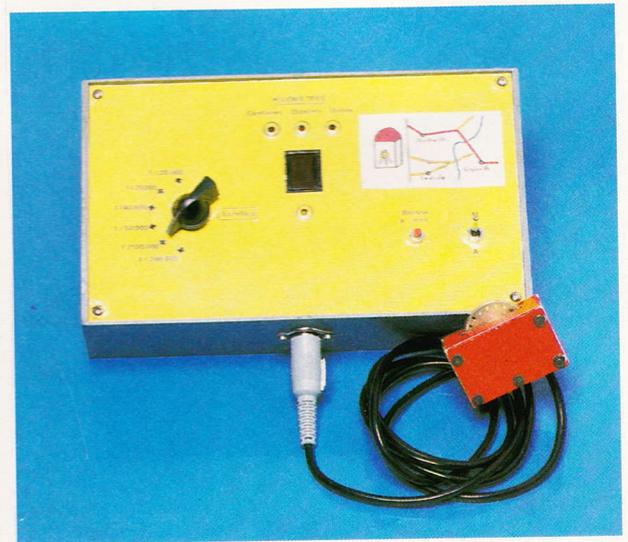


Photo 4. – Le mesureur de distance pour carte routières tel qu'il se présente avec son capteur (p. 74).

Photo 5. – Un jeu de loto, sinon original, du moins économique... (p. 125).

L faut bien débiter, et se tourner vers la réalisation de montages relativement simples et peu coûteux. Le jeu d'adresse que nous proposons se construit autour d'un circuit intégré CD4011 et engendre un signal sonore. Toutes les conditions sont donc requises pour le qualifier de montage « tremplin ».

Il s'agit, en fait, de la version modernisée, du testeur de réflexes ou du jeu d'adresse qui consiste à promener une pointe de touche spéciale sur un parcours tortueux constitué d'un fil rigide auquel on a imprimé les formes les plus fantaisistes. L'opération doit alors se dérouler sans que la pointe baladeuse n'entre en contact avec l'électrode que forme le parcours, sinon un signal sonore se déclenche et ne s'arrête qu'après avoir pressé la touche de remise à zéro (RAZ).

**Le schéma de principe**

D'emblée les initiés reconnaissent les quatre portes NAND encapsulées à l'intérieur du boîtier à quatorze broches du CD 4011. Les numéros, comme vous vous en doutez correspondent aux diverses broches, mais le schéma de principe ne fait pas apparaître les broches (7) et (14) qui servent à l'alimentation (9 V).

Les portes NAND sont utilisées deux par deux selon deux configurations classiques.

Les NAND A et B forment une bascule simple RS (reset-set). On y retrouve le couplage croisé, propre aux multivibrateurs (bistables).

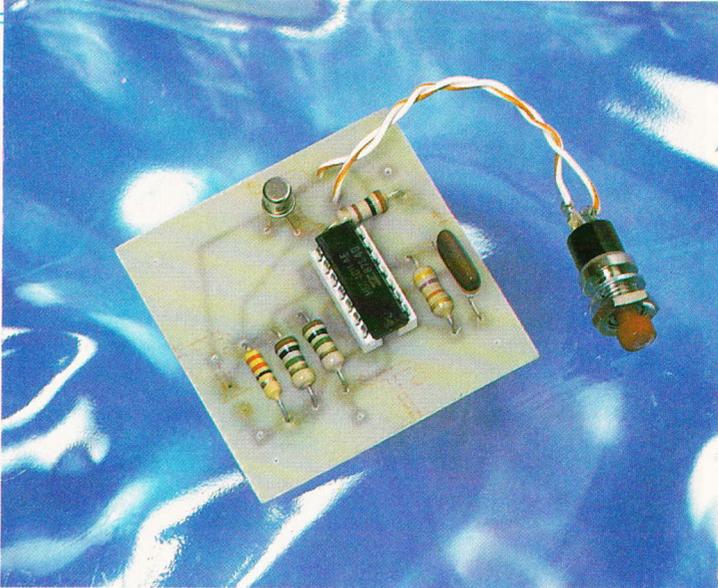
La broche 9 reste constamment connectée au plus de l'alimentation.

Il en est de même de l'autre entrée (12) tant que la main du joueur est restée sûre !

Sur la sortie 11, il existe un état stable qui dépend de la situation antérieure. Si le contact s'établit au niveau du parcours, il s'ensuit l'apparition d'un niveau logique bas sur la broche 12.

La sortie (11) se voit alors soit confirmée dans son état haut soit mis à l'état haut si elle était précédemment au niveau bas.

Ce type de montage restait obligatoire car un tremblement de la main se traduit automatiquement par une salve d'impulsions dont seule la première devait être prise en compte.



# JEU D'ADRESSE

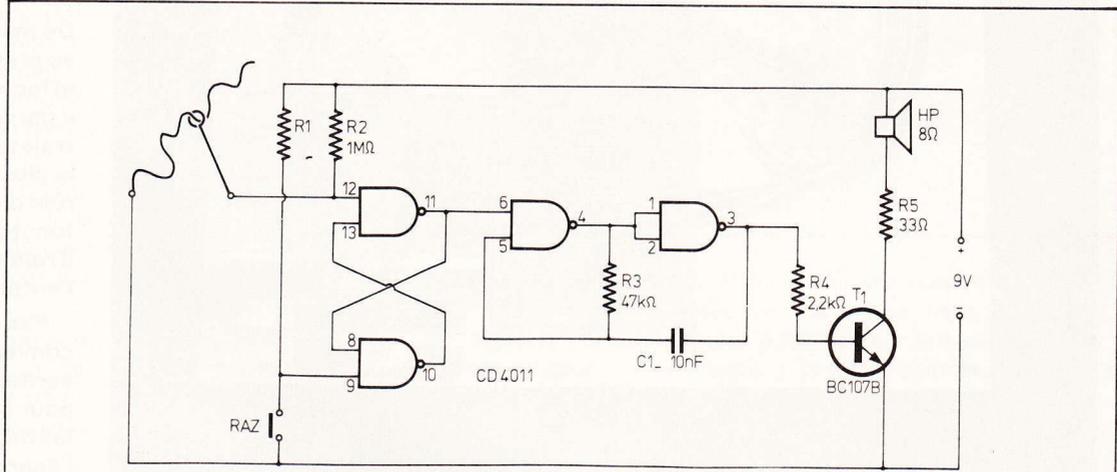


Fig. 1

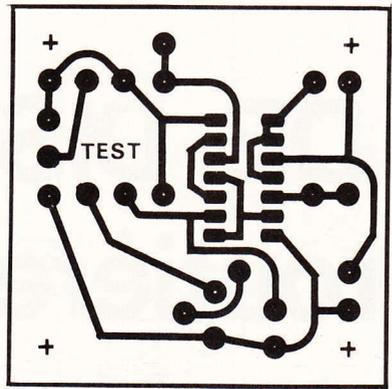


Fig. 2

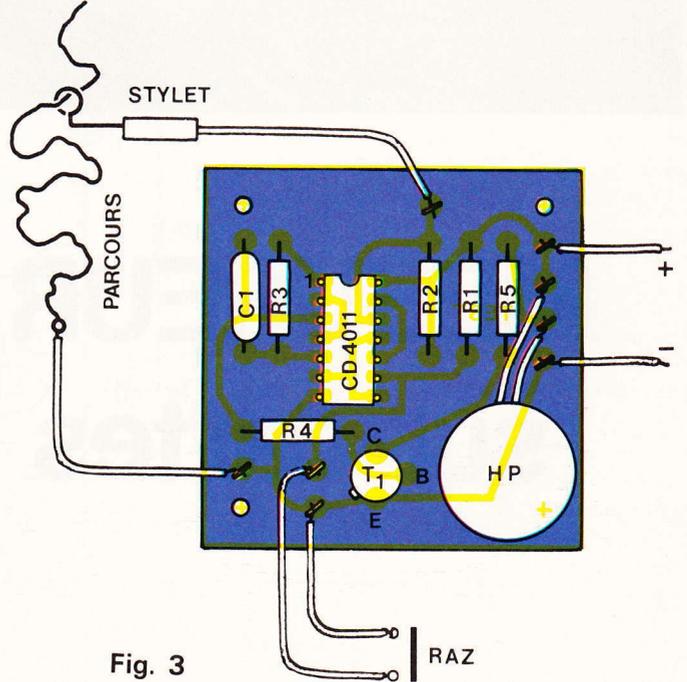
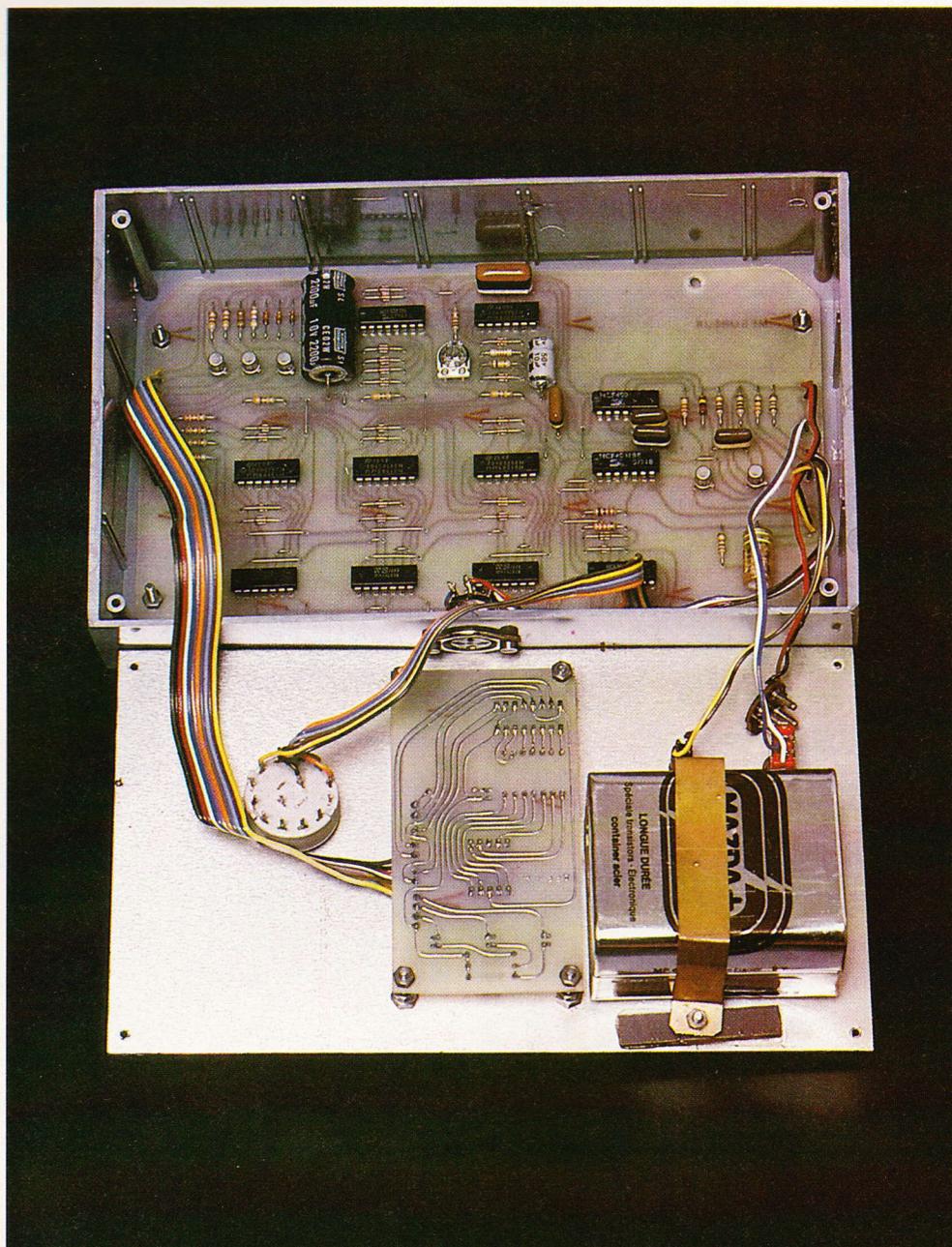


Fig. 3

(Suite page 110.)



**A**VANT de prendre la route, il peut être intéressant de déterminer la distance kilométrique à parcourir. De même, lorsque plusieurs itinéraires se présentent et qu'un choix est à effectuer, il est bon de pouvoir « parcourir » fictivement les différents trajets possibles afin d'en sélectionner le plus court et le plus direct. C'est le rôle du présent appareil. Prévu pour fonctionner sur six échelles différentes il rendra de précieux services à l'automobiliste organisé.

Par ailleurs, en sélectionnant l'échelle convenable, le mesureur devient un véritable mètre... électronique ; il suffit pour cela de déplacer la roulette entre les deux points dont on veut connaître l'écartement.

Enfin, cette réalisation ne met en œuvre que des composants classiques et courants, donc disponibles auprès de la plupart des fournisseurs.

# MESUREUR DE DISTANCES sur cartes routières

# I - Le principe

Il est représenté par le schéma synoptique de la figure 1.

Une roue dont la toile est percée d'un certain nombre de trous se déplace sur une carte routière, le long de l'itinéraire dont on veut connaître la valeur kilométrique. Un dispositif optique détecte le nombre de trous ayant défilé devant un point fixe du support de la roue. Les signaux électroniques en résultant sont amplifiés et mis en forme avant d'être acheminés vers un diviseur de fréquences dont on peut faire varier le nombre diviseur. Par la suite, ces signaux « divisés » attaquent un dispositif de comptage, dont le décodage fonctionne par la mise en œuvre d'une succession des centaines, des dizaines et des unités de kilomètres afin de pouvoir visualiser le résultat par un afficheur digital unique.

Par ailleurs, la remise à zéro des compteurs s'effectue automatiquement à la mise sous tension du système. Elle peut également se réaliser manuellement par l'action sur un bouton-poussoir.

Pendant le temps que dure la mesure, le dispositif d'affichage est éteint, ce qui évite des indications digitales qui paraî-

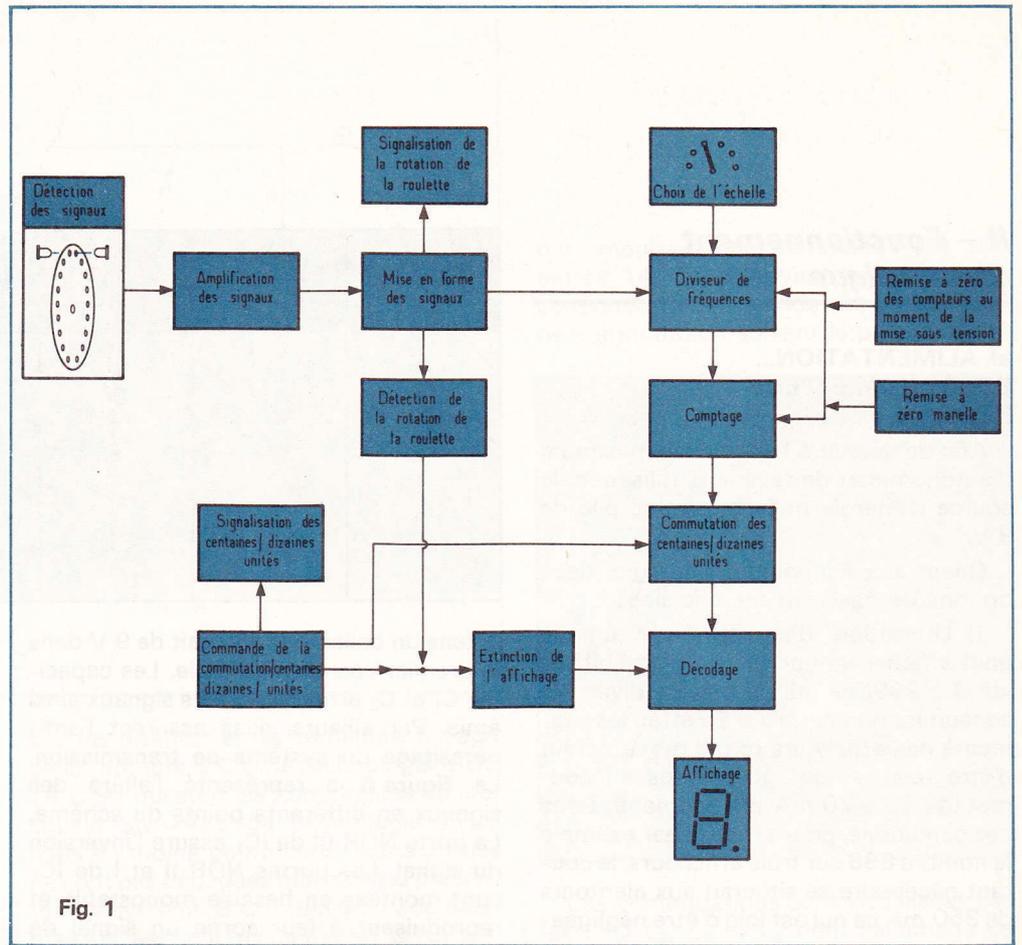


Fig. 1

traient incohérentes et... qui consomment du courant inutilement.

Enfin, une première LED signale, par son clignotement de fréquence proportionnelle à la vitesse de déplacement de

la roulette, le fonctionnement correct de la détection. De même, trois autres LED indiquent à l'utilisateur la nature du chiffre affiché, à savoir la centaine, la dizaine ou l'unité.

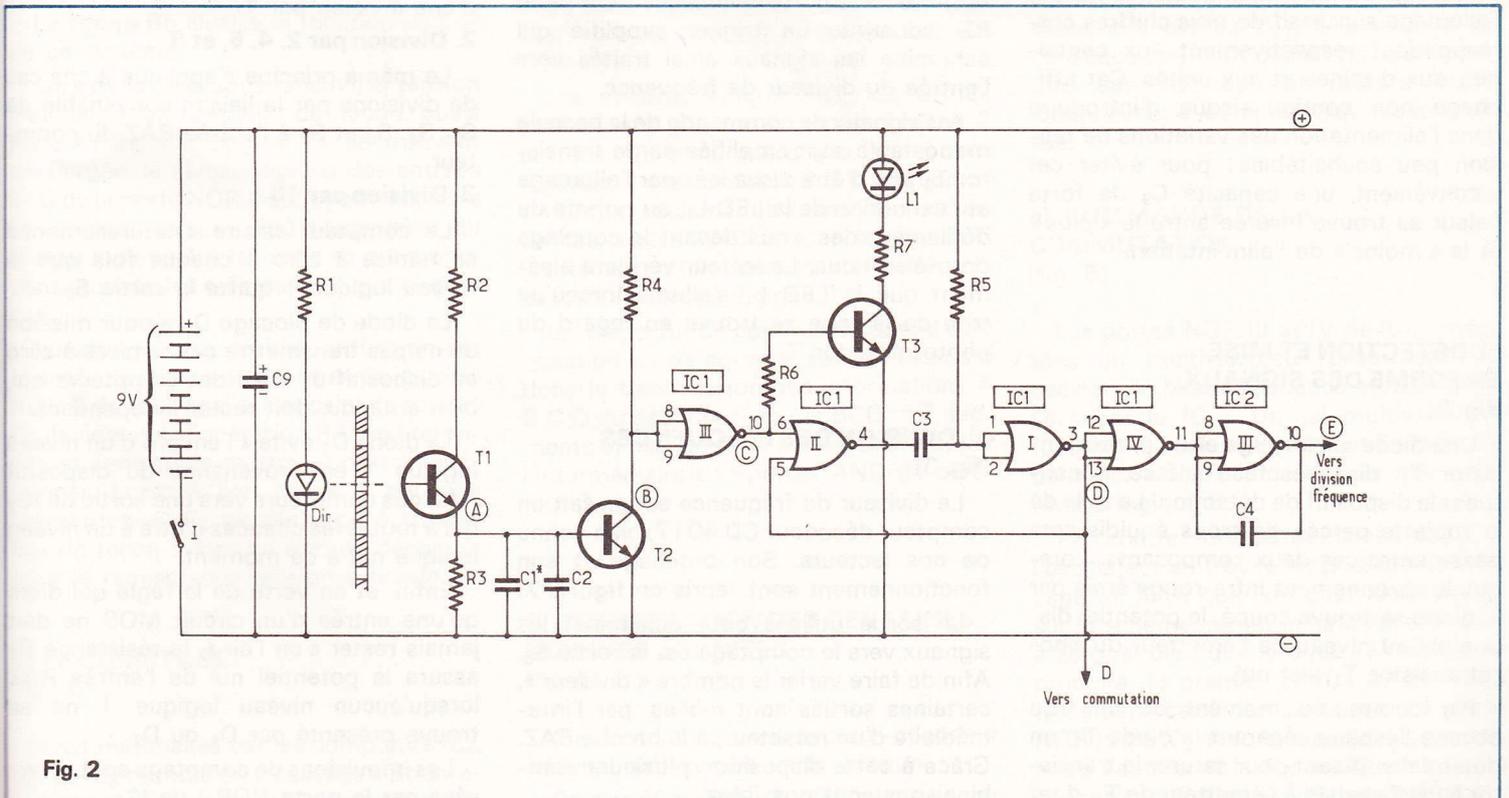


Fig. 2

## II - Fonctionnement électronique

### a) ALIMENTATION... ET ÉCONOMIE D'ÉNERGIE (fig. 2)

Afin de donner à l'appareil le maximum d'autonomie et de facilité d'utilisation, la source d'énergie utilisée est une pile de 9 V.

Quant aux économies d'énergie, deux options de base ont été choisies :

1) Utilisation d'un afficheur unique pour afficher un nombre de trois chiffres (de 0 à 999) ce qui permet de diviser la consommation par trois. En effet, les segments des afficheurs ont le grave défaut d'être relativement gourmands en courant (de 10 à 20 mA par segment). Dans ces conditions, pour afficher par exemple le nombre 888 sur trois afficheurs, le courant nécessaire se situerait aux alentours de 350 mA ce qui est loin d'être négligeable.

2) Extinction de l'affichage lorsqu'il est inutile, en particulier lorsque l'on déplace la roulette. Cette extinction est automatique.

Comme nous le verrons par la suite, l'affichage du résultat se concrétisera par l'allumage successif de trois chiffres correspondant respectivement aux centaines, aux dizaines et aux unités. Cet affichage non continu risque d'introduire dans l'alimentation des variations de tension peu souhaitables; pour éviter cet inconvénient, une capacité  $C_9$  de forte valeur se trouve insérée entre le « plus » et le « moins » de l'alimentation.

### b) DÉTECTION ET MISE EN FORME DES SIGNAUX (fig. 2)

Une diode infra-rouge et un phototransistor  $T_1$ , disposés face à face, constituent le dispositif de détection. La toile de la roulette percée de trous équidistants passe entre ces deux composants. Lorsque le rayonnement infra-rouge émis par la diode se trouve coupé, le potentiel disponible au niveau de l'émetteur du phototransistor  $T_1$ , est nul.

Par contre, au moment où un trou occupe l'espace séparant la diode  $T_1$ , un potentiel suffisant pour saturer le transistor NPN  $T_2$  existe à l'émetteur de  $T_1$ , dont

Broche 6	Broche 4	Broches 1 et 2	Broches 3 et 5	Phénomène
0	1	1	0	Repos
1	0	0	1	Début du signal d'entrée $C_3$ se charge par $R_5$
1	0	1	0	$C_3$ est chargée. Fin de l'impulsion de sortie
0	1	1	0	Fin du signal de commande $C_3$ se décharge. Repos.

la tension collecteur qui était de 9 V dans le premier cas, devient nulle. Les capacités  $C_1$  et  $C_2$  arrondissent les signaux ainsi émis. Par ailleurs, elles assurent l'anti-parasitage du système de transmission. La figure 6 a représenté l'allure des signaux en différents points du schéma. La porte NOR III de  $IC_1$  assure l'inversion du signal. Les portes NOR II et I de  $IC_1$  sont montées en bascule monostable et reproduisent à leur sortie un signal de durée réduite et constante quelle que soit la vitesse de déplacement de la roulette.

Le fonctionnement d'un tel type de bascule peut se résumer sous la forme du tableau ci-après :

La capacité  $C_4$  montée entre l'entrée et la sortie de la porte inverseuse NOR III de  $IC_2$  constitue un trigger simplifié qui achemine les signaux ainsi traités vers l'entrée du diviseur de fréquence.

Les signaux de commande de la bascule monostable sont amplifiés par le transistor  $T_3$  afin d'être visualisés par l'allumage et l'extinction de la LED  $L_1$ , au rythme du défilement des trous devant le couplage opto-électrique. Le lecteur vérifiera aisément que la LED  $L_1$  s'allume lorsqu'un trou de la roue se trouve en regard du phototransistor  $T_1$ .

### c) DIVISION DES FRÉQUENCES (fig. 3)

Le diviseur de fréquence est en fait un compteur décodeur CD 4017, bien connu de nos lecteurs. Son brochage et son fonctionnement sont repris en figure 7.

La sortie utilisée pour acheminer les signaux vers le comptage est la sortie  $S_0$ . Afin de faire varier le nombre « diviseur », certaines sorties sont reliées, par l'intermédiaire d'un rotacteur, à la broche RAZ. Grâce à cette disposition plusieurs combinaisons sont possibles.

#### 1. Division par... 1

Diviser une fréquence par 1, revient en fait à ne pas la diviser du tout. A cet effet, la sortie  $S_1$  se trouve reliée directement à l'entrée RAZ.

A la première impulsion de front positif sur l'entrée 14 de  $IC_3$ , le niveau logique 1 quitte la sortie  $S_0$  pour se porter sur la sortie  $S_1$ . Mais aussitôt, par ce report même, et pratiquement au même instant, le compteur est remis à zéro. Le même phénomène se reproduit lors du signal suivant. En réalité même si l'opération n'a duré que quelques nano-secondes, le niveau logique de  $S_0$  aura varié à chaque impulsion de commande de 1 à 0 pour revenir à 1. En définitive, il s'agit bien d'une division par 1.

#### 2. Division par 2, 4, 5, et 8

Le même principe s'applique à ces cas de divisions par la liaison convenable de  $S_2$ ,  $S_4$ ,  $S_5$  et  $S_8$  à l'entrée RAZ du compteur.

#### 3. Division par 10

Le compteur assure « naturellement » sa remise à zéro à chaque fois que le niveau logique 1 quitte la sortie  $S_9$ .

La diode de blocage  $D_2$  a pour mission de ne pas transmettre ces remises à zéro au dispositif de RAZ des compteurs qui, bien entendu, doit rester indépendant.

La diode  $D_1$  évite « l'envoi » d'un niveau logique 1 en provenance du dispositif RAZ des compteurs vers une sortie de  $IC_3$  qui a toutes les chances d'être à un niveau logique nul à ce moment.

Enfin, et en vertu de la règle qui dicte qu'une entrée d'un circuit MOS ne doit jamais rester « en l'air », la résistance  $R_8$  assure le potentiel nul de l'entrée RAZ lorsqu'aucun niveau logique 1 ne se trouve présenté par  $D_1$  ou  $D_2$ .

Les impulsions de comptage sont inversées par la porte NOR I de  $IC_2$ .

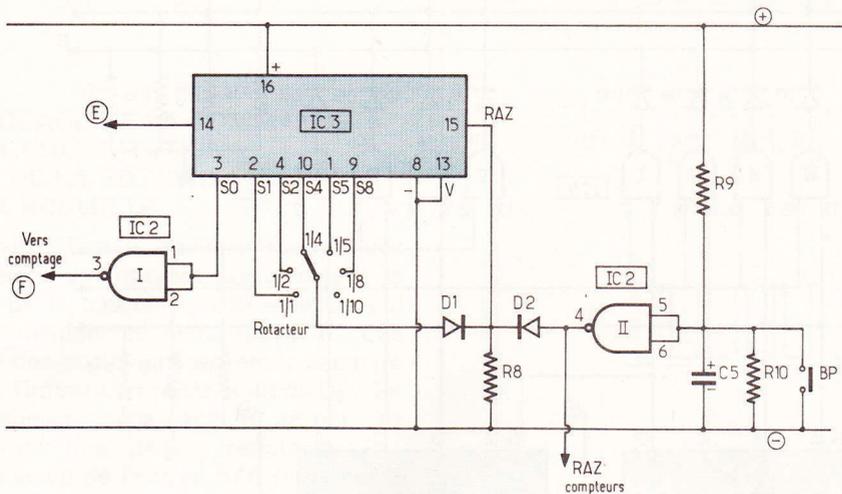


Fig. 3

#### d) LA REMISE À ZÉRO DES COMPTEURS (fig. 3)

##### 1. Remise à zéro manuelle

L'action sur le bouton-poussoir fait apparaître au niveau de l'entrée 5/6 de la porte NOR II de IC<sub>2</sub> un niveau logique nul. En conséquence, le niveau de sa sortie est égal à 1 d'où la double remise à zéro du dispositif de comptage et du diviseur de fréquence IC<sub>3</sub>.

##### 2. Remise à zéro automatique lors de la mise sous tension

La figure 6b illustre le fonctionnement de ce système.

Lors de la mise sous tension, la tension d'alimentation s'établit de façon quasi instantanée. Par contre, C<sub>5</sub> se trouvant déchargée, le niveau logique des entrées 5/6 de la porte NOR II de IC<sub>2</sub> est nul, dans un premier temps, d'où l'apparition du niveau logique 1 à la sortie ce qui a pour conséquence les mêmes RAZ que ci-dessus.

Lorsque C<sub>5</sub> se trouve suffisamment chargée, le niveau des entrées de la porte NOR II devient égal à 1 et celui de sa sortie devient nul ; l'opération RAZ est terminée et l'ensemble se trouve prêt à fonctionner. Lorsque l'on coupe à nouveau l'alimentation, C<sub>5</sub> se décharge à travers R<sub>10</sub> de façon à être en état de décharge pour la remise sous tension suivante.

#### e) LE COMPTAGE (fig. 4)

Il est matérialisé par les compteurs IC<sub>4</sub>, IC<sub>5</sub> et IC<sub>6</sub> montés en « cascade » et enregistrant de ce fait respectivement les uni-

tés, les dizaines et les centaines. Il s'agit de compteurs B C D de technologie MOS 74 C 90 qui sont les homologues de leur cousin SN 7490 de technologie TTL... mais en moins gourmands. Leurs sorties ne sont pas décodées puisqu'elles présentent le système B C D (binaire codé décimal) et c'est heureux... En effet, si l'on utilisait des compteurs décimaux décodés, au lieu de commuter 4 sorties par compteur en vue de l'affichage, il faudrait en commuter 10, ce qui augmenterait sérieusement le nombre de circuits intégrés à utiliser.

Le brochage et le fonctionnement de ces compteurs sont représentés en figure 7.

Les circuits intégrés IC<sub>7</sub>, IC<sub>8</sub> et IC<sub>9</sub> contiennent chacun 4 portes AND à 2 entrées. On remarquera que les niveaux logiques 1 des sorties A B C D des compteurs sont seulement transmis aux sorties de ces portes AND lorsque les lignes C (centaines), d (dizaines) ou u (unités) présentent le niveau logique 1.

Un dispositif de commande dont il sera question au paragraphe suivant assurera donc la transmission des informations A B C D au décodeur unique BCD → 7 segments et ceci dans un ordre cohérent, par l'intermédiaire des portes AND de commutation.

#### f) COMMUTATION DES CENTAINES, DIZAINES ET UNITÉS (fig. 5)

C'est encore à un compteur-décodeur décimal qu'incombe cette mission.

Ce circuit intégré CD 4017 (IC<sub>11</sub>) reçoit

des impulsions de commande par son entrée 14. En observant le schéma, on constatera la commande des portes AND de commutation suivant le plan suivant :

Position compteur	Commutation réalisée
0	Néant
1	c : centaines
2	c : centaines
3	Néant
4	d : dizaines
5	d : dizaines
6	Néant
7	u : unités
8	u : unités
9	Néant

Ces commutations sont visualisées par les LED L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> et L<sub>4</sub> dont l'allumage se produit grâce aux amplifications apportées par les transistors T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub> et T<sub>6</sub>.

Enfin, lors de la présentation d'un niveau logique 1 (c, d ou u) sur les portes AND, ce niveau se trouve également acheminé sur l'entrée 4 (extinction) du circuit intégré décodeur IC<sub>12</sub>, par l'intermédiaire des diodes D<sub>21</sub>, D<sub>22</sub> et D<sub>23</sub>. En conséquence, l'afficheur ne s'allumera que dans ce cas et restera éteint lorsqu'aucune commutation n'est réalisée.

#### g) COMMANDE DE LA COMMUTATION (fig. 5)

Les portes NOR III et IV de IC<sub>10</sub>, montées en multivibrateur produisent les oscillations basse fréquence nécessaires à l'avance de IC<sub>11</sub>. Un tel multivibrateur fonctionne seulement lorsque l'entrée 13 de la porte NOR IV de IC<sub>10</sub> se trouve au niveau logique 0.

Par contre, lorsque ce niveau est à 1, l'oscillateur se trouve en position de blocage et, ainsi que l'on peut le constater sur le schéma, remet invariablement IC<sub>11</sub> à zéro, si bien que lorsque l'affichage se produira, le premier chiffre affiché sera forcément celui des centaines. La porte NOR IV de IC<sub>2</sub> avec la capacité C<sub>8</sub> montée entre l'entrée et la sortie de cette porte constituent également un trigger.

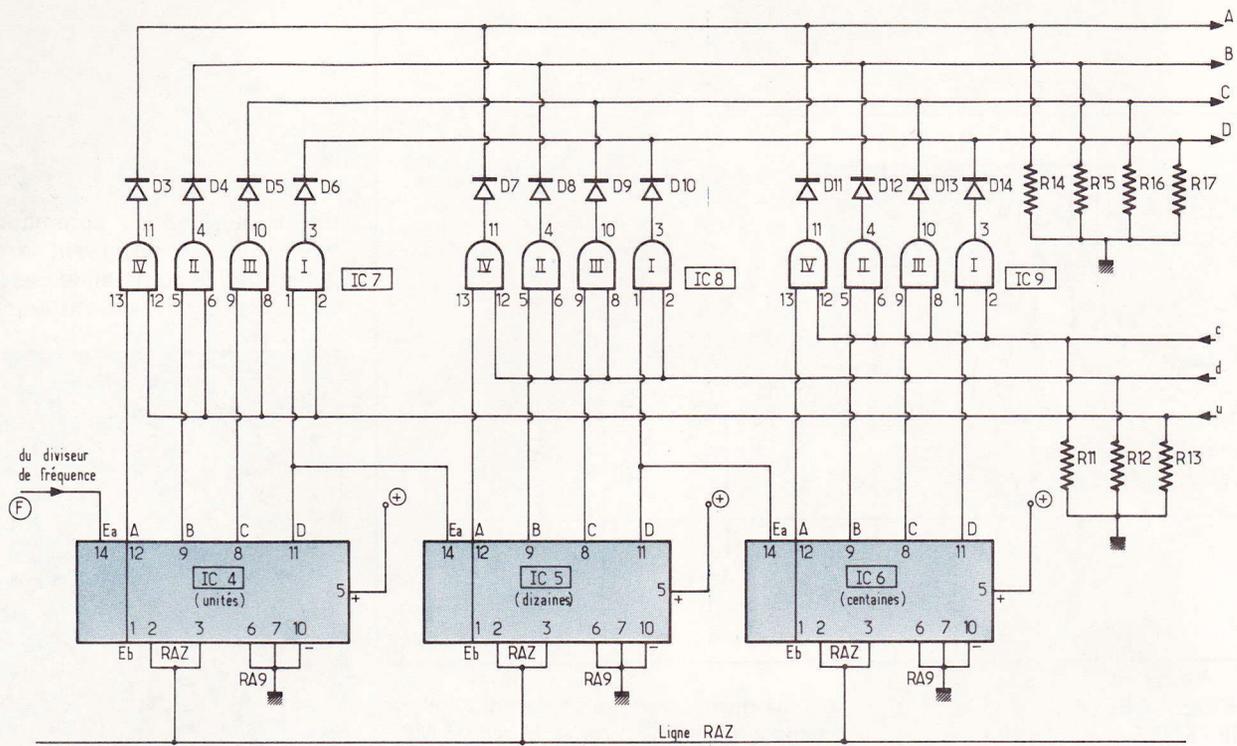


Fig. 4

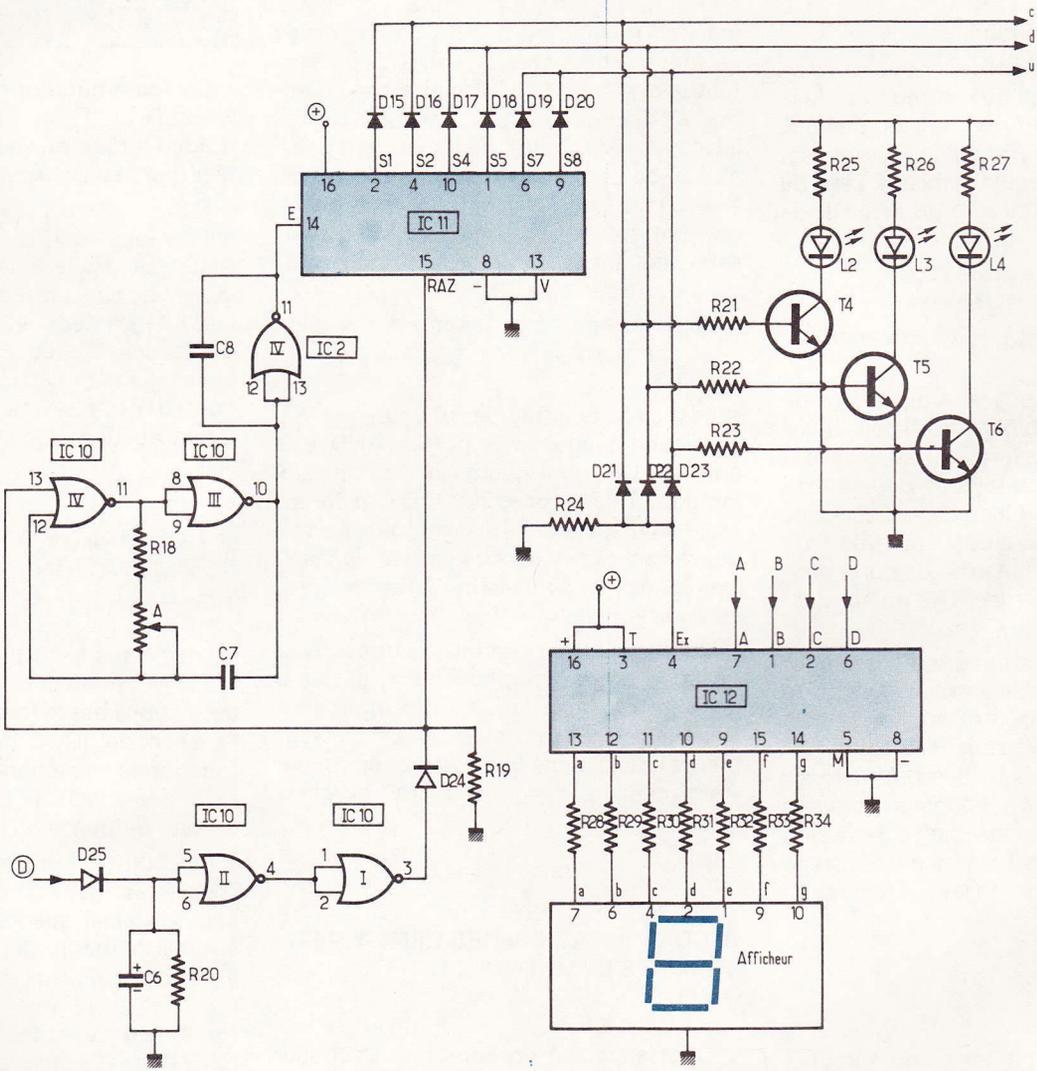


Fig. 5

## h) BLOCAGE DE LA COMMANDE DE LA COMMUTATION LORS DE LA ROTATION DE LA ROULETTE

Aussitôt que la roulette tourne, des impulsions se trouvent disponibles à la sortie de la bascule monostable dont il était question au paragraphe b. Ces impulsions positives chargent la capacité  $C_6$  par l'intermédiaire de la diode  $D_{25}$ . En conséquence, cette capacité ne peut se décharger que par la résistance  $R_{20}$  (l'impédance de l'entrée 5/6 de la porte NOR II de  $IC_{10}$  étant de plusieurs milliers de  $M\Omega$ ). Cette porte fait donc office d'intégrateur. La figure 6c montre le fonctionnement de cette intégration. En définitive, dès la rotation de la roulette, il y a apparition d'un niveau logique 1 à la sortie 3 de la porte NOR I de  $IC_{10}$ , ce qui a pour conséquence :

- le blocage des oscillations, donc de l'avance de  $IC_{10}$ ,
- la remise à zéro de ce dernier,
- l'extinction de l'affichage.

Ces phénomènes s'inversent, bien entendu, lorsque la roulette s'arrête de tourner, d'où le fonctionnement normal de l'affichage et de la commutation à ce moment.

## i) DÉCODAGE ET AFFICHAGE

Le décodage du système B C D en 7 segments est réalisé par le décodeur  $IC_{12}$  CD 4511 dont le brochage et le fonctionnement sont représentés en figure 7. Il n'est pas l'homologue du CI-TTL SN 7442. En effet, ce dernier fonctionne par décodage « négatif » ce qui conduit à l'utilisation d'un afficheur à anode commune. Par contre, le CD 4511 fonctionne par décodage « positif » c'est-à-dire que le niveau logique 1 apparaît au niveau du segment concerné par l'allumage. En conséquence l'afficheur utilisé est à cathode commune. Les résistances  $R_{28}$  à  $R_{34}$  limitent le courant destiné aux segments. La figure 8 représente le brochage de l'afficheur TIL 322P. On remarquera que le « point » n'a pas été utilisé.

## III - Réalisation pratique

### a) Circuits imprimés

Ils sont représentés à l'échelle 1 en figures 9 et 10. Leur réalisation n'appelle

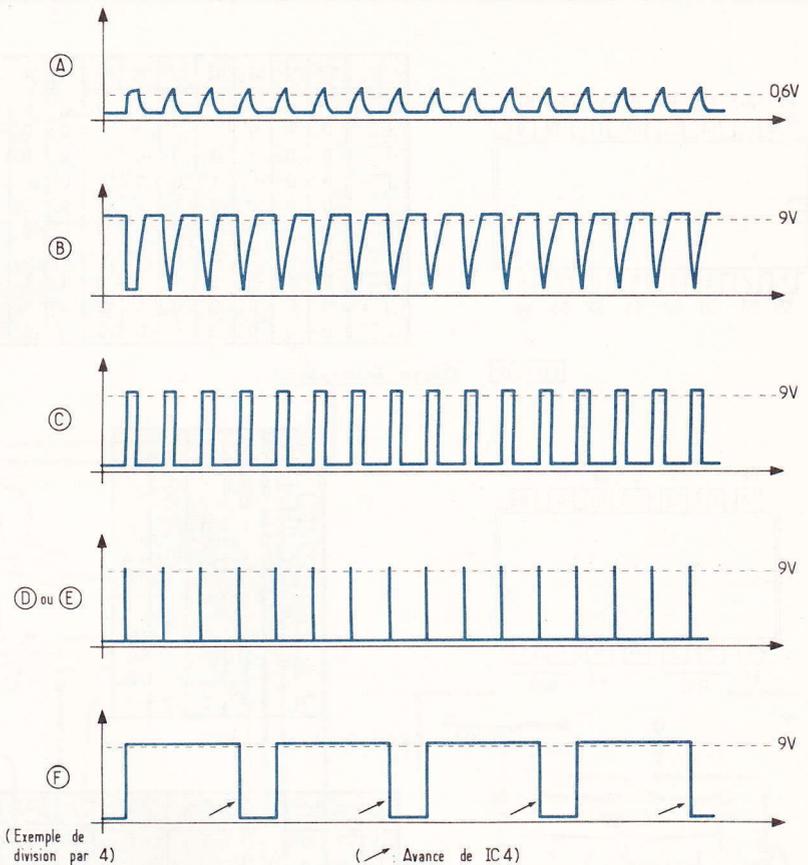


Fig. 6a

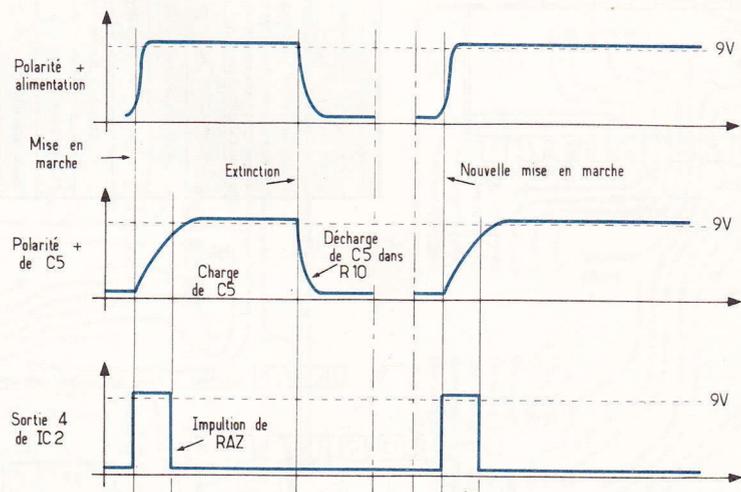


Fig. 6b

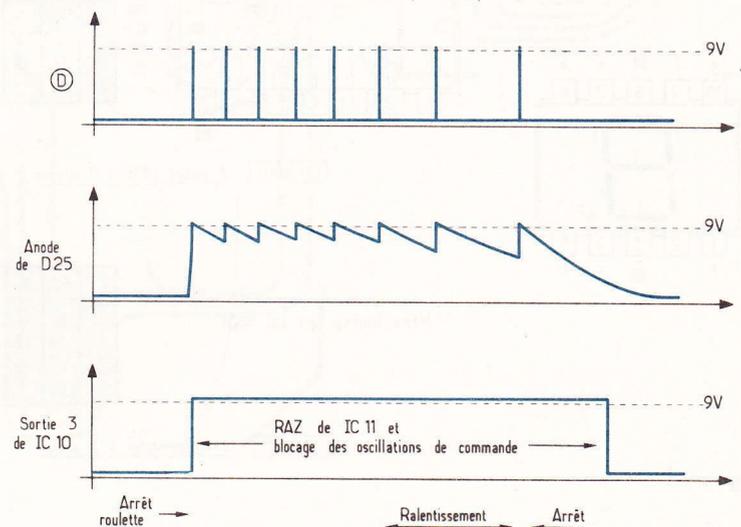
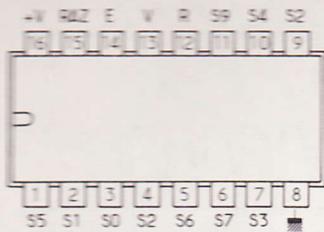


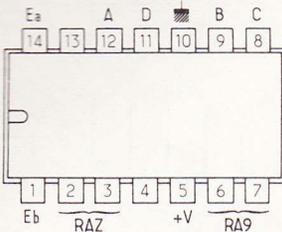
Fig. 6c



CD 4017

Compteur décodeur décimal

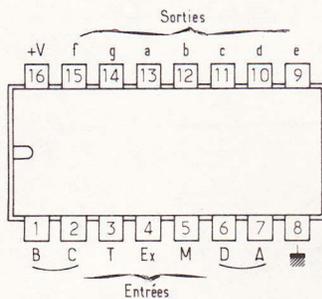
E	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1



74C90

Compteur décimal (sorties BCD)

Ea	D	C	B	A
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0



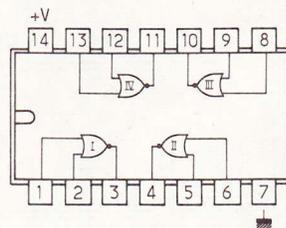
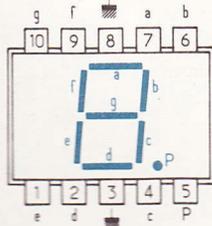
CD 4511

Décodeur BCD → 7 segments

A	B	C	D	a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1
1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1
0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1
1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1
1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1

Fig. 7

TIL 322 P afficheur 7 segments (cathode commun)



CD 4001 4 portes NOR à 2 entrées

E1	E2	S
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Même brochage que CD 4001

E1	E2	S
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

CD 4081 4 portes AND à 2 entrées

Fig. 8

aucune remarque particulière. Comme dans la plupart des cas, il est préférable d'utiliser les différents accessoires de transfert plutôt que le recours au feutre spécial. Pour le module « Mesureur », 25 straps ont été nécessaires; mais l'auteur reste convaincu que les straps, même nombreux sont préférables à la problématique technique du double face. A signaler également l'espace laissé disponible sur ce module pour le logement de la pile.

### b) IMPLANTATION DES COMPOSANTS (fig. 11 et 12)

Comme de coutume il est bon de signaler que l'on ne fait jamais suffisamment attention à l'orientation des différents composants polarisés. Les risques d'erreur sont pourtant moins importants que d'habitude. En effet, les transistors, diodes, circuits intégrés sont orientés dans le même sens, par catégorie de composant.

Il convient cependant de veiller aux raccordements entre modules: l'emploi de nappes multiconducteurs est vivement recommandé, ne serait-ce que pour les couleurs différentes des conducteurs qui minimisent considérablement les risques d'erreur.

En ce qui concerne les raccordements avec l'embase femelle DIN et le rotacteur, l'expérience montre qu'une vérification supplémentaire n'est jamais inutile.

L'afficheur et les quatre LED seront soudés de façon à ce que leur surface supérieure soit au même niveau et à environ 15 mm du plan formé par l'époxy.

### c) MISE EN BOITIER

La figure 18 représente le travail du boîtier Teko pupitre de référence 363. On notera que le module « Affichage » est fixé au couvercle de la boîte. En conséquence un petit travail d'ajustage est à réaliser en ce qui concerne la découpe de la lumière destinée au passage de l'afficheur. De même il convient de veiller au positionnement relatif des quatre LED de signalisation.

Le perçage des trous de fixation de ce module n'est à réaliser que lorsque ce travail d'ajustage est terminé.

MESUREUR

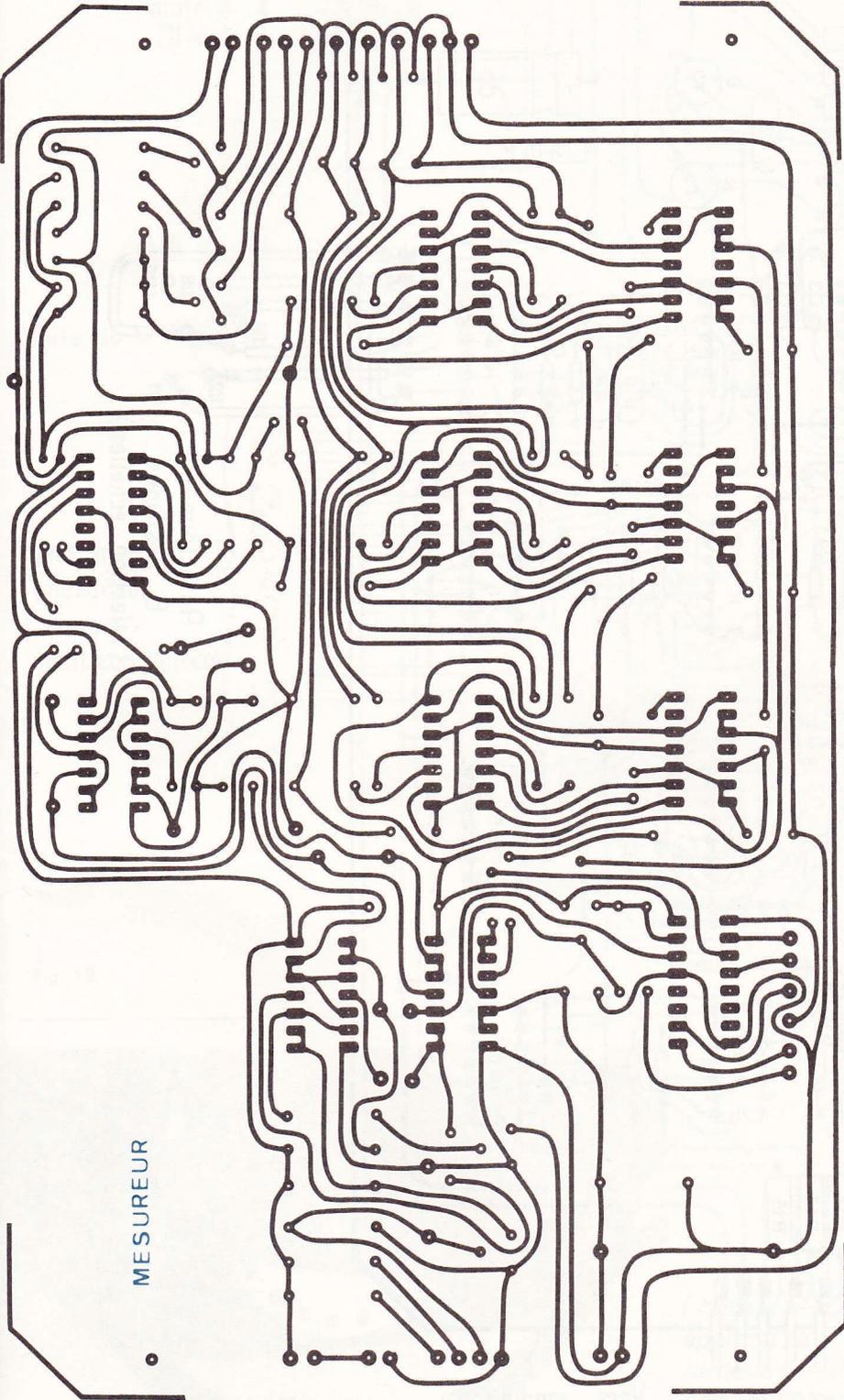


Fig. 9

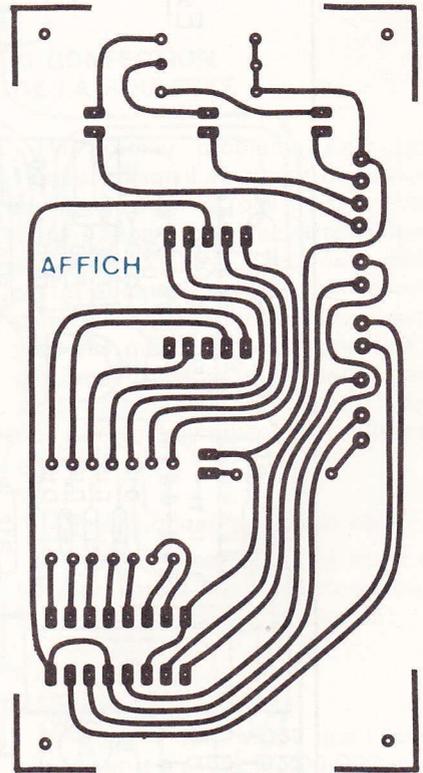


Fig. 10

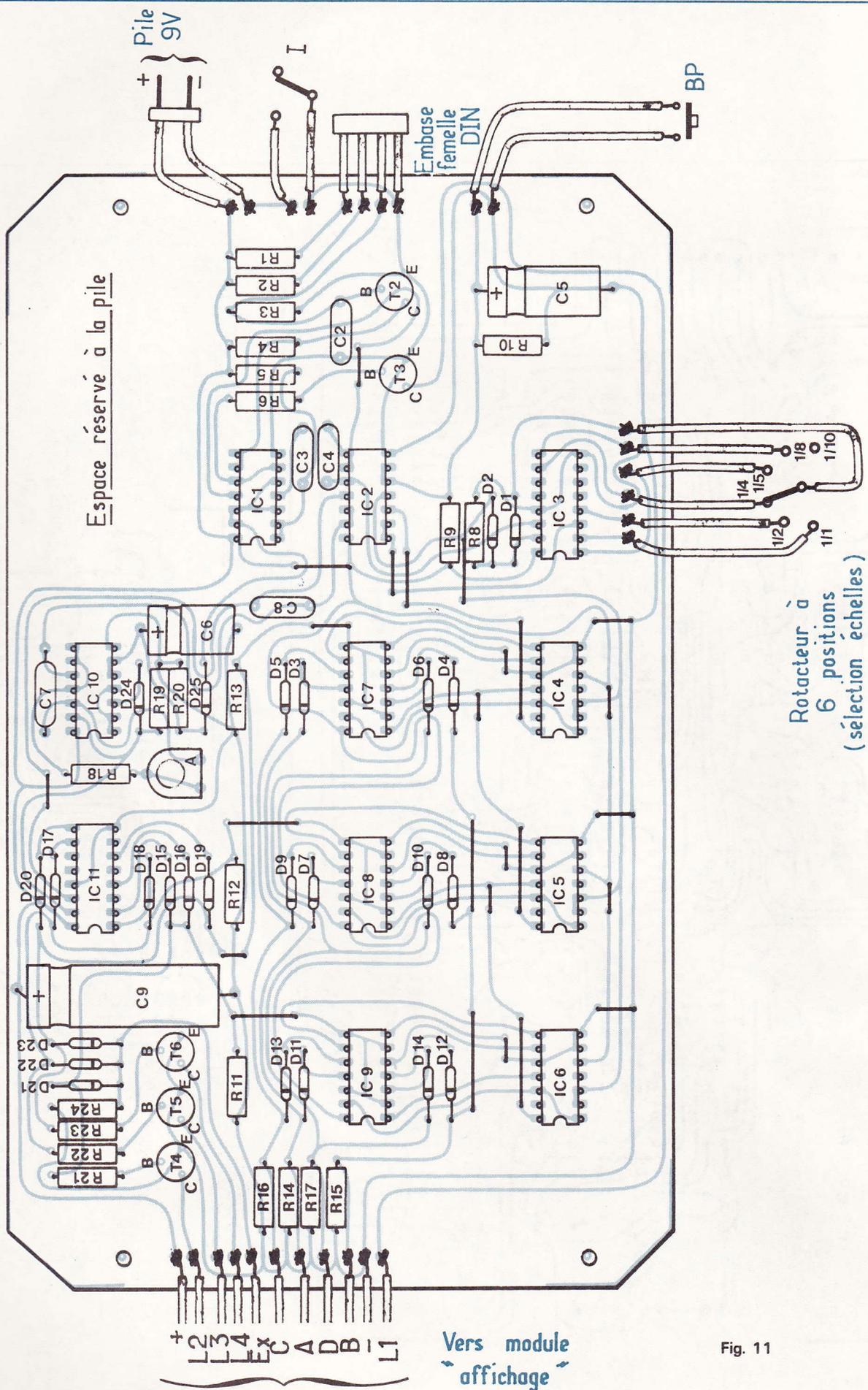
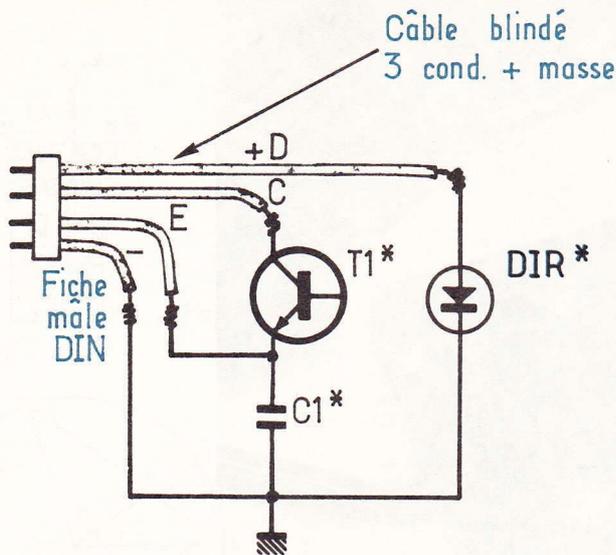


Fig. 11



\* C1, T1, DIR montés sur roulette

(suite de la Fig. 11)

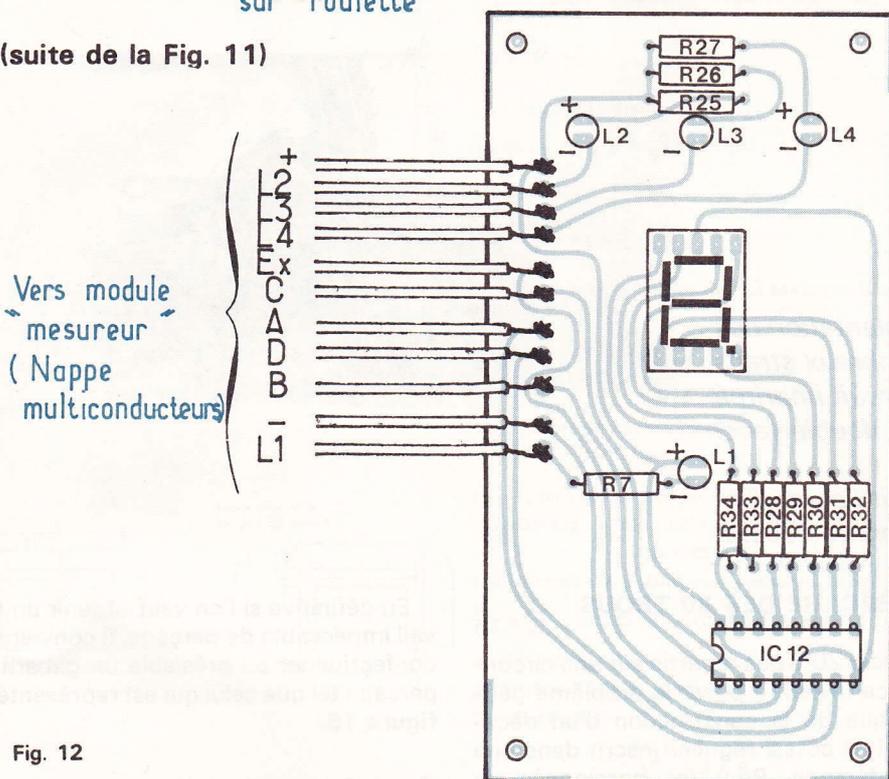


Fig. 12

La pile est également fixée au couvercle du boîtier.

Tous ces éléments sont maintenus par des vis de 3 à têtes fraisées et noyées dans le couvercle. Pour les cacher, on peut par exemple coller sur le couvercle une feuille de bristol de couleur ; les inscriptions n'en seront que facilitées.

d) L'ensemble étant monté, en actionnant l'interrupteur de mise en marche, les LED L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> et L<sub>4</sub> clignotent à la manière d'un chenillard tandis que l'afficheur indiquera au même rythme les chiffres 0 0 0 ... 0 0 0. La vitesse de commutation peut être réglée à sa valeur optimale en agissant sur l'ajustable .

#### d) CONFECTION DE LA ROULETTE

Un premier problème s'est posé à l'auteur lorsqu'il s'agissait de déterminer le diamètre de la roue et le nombre de trous à répartir sur une circonférence de cette roue. En effet, il faut que cette roue reste autant que possible dans une gamme de dimensions raisonnables. Il ne faut pas qu'elle soit monstrueuse, mais elle ne peut pas être trop petite non plus sinon sa confection et surtout l'installation du dispositif opto-électronique s'avèrent difficiles.

#### 1. Dimensionnement de la roue

Un recensement des différentes échelles des cartes routières courantes fait apparaître les valeurs suivantes :

- 1/200 000
- 1/100 000
- 1/50 000

En partant du principe que l'échelle la plus « petite » est le 1/200 000 et que le nombre 200 000 doit être divisible par autant de nombres entiers peu possibles compris entre 1 et 10, il s'avère que les échelles obtenues se répartissent comme l'exprime le tableau de la page 84.

Si l'on désigne par E l'échelle, par d le diamètre de la roue et par N le nombre de trous répartis sur une circonférence de cette roue.

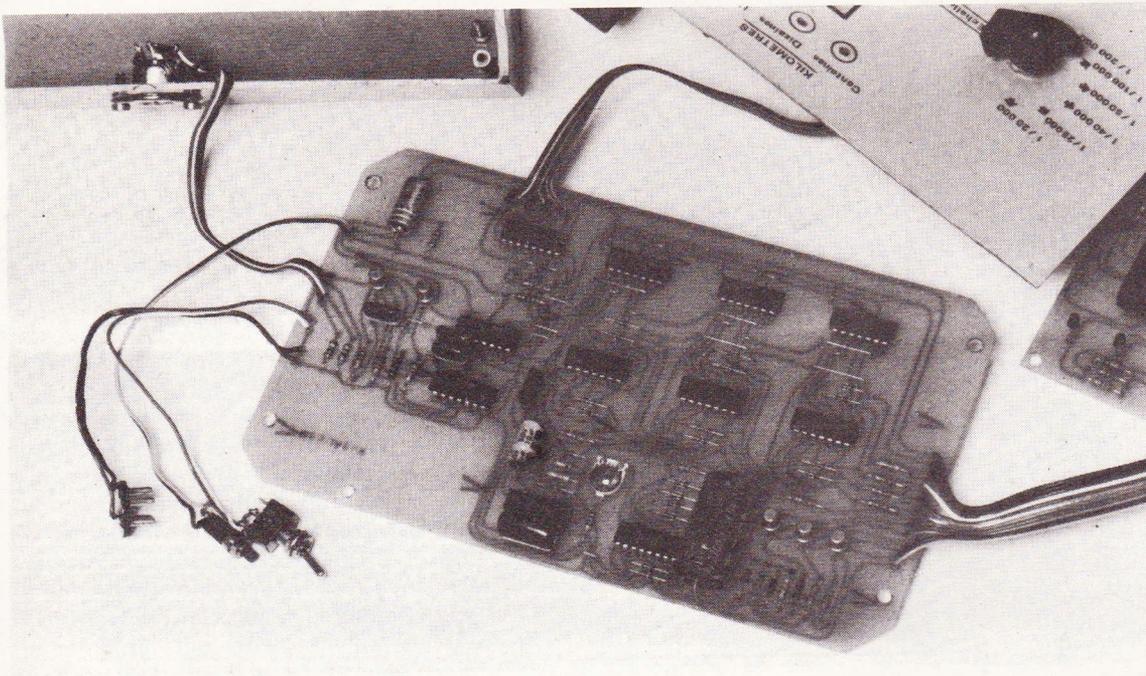
Si d est exprimé en millimètres, on aboutit à la relation :

$$\pi d = E \cdot 10^6 \cdot N$$

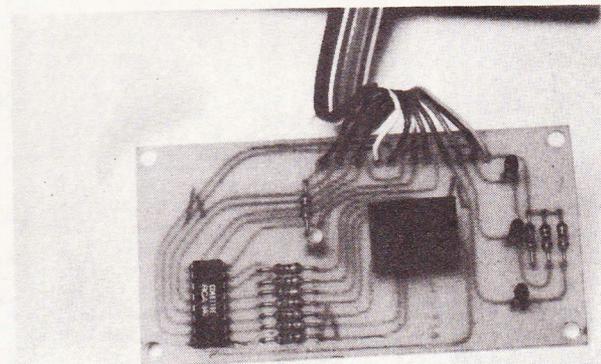
d'où

$$d = \frac{E \cdot N}{\pi} \cdot 10^6$$

Photo 4. - On aperçoit la fameuse roulette baladeuse qui dépasse, bien sûr, du petit boîtier.



*Photo 2. – On reconnaît un style d'implantation des éléments très cher à l'auteur. Les nombreux straps permettent d'éviter l'exécution d'un circuit imprimé double face.*



*Photo 3. – Le module d'affichage a fait l'objet d'un circuit imprimé séparé.*

La solution la plus « raisonnable » retenue est la suivante :

$$d = 31,83$$

$$N = 20$$

En perçant les trous à 3 mm du bord de circonférence externe, et en choisissant un diamètre de perçage de 1,5 mm, on arrive à un pas entre deux trous consécutifs de

$$\frac{(31,83 - 6) \pi}{20} \# 4 \text{ mm}$$

ce qui est tout à fait correct.

La **figure 13** montre un exemple de réalisation possible.

## 2. PERÇAGE DES 20 TROUS

Percer 20 trous répartis sur une circonférence revient à poser le problème géométrique de la construction d'un décagone (10 côtés) régulier inscrit dans une circonférence. Pour les passionnés de mathématiques et de... rigueur scientifique, la **figure 14** explicite cette recherche et donne en conclusion le moyen d'obtenir, par un traçage rigoureux, ce polygone.

Cette construction peut d'ailleurs vous servir pour confectionner de magnifiques étoiles à 5 branches pour décorer le sapin de Noël...

En définitive si l'on veut obtenir un travail impeccable de perçage, il convient de confectionner au préalable un gabarit de perçage tel que celui qui est représenté en **figure 15**.

## 3. confection des pièces constitutives de la roulette

Des schémas précis valant mieux que de longues explications, la **figure 16** donne le détail de la confection des différentes pièces à exécuter. Il s'agit d'un travail qui doit être mené minutieusement, ce qui obligera le lecteur électronique de déposer momentanément son fer à souder pour se saisir d'une petite lime et d'un peu de patience... mais après tout, est-ce si désagréable ?

Les trous de fixation de ces différentes pièces sont à percer en une seule fois, de façon à obtenir un montage correct et rigoureux.

La **figure 17** montre le plan de montage de l'ensemble.

soit 6 échelles possibles	1/200.000	Division des fréquences par 1
	1/100.000	Division des fréquences par 2
	1/ 50.000	Division des fréquences par 4
	1/ 40.000	Division des fréquences par 5
	1/ 25.000	Division des fréquences par 8
	1/ 20.000	Division des fréquences par 10

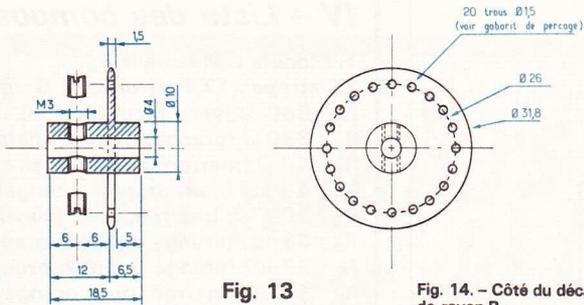


Fig. 13

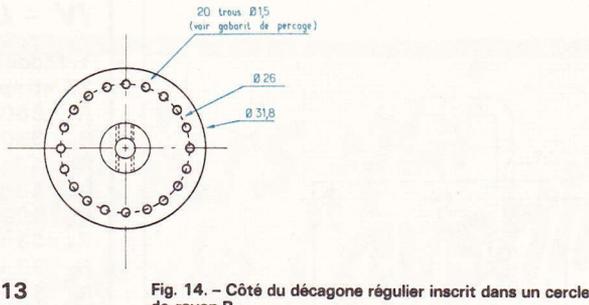


Fig. 14. - Côté du décagone régulier inscrit dans un cercle de rayon R.

**Hypothèses**

AB : côté du décagone régulier  
 AC : côté du décagone étoilé  
 (O) : cercle de rayon R et de centre O.

**Démonstration**

$$\hat{O}_1 = \frac{2\pi}{10} = \frac{\pi}{5}$$

$$\hat{O}_2 = \frac{3\pi}{5} - \frac{\pi}{5} = \frac{2\pi}{5}$$

$\hat{A}_1$  est l'angle inscrit dont l'angle au centre est  $\hat{O}_2$ .  
 Donc

$$\hat{A}_1 = \frac{\hat{O}_2}{2} = \frac{\pi}{5}$$

Le triangle OAB étant isocèle :

$$\hat{B}_1 = \hat{A}_1 + \hat{A}_2 = \frac{\pi - \hat{O}_1}{2} = \frac{\pi - \frac{\pi}{5}}{2} = \frac{2\pi}{5}$$

d'où :

$$\hat{A}_2 = \frac{2\pi}{5} - \hat{A}_1 = \frac{\pi}{5}$$

En conséquence, le triangle IOA est également isocèle et

$$IO = IA$$

$$\hat{I}_1 = \pi - \hat{A}_1 - \hat{B}_1 = \frac{2\pi}{5}$$

donc le triangle ABI est également isocèle et

$$IO = IA = AB$$

$\hat{I}_1 = \hat{I}_2$  (angles opposés par le sommet)

donc  $\hat{O}_2 = \hat{I}_2$  : le triangle COI est isocèle ; en particulier

$$CO = CI = R$$

Les triangles IOA et OAC sont semblables, donc

$$\frac{IO}{OA} = \frac{OA}{AC} \Rightarrow IO \times AC = OA^2$$

et, comme  $IO = AB$ ,

$$AB \times AC = R^2 \text{ et } AC - AB = AC - AI = R$$

d'où finalement :

$$AC \times AB = R^2 \\ AC - AB = R$$

En conséquence, en traçant un cercle de diamètre R et une tangente de longueur R, on obtient

AB : côté du décagone régulier  
 AC : côté du décagone étoilé

En effet, la construction répond aux relations mathématiques définies ci-dessus

$AC \times AB = R^2$  (lignes proportionnelles dans le cercle)  
 $AC - AB = R$

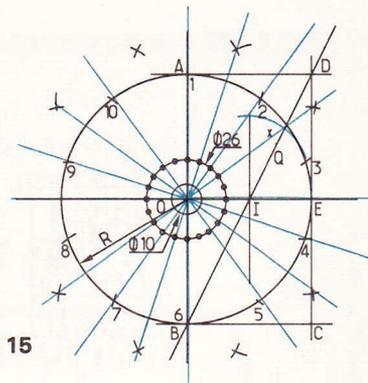


Fig. 15

Fig. 15. - Confection d'un gabarit de perçage (bakélite de 5 ou de 6). - Méthode de traçage d'un décagone (polygone à dix côtés) puis d'un polygone à 20 côtés. - 1. Tracer deux axes perpendiculaires. - 2. Tracer un cercle de rayon R (suffisamment grand). - 3. Construire le rectangle ABCD (longueur 2R, largeur R). - 4. Construire la médiatrice de OE qui coupe OE en son milieu I. - 5. Tracer la droite OIB (diagonale du rectangle ABCD). - 6. Tracer l'arc de cercle de centre I et de rayon R/2 = Ex. - 7. La longueur DQ est le côté du décagone. - 8. Porter cette longueur sur la circonférence de rayon R, on obtient ainsi les 10 sommets d'un décagone régulier. - 9. En prenant les bissectrices des angles au centre obtenus, on obtient les 20 sommets d'un polygone à 20 côtés. - 10. Tracer un cercle de rayon 13 mm et pointer soigneusement les 20 intersections concernées. - 11. Percer 20 trous de 0,8 (avant-trou) puis à 1,5 mm. - 12. Percer par diamètres successifs le centre O, jusqu'à 10 mm. Ce travail délicat est à réaliser en utilisant 2 ou 3 épaisseurs de bakélite de 5 ou de 6 fortement serrées afin d'obtenir des trous parfaitement concentriques.

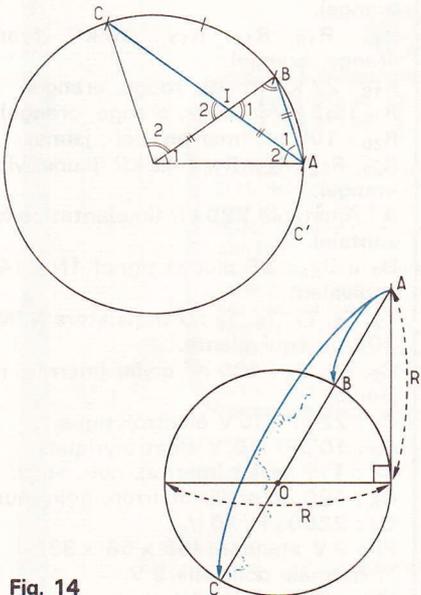


Fig. 14

Fig. 16. - Détail des pièces constitutives de la roulette.

Pièces 1 et 7 : (épaisseur 3 à 4) bakélite.  
 Pièces 3 et 5 : (bakélite). Pièce 3 : épaisseur 8 ; pièce 5 : épaisseur 6.  
 Pièce 4 : (epoxy avec face cuivrée tournée vers roue). Epaisseur 1,5.  
 Pièce 2 : (époxy vu côté cuivre). Epaisseur 1,5.  
 Pièce 6 : (époxy vu côté cuivre). Epaisseur 1,5.

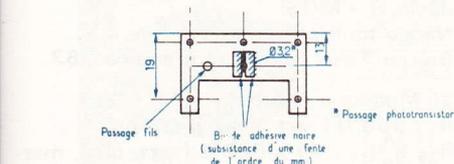
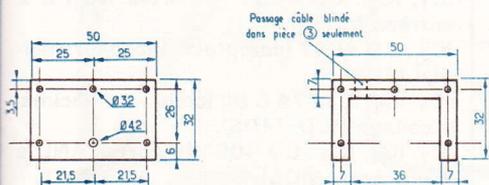
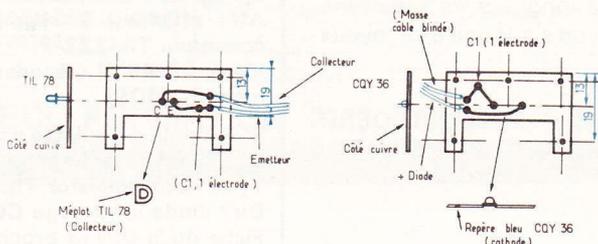


Fig. 16



Le jeu latéral de la roue doit être aussi faible que possible. Une astuce consiste à prévoir l'écartement des « joues » de cette roue supérieure à 18,5 mm de façon à pouvoir régler, lors du montage, le jeu, par l'image.

Il convient également de porter une attention toute particulière à l'orientation et au branchement du phototransistor et de la diode infrarouge. Ces deux composants sont à souder côté cuivre des circuits imprimés.

Une fois l'ensemble monté, en le raccordant au boîtier par l'intermédiaire de la fiche mâle DIN (correctement branchée) et en tournant la roue, la LED L<sub>1</sub> doit visualiser le passage des trous devant le dispositif opto-électrique. En particulier, le rotacteur étant positionné sur 1/200 000, chaque début d'allumage de L<sub>1</sub> correspond à l'augmentation de 1 unité (1 km) sur l'afficheur.

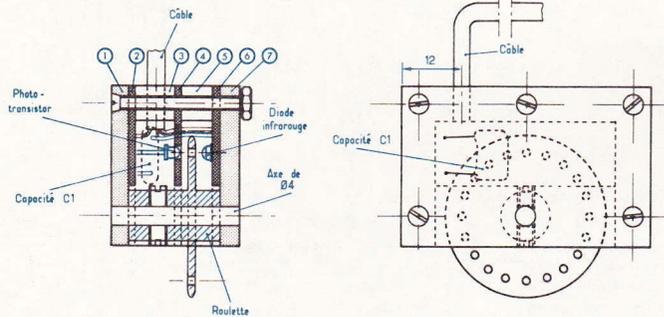


Fig. 17

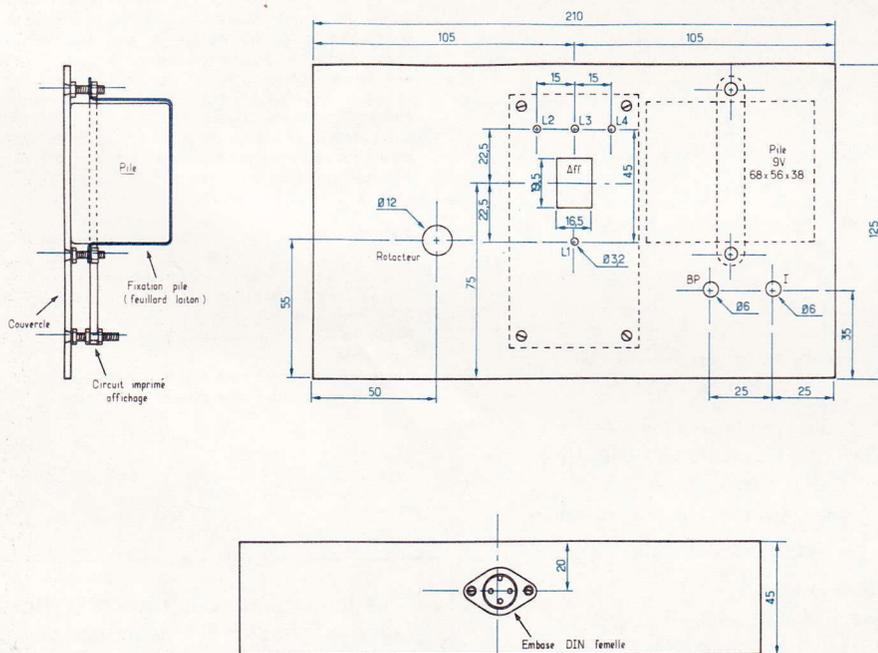


Fig. 18

Enfin, en positionnement le rotacteur sur la position 1/100 000, le mesureur devient un mètre électronique étant donné par la valeur lue au niveau de l'afficheur représente le nombre de centimètres parcourus par la roulette ce qui peut

être intéressant pour mesurer la hauteur d'un plafond et la longueur de tapisserie à couper lorsque l'on s'adonne à ce joyeux exercice...

Robert KNOERR

## IV - Liste des composants

### 1. Module « Mesureur »

- 25 straps : 17 horizontaux, 8 verticaux.
- R<sub>1</sub> : 560 Ω (vert, bleu, marron).
- R<sub>2</sub> : 330 Ω (orange, orange, marron).
- R<sub>3</sub> : 1 kΩ (marron, noir, rouge).
- R<sub>4</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange).
- R<sub>5</sub> : 100 kΩ (marron, noir, jaune).
- R<sub>6</sub> : 33 kΩ (orange, orange, orange).
- R<sub>8</sub> : 33 kΩ (orange, orange, orange).
- R<sub>9</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange).
- R<sub>10</sub> : 82 kΩ (gris, rouge, orange).
- R<sub>11</sub>, R<sub>12</sub>, R<sub>13</sub> : 47 kΩ (jaune, violet, orange).
- R<sub>14</sub>, R<sub>15</sub>, R<sub>16</sub>, R<sub>17</sub> : 33 kΩ (orange, orange, orange).
- R<sub>18</sub> : 22 kΩ (rouge, rouge, orange).
- R<sub>19</sub> : 33 kΩ (orange, orange, orange).
- R<sub>20</sub> : 100 kΩ (marron, noir, jaune).
- R<sub>21</sub>, R<sub>22</sub>, R<sub>23</sub>, R<sub>24</sub> : 47 kΩ (jaune, violet, orange).
- A : Ajustable 220 kΩ (implantation horizontale).
- D<sub>1</sub> à D<sub>25</sub> : 25 diodes-signal 1N 914 ou équivalent.
- T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>6</sub> : 5 transistors NPN BC 108 ou équivalents.
- C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> : 100 nF mylar (marron, noir, jaune).
- C<sub>5</sub> : 22 μF /16 V électrolytique.
- C<sub>6</sub> : 10 μF / 16 V électrolytique.
- C<sub>7</sub> : 1 μF mylar (marron, noir, vert).
- C<sub>8</sub> : 100 nF mylar (marron, noir, jaune).
- C<sub>9</sub> : 2200 μF / 10 V.
- Pile 9 V standard (68 x 56 x 38).
- Fiche mâle pour pile 9 V.
- Interrupteur unipolaire.
- Bouton-poussoir à contact travail.
- Embase femelle DIN (3 broches + masse).
- Rotacteur 1 x 12 ou 2 x 6 avec fléchette de commande.
- IC<sub>1</sub>, IC<sub>2</sub> : CD 4001 (4 portes NOR à 2 entrées MOS).
- IC<sub>3</sub> : CD 4017 (compteur-décodeur décimal MOS).
- IC<sub>4</sub>, IC<sub>5</sub>, IC<sub>6</sub> : 74 C 90 (compteur décimal à codage BCD, MOS).
- IC<sub>7</sub>, IC<sub>8</sub>, IC<sub>9</sub> : CD 4081 (4 portes AND à 2 entrées - MOS).
- IC<sub>10</sub> : CD 4001 (4 portes NOR à 2 entrées - MOS).
- IC<sub>11</sub> : CD 4017 (compteur-décodeur décimal - MOS).
- Nappe multiconducteurs.
- Boîtier Teko - Pupitre référence 363.

### 2. Module « Afficheur » :

- R<sub>7</sub> : 560 Ω (vert, bleu, marron).
- R<sub>25</sub> à R<sub>34</sub> : 10 x 560 Ω (vert, bleu, marron).
- L<sub>1</sub> : LED jaune Ø 3.
- L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub> : LED rouge Ø 3.
- Aff : afficheur 7 segments à cathode commune TIL 322 P.
- IC<sub>12</sub> : CD 4511 (décodeur BCD - 7 segments - MOS).

### 3. Module « Roulette » :

- C<sub>1</sub> : 33 nF mylar (orange, orange, orange).
- T<sub>1</sub> : Phototransistor TIL 78.
- Dir : diode infrarouge CQY 36 ou 37.
- Fiche mâle DIN (3 broches + masse).
- Câble blindé (3 conducteurs + blindage).

**A** l'heure des économies d'énergie, les véhicules automobiles sont particulièrement visés. Conscients de ce problème, nous

vous proposons un montage destiné à tester vos capacités d'économie en carburant... sur les petits bolides genre « circuit 24 ».

Le principe est simple. On vous accorde 90 litres. A vous de vous débrouiller pour faire le plus de tours



possibles avec ce plein. La consommation est pratiquement proportionnelle à la vitesse, avec une certaine « gour-

mandise » à vitesse élevée, comme dans la réalité. Afin d'éviter d'être tenté de tricher lorsque le réservoir est vide, l'auto s'arrête automatiquement en panne sèche. Notons pour terminer que ce montage est réalisé autour de composants courants et disponibles partout.

## Réservoir pour Circuit 24

### I - Schéma synoptique

Il permet de mieux comprendre le fonctionnement du montage (fig. 1). L'oscillateur est commandé soit par le potentiomètre, soit par la tension présente sur la piste. Il attaque le décompteur des unités. La chaîne décompteur-décodeur afficheur est classique. Le contrôle du zéro s'effectue en B, C, D et bascule sur « arrêt ». On peut alors prépositionner les deux décades à 90. On peut commander manuellement la bascule marche-arrêt à l'aide de deux poussoirs. La bascule sur l'arrêt coupe l'alimentation de la piste. Les autres s'arrêtent. L'oscillateur n'est actif que si la bascule est sur « marche ». On remarque la liaison entre les deux compteurs destinée à assurer le passage des dizaines.

### II - Schéma de principe

Son dessin est donné figure 2. L'emploi de circuits intégrés TTL impose une alimentation 5 V. Etant donné la consommation des afficheurs, nous avons choisi une alimentation secteur. Le redressement est confié à 4 diodes qui sont plus facilement disponibles qu'un pont redresseur moulé. Une sortie 12 V est prévue pour alimenter le relais, les afficheurs et P<sub>1</sub>. On obtient le 5 V régulé à la sortie de Cl<sub>1</sub>.

Le circuit de l'oscillateur est confié à un transistor UJT. Son fonctionnement a été largement décrit dans nos colonnes, aussi nous n'y reviendrons pas. Disons simplement que la fréquence des impulsions disponibles en R<sub>5</sub> dépend de la tension appliquée à C<sub>7</sub>. Ces impulsions sont très poin-

tues et inutilisables en TTL. Nous passons donc par un trigger de Schmitt Cl<sub>2</sub>. On utilise les deux portes du boîtier afin qu'au repos de l'oscillateur, on ait bien un état bas sur l'entrée 9 de Cl<sub>3</sub>.

A la mise sous tension, C<sub>9</sub> se charge. 1 et 2 de Cl<sub>3</sub> se trouve momentanément à l'état 0. On applique ainsi un état haut sur les bornes 14 (RAZ) de Cl<sub>4</sub> et Cl<sub>5</sub>. Les deux compteurs-décompteurs sont à 0. Leurs sorties A, B, C, D sont donc toutes à zéro. C<sub>10</sub> est donc à l'état bas, ainsi que 12 de Cl<sub>3</sub>. 11 est donc haut, ce qui allume L<sub>1</sub> via R<sub>7</sub> et T<sub>1</sub> se débloque via R<sub>6</sub>. Le relais s'excite. Par les contacts repos, on coupe l'alimentation du circuit routier.

Pour démarrer, il faut faire « le plein ». La borne 6 de Cl<sub>3</sub> présente un état bas que l'on enverra sur les bornes 11 (prépositionnement) de Cl<sub>4</sub> et Cl<sub>5</sub>. Auparavant

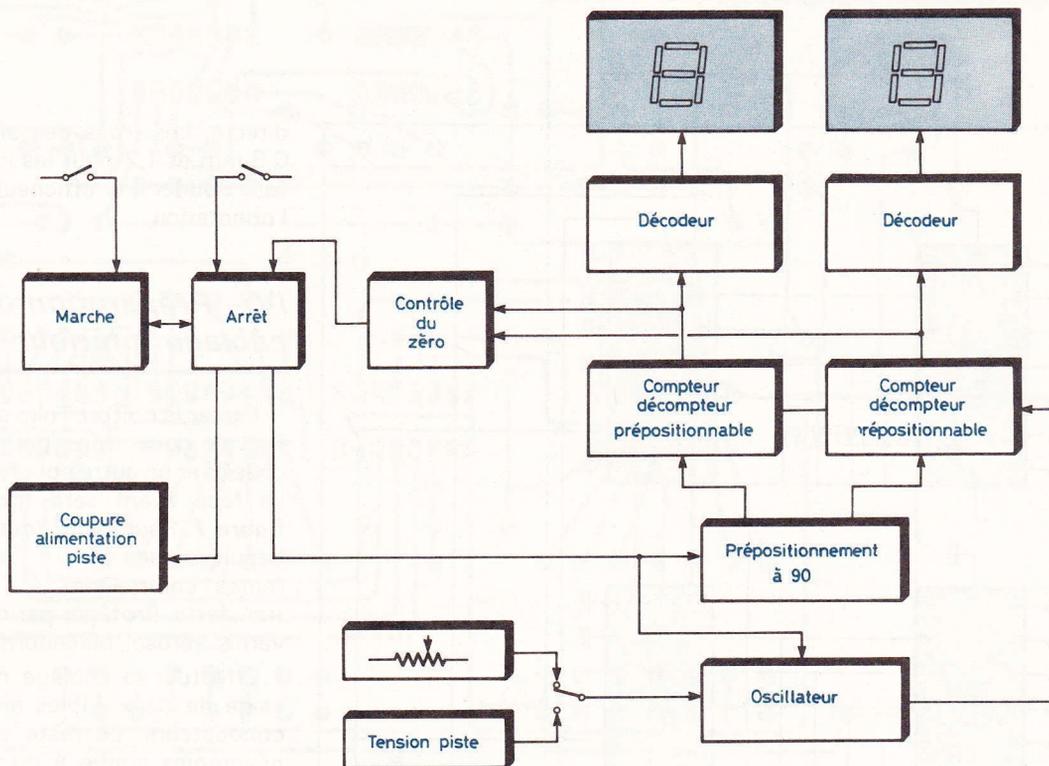


Fig. 1. - Le synoptique découpe le montage en unités fonctionnelles permettant une meilleure compréhension du dispositif. Deux décades que l'on peut prépositionner à 90 réalise la « réserve » de carburant.

on remarque que l'on a mis les 4 entrées de prépositionnement de  $Cl_5$  à 0 (code 0) et A, D à 1, B, C à 0 pour  $Cl_4$  (code 9). Avec le poussoir de remplissage, on obtient bien l'affichage 90 litres.  $C_{10}$  passe alors à l'état haut.

Il ne reste plus qu'à agir sur le poussoir départ pour faire basculer la bascule  $R_5$  composée des portes 1 et 2. Sur la borne 11, on trouve un état bas qui éteint la LED rouge et fait retomber le relais. Le circuit est alimenté. L'état haut de la borne 6 fait allumer la LED verte  $L_2$  et présente cet état sur 10. La porte 3 est donc « ouverte » et les impulsions présentes en 9 se retrouvent en 8 et sont acheminées sur l'entrée de décomptage de  $Cl_5$  (unités). Afin d'assurer le comptage des dizaines, la sortie retenue est reliée à l'entrée décomptage de  $Cl_4$ . Le circuit des décodeurs est beaucoup plus classique, il n'appelle aucun commentaire.

Notons que l'on ne peut remplir le réservoir que si le moteur est à l'arrêt (comme dans la réalité). Pour ce faire, le poussoir « arrêt » coupe l'état haut issu

des diodes. Un état bas est donc présent grâce à  $R_{10}$ .

La tension de commande de l'oscillateur provient du potentiomètre  $P_1$  en fonctionnement manuel et de la piste en fonctionnement automatique. On remarque la présence de  $D_6$  et  $R_3$  sur le circuit du poussoir « départ ». Cette disposition est indispensable pour éviter de démarrer l'oscillateur alors que le compteur est à zéro. On aurait donc 00, 99, 98, etc., ce qui fausserait la capacité. Grâce à cet artifice,  $C_8$  ne peut se charger et l'oscillateur est bloqué, il reste à zéro.

### III - Les circuits imprimés

Le circuit principal est représenté à l'échelle 1 à la figure 3. Sa dimension a été choisie pour être incluse dans le coffret Teko 363. Le transfo sera fixé sur la plaquette. Son dessin sera confié aux pastilles transfert pour les CI, et aux rubans adhésifs pour les pistes. Les lecteurs équi-

pés pour la méthode photo gagneront du temps. le circuit sera gravé et poli au Mirror. Le perçage sera réalisé à 0,8 mm pour les CI et 1,2 mm pour les composants. On prévoira les trous de fixations à 3 mm.

Il est vivement conseillé de repérer les sorties à cosses picots, de manière à éviter toute erreur de câblage ultérieur. On pourra commencer à implanter les éléments passifs, résistances, condensateurs, straps en fil nu (fig. 4). On procédera à l'insertion du support du relais et des diodes. On finira par les circuits intégrés, en veillant particulièrement à l'orientation, car dessouder un CI de 16 broches ne s'effectue pas sans dommage. Si vous n'avez pas l'habitude de souder les CI, vous pouvez utiliser des supports.

La sortie 9 V du transfo sera confiée à deux fils isolés vers le circuit imprimé. Ce n'est qu'après avoir vérifié l'implantation des composants que l'on passera une couche de vernis sur la face cuivrée.

Le circuit d'affichage est plus simple (fig. 5). Il pourra être réalisé en gravure

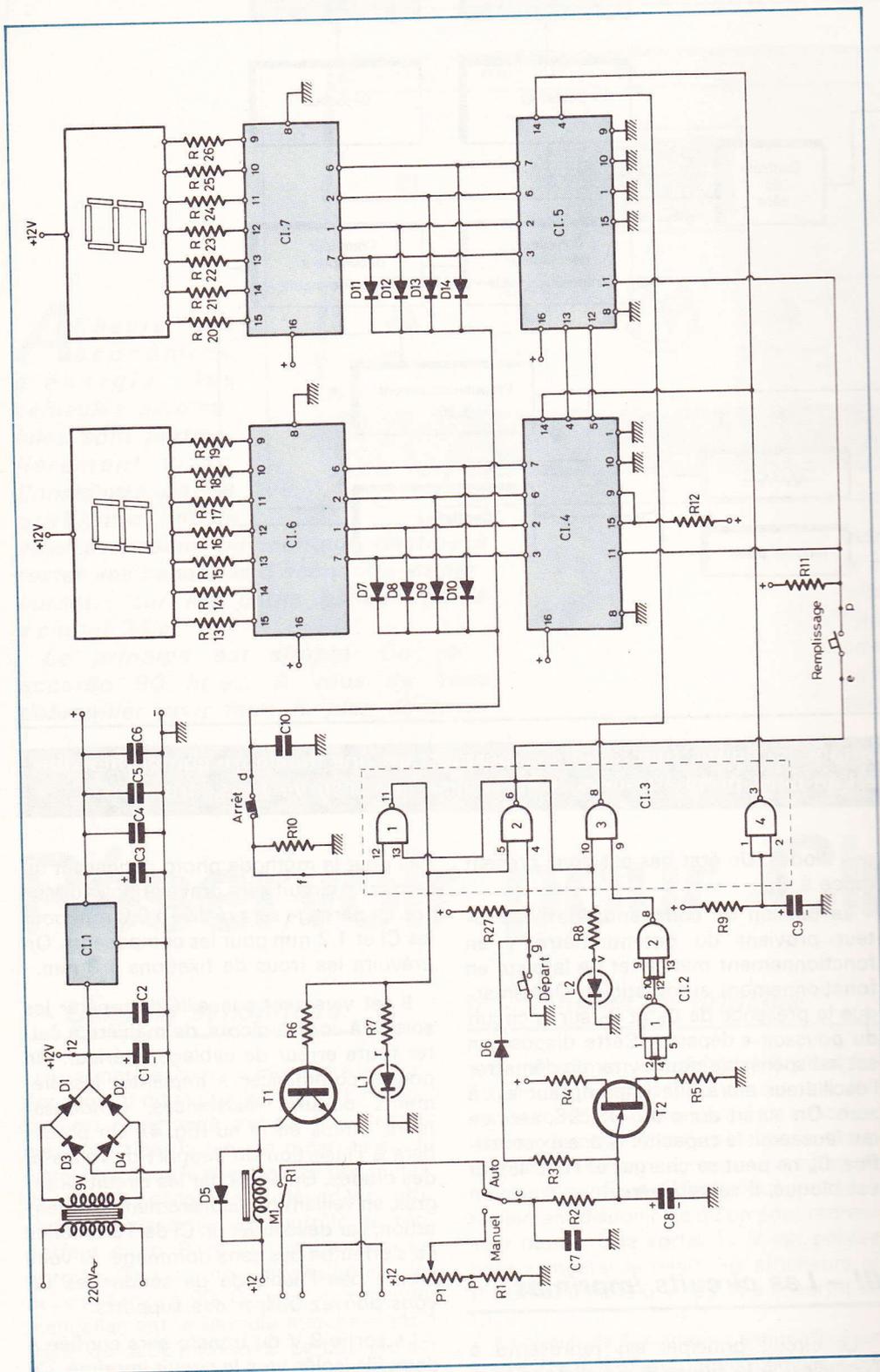


Fig. 2. - L'ensemble se base sur l'utilisation de circuits intégrés TTL et nécessite donc une alimentation 5 V que délivre un régulateur intégré. Une série de condensateurs atténue efficacement les ondulations résiduelles. Le rôle de l'oscillateur est confié au célèbre 2N2646.

directe. Les trous des afficheurs sont à 0,8 mm et 1,2 pour les liaisons extérieures. Souder les afficheurs en veillant à l'orientation.

#### IV - Préparation du coffret câblage intérieur

Percer le coffret Teko selon la figure 6. Prévoir deux trous pour fixer les jacks châssis et un autre pour le cordon secteur. La face avant sera travaillée selon la figure 7. Pour éviter toute rayure, opérer depuis la face arrière. Repérer les différentes commandes à l'aide de lettres transferts. Protéger par deux couches de vernis aérosol Mécanorma.

Effectuer le câblage des afficheurs à l'aide de deux câbles en nappes à sept conducteurs. Le reste du câblage sera néanmoins confié à du fil couleur pour éviter tout risque d'erreur (fig. 8). On coince un morceau de verre rouge ou de Plexiglas entre la face avant et les afficheurs. Le circuit d'affichage sera maintenu par deux vis de 3 mm. Souder en dernier lieu le cordon secteur en prévoyant un nœud pour éviter l'arrachement des soudures.

Ce n'est qu'après une vérification sérieuse que l'on pourra passer aux essais, car il vaut mieux perdre 10 mn à vérifier soudures et câblage, qu'une heure à remplacer un circuit intégré détruit pour une erreur de câblage ou une soudure trop généreuse.

#### V - Montage final Essais

Procéder aux branchements sur la piste d'alimentation selon la figure 9. Ne pas inverser les polarités sous risque de détruire T<sub>2</sub>. Avant tout essai, il est indispensable d'antiparasiter les moteurs des voitures à l'aide d'un condensateur métallisé de 1 nF soudé directement aux bornes du moteur. Les circuits logiques TTL n'aiment pas les signaux perturbés. Néanmoins, tout rentre dans l'ordre avec cet artifice.

Brancher la prise secteur. Les afficheurs indiquent 00. La LED rouge est allumée. Basculer sur manuel. Agir sur le remplissage. On affiche 90 litres. Agir sur « départ » : le décomptage s'opère selon

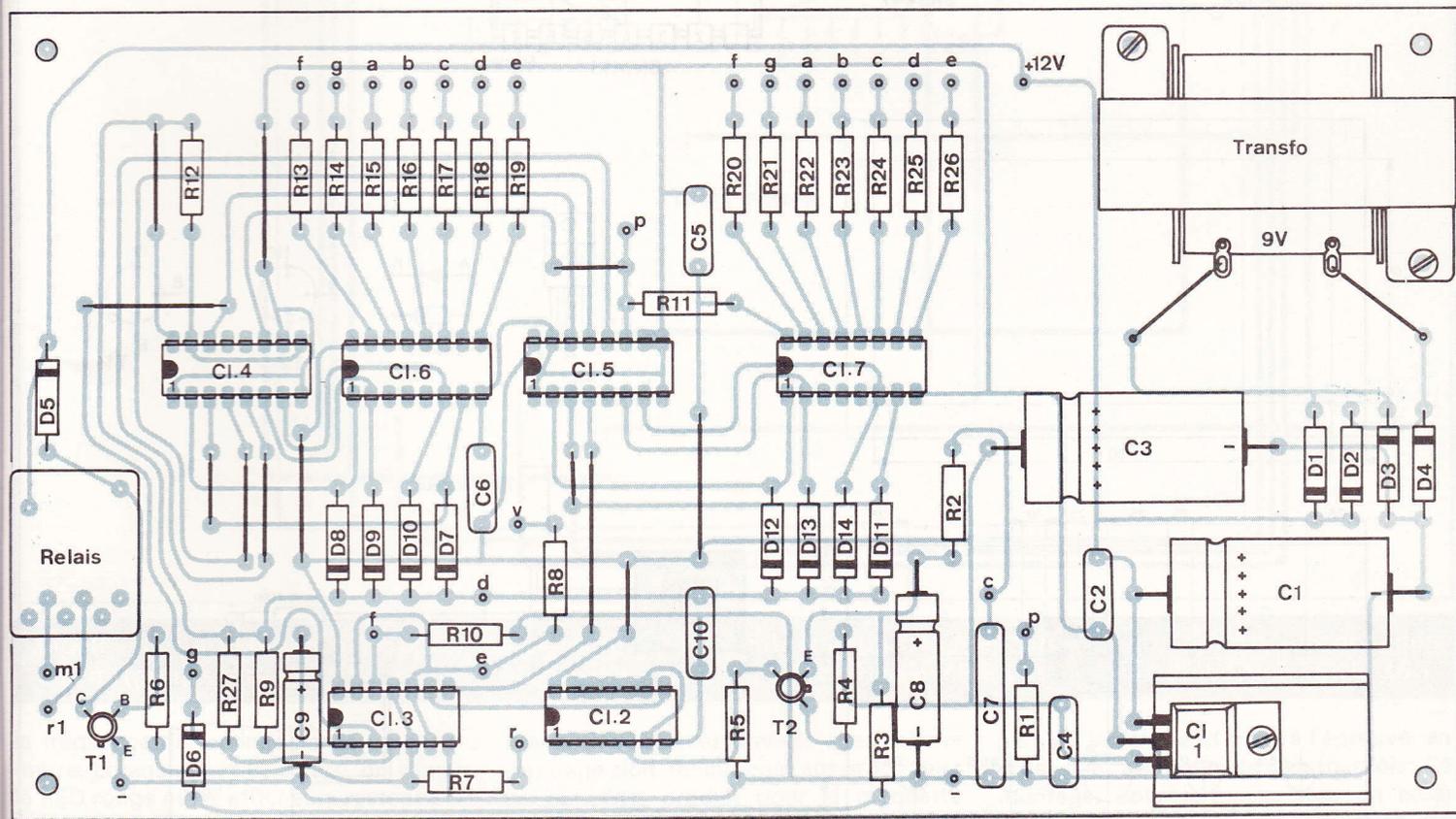
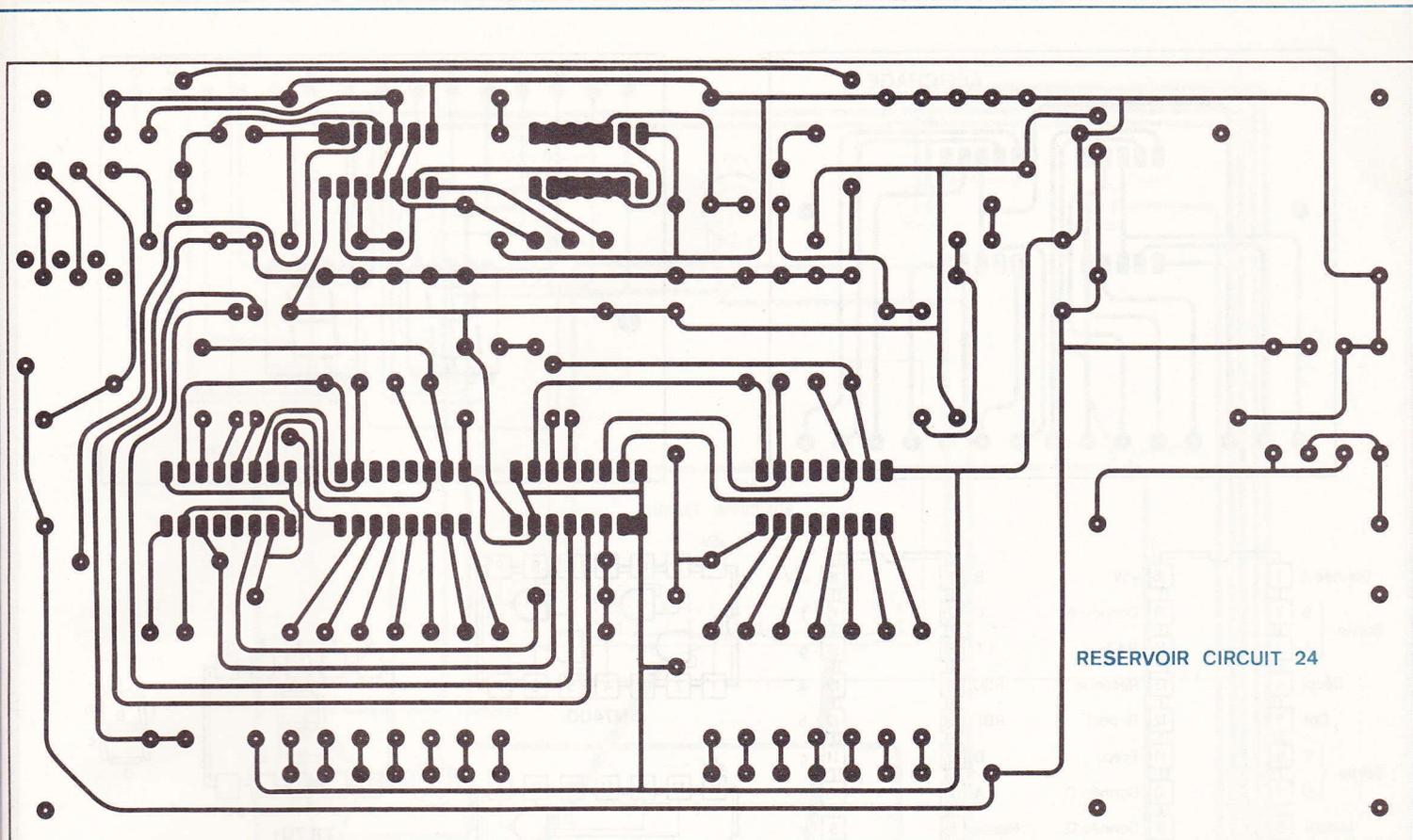
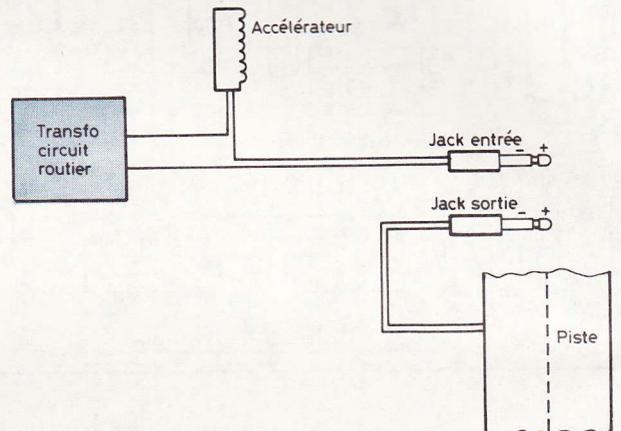
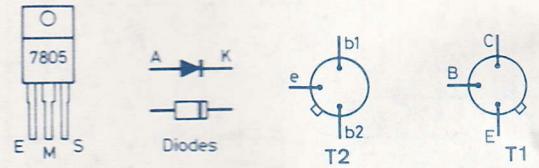
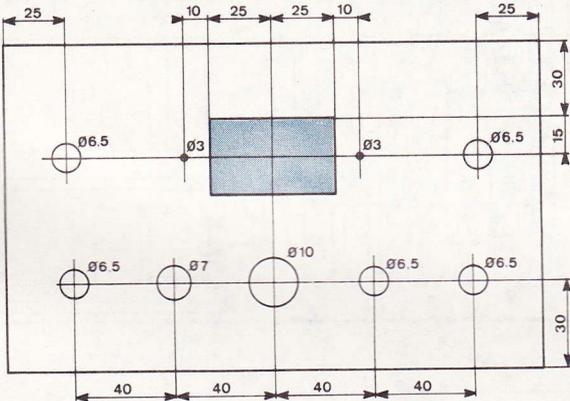
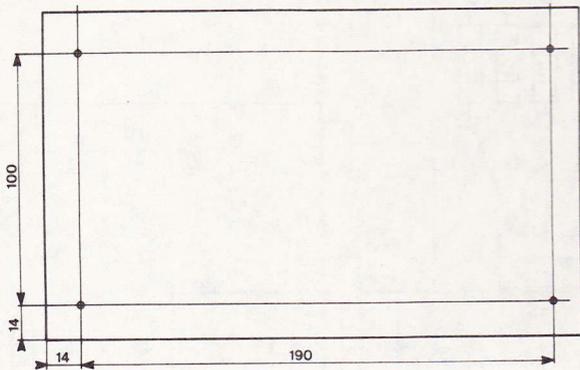
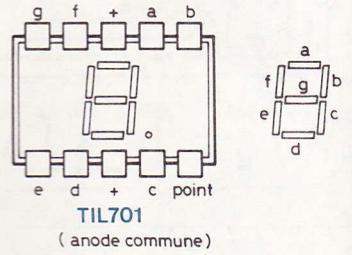
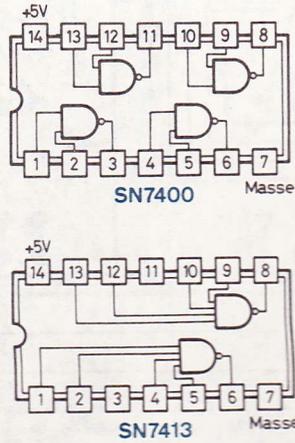
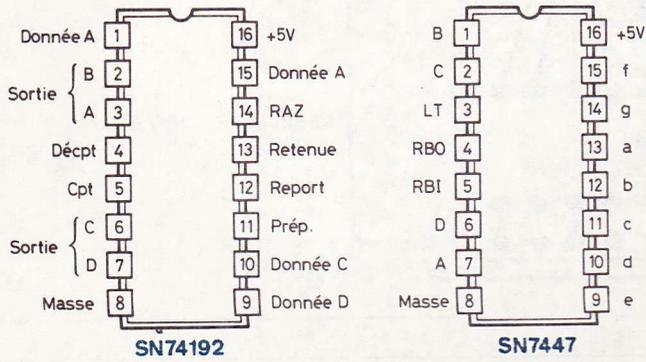
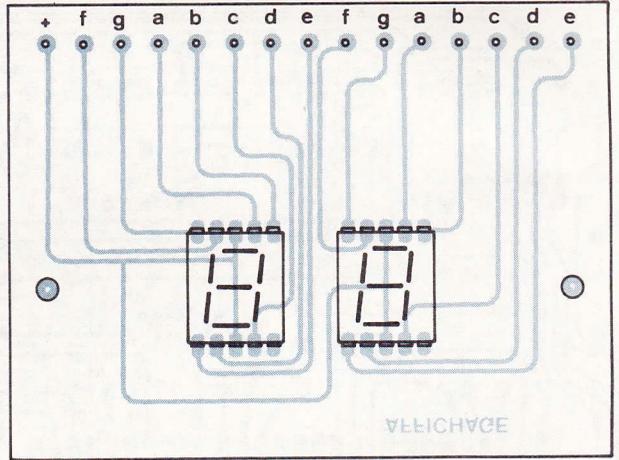
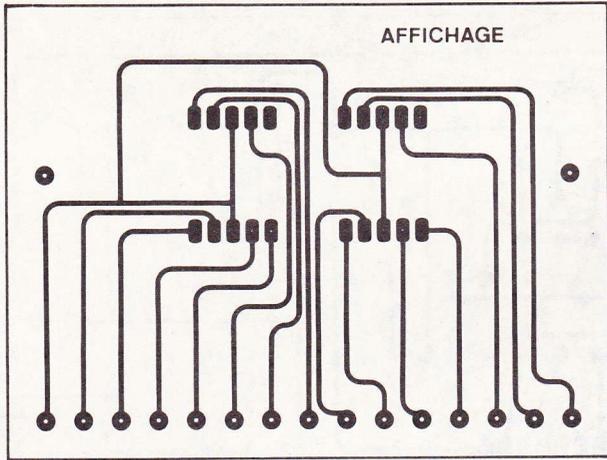


Fig. 3 et 4. - Tracé et implantation des composants figurent à l'échelle 1. Etant donné la présence de circuits intégrés, un choix judicieux consistera à utiliser les transferts Mécanorma.



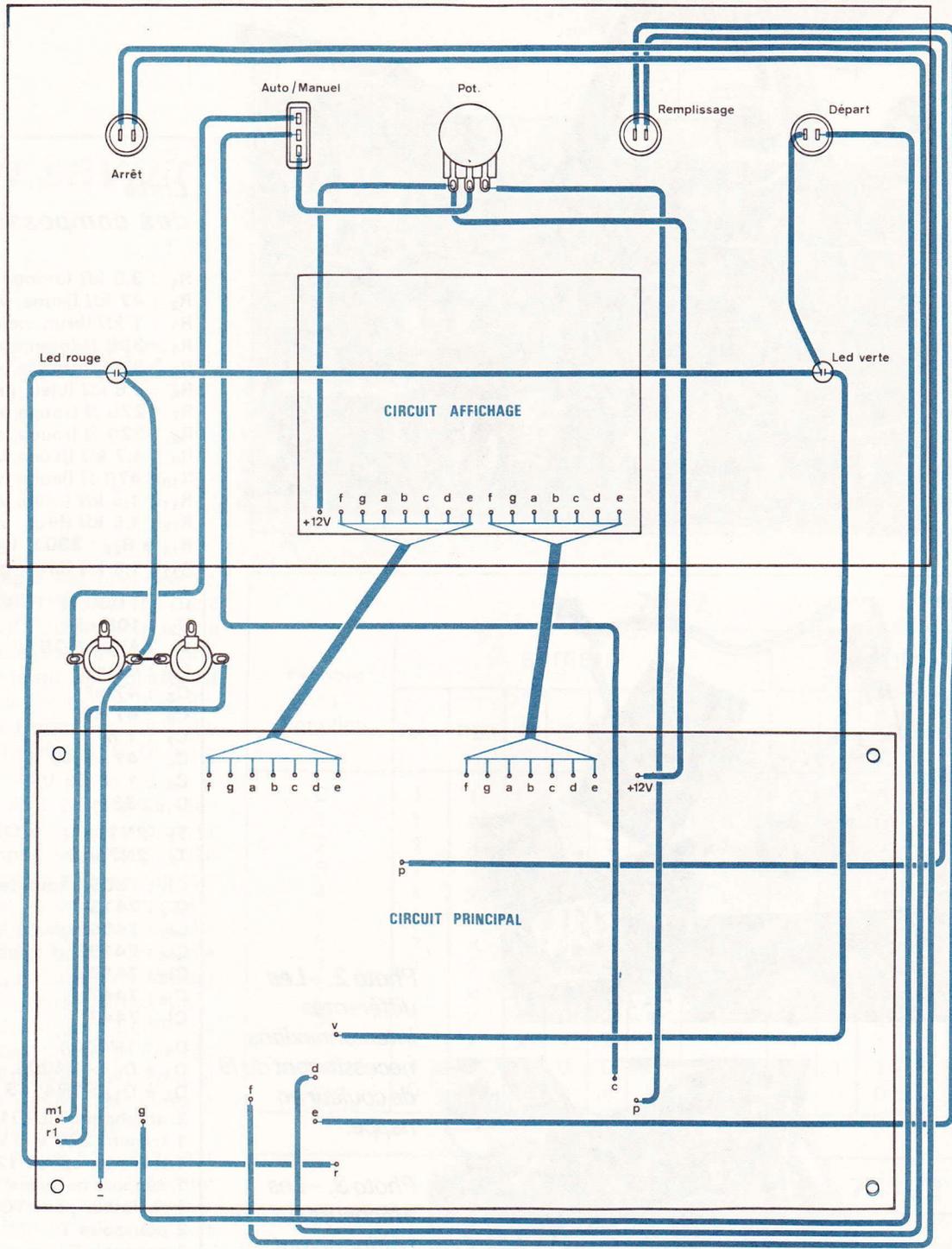


Fig. 8. - Les afficheurs se disposent également sur une platine imprimée présentée grandeur nature. Brochages des différents intégrés utilisés. Interconnexions entre les deux modules. Plan de perçage du boîtier TEKO 363.

la fréquence déterminée par le potentiomètre. Lorsqu'on arrive à zéro, on allume la LED rouge et les afficheurs restent à 0.

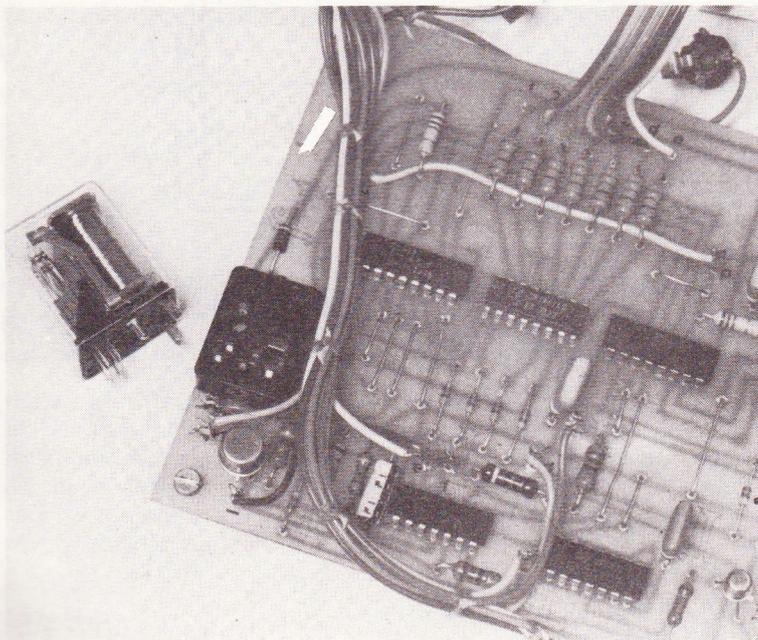
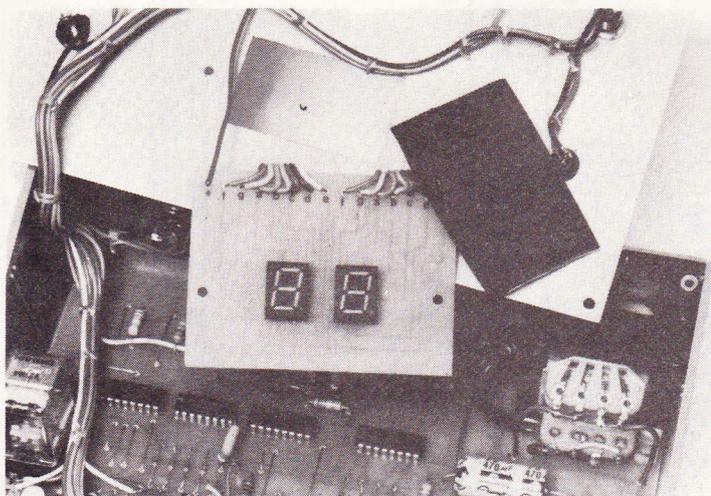
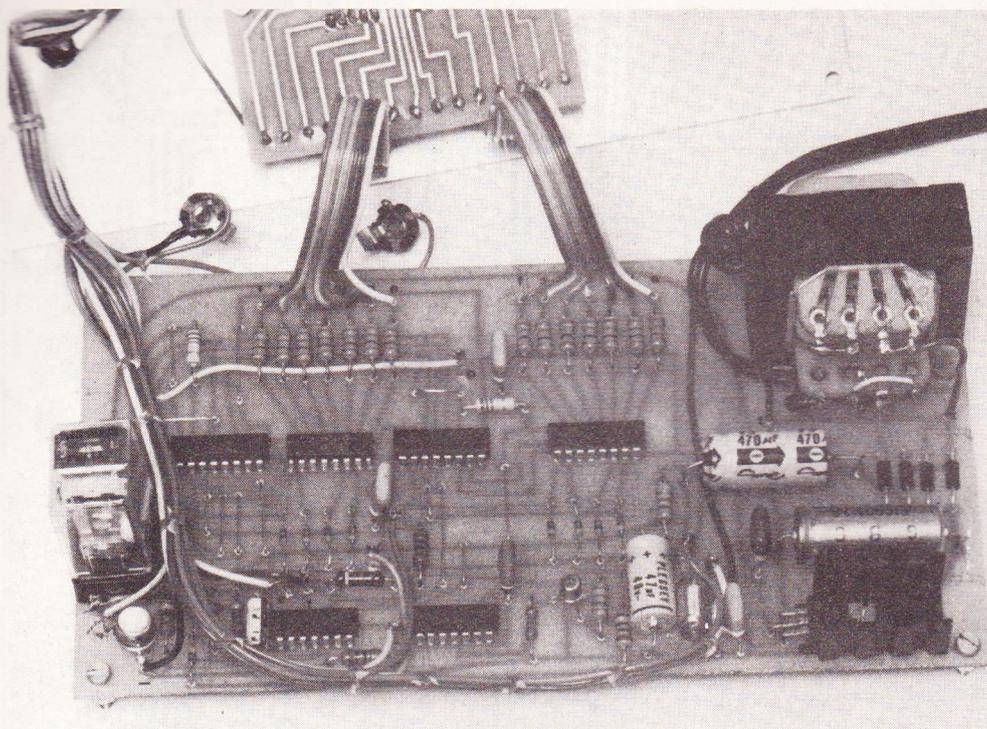
Brancher le circuit routier. Mettre sur « auto ». Remplir le réservoir. Agir sur « départ ». Le décomptage dépend de la vitesse de la voiture et à l'arrêt de celle-ci, le chiffre est maintenu. Vérifier que la panne sèche coupe bien l'alimentation de

l'auto. Si vous avez travaillé avec soin, le montage doit fonctionner aussitôt : c'est ce qui s'est produit pour la maquette décrite.

Nous pensons qu'un tel montage conviendra parfaitement aux adeptes des circuits routiers, en leur faisant essayer l'aspect économique de l'automobile. Vous pourrez également mettre votre

père ou votre grand frère à l'épreuve, en organisant par exemple des tournois. Ce montage, pour terminer, sera un essai pratique pour se familiariser avec les compteurs décompteurs prépositionnables qui offrent des particularités très intéressantes.

Daniel ROVERCH



## Liste des composants

**R<sub>1</sub>** : 3,9 k $\Omega$  (orange, blanc, rouge)  
**R<sub>2</sub>** : 47 k $\Omega$  (jaune, violet, orange)  
**R<sub>3</sub>** : 1 k $\Omega$  (brun, noir, rouge)  
**R<sub>4</sub>** : 330  $\Omega$  (orange, orange, brun)  
**R<sub>5</sub>** : 270  $\Omega$  (rouge, violet, brun)  
**R<sub>6</sub>** : 6,8 k $\Omega$  (bleu, gris, rouge)  
**R<sub>7</sub>** : 220  $\Omega$  (rouge, rouge, brun)  
**R<sub>8</sub>** : 220  $\Omega$  (rouge, rouge, brun)  
**R<sub>9</sub>** : 4,7 k $\Omega$  (jaune, violet, rouge)  
**R<sub>10</sub>** : 470  $\Omega$  (jaune, violet, brun)  
**R<sub>11</sub>** : 1,5 k $\Omega$  (brun, vert, rouge)  
**R<sub>12</sub>** : 1,5 k $\Omega$  (brun, vert, rouge)  
**R<sub>13</sub> à R<sub>26</sub>** : 330  $\Omega$  (orange, orange, brun)  
**R<sub>27</sub>** : 1,8 k $\Omega$  (brun, gris, rouge)

**C<sub>1</sub>** : 1 000  $\mu$ F 16 V  
**C<sub>2</sub>** : 100 nF  
**C<sub>3</sub>** : 470  $\mu$ F 25 V  
**C<sub>4</sub>** : 47 nF  
**C<sub>5</sub>** : 47 nF  
**C<sub>6</sub>** : 47 nF  
**C<sub>7</sub>** : 1 nF  
**C<sub>8</sub>** : 47  $\mu$ F 40 V  
**C<sub>9</sub>** : 1  $\mu$ F 63 V  
**C<sub>10</sub>** : 33 nF

**T<sub>1</sub>** : 2N1711  
**T<sub>2</sub>** : 2N2646

**Cl<sub>1</sub>** : 7805 (régulateur 5 V 1 A)  
**Cl<sub>2</sub>** : 7413  
**Cl<sub>3</sub>** : 7400  
**Cl<sub>4</sub>** : 74192  
**Cl<sub>5</sub>** : 74192  
**Cl<sub>6</sub>** : 7447  
**Cl<sub>7</sub>** : 7447

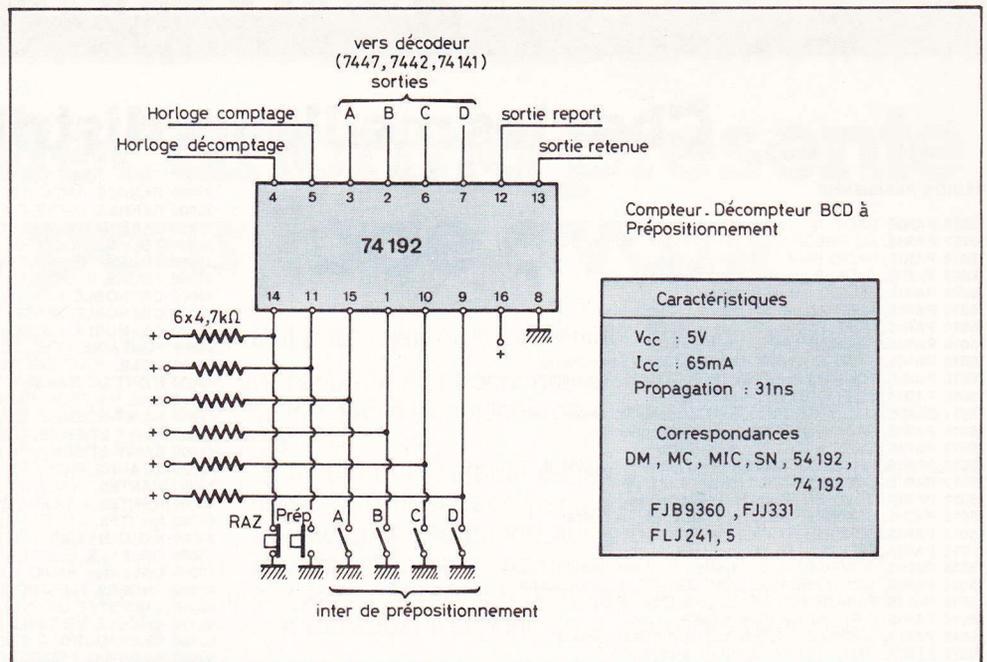
**D<sub>1</sub>** : 1N4004  
**D<sub>1</sub> à D<sub>5</sub>** : 1N4004  
**D<sub>6</sub> à D<sub>14</sub>** : 1N4148  
 2 afficheurs TIL701  
 1 transfo 220 V 9 V  
 1 relais européen 12 V 2RT (R  $\geq$  180  $\Omega$ )  
 1 support de relais  
 1 radiateur pour TO220  
 2 poussoirs T  
 1 poussoir R  
 1 inverseur 1 circuit  
 1 potentiomètre  
 1 bouton  
 1 coffret Teko 363  
 2 LED 5 mm  
 fils, cosses, etc.

*Photo 2. – Les différentes interconnexions nécessiteront du fil de couleur en nappe.*

*Photo 3. – Les afficheurs sur leur platine seront recouverts d'un plexiglas rouge pour l'esthétique du boîtier.*

*Photo 4. – L'utilisation d'un support pour relais n'est pas obligatoire mais reste toutefois très pratique.*

# Pour en savoir plus... sur le 74192



**C**E circuit intégré est une décade, comme le 7490. Il comprend donc 4 bascules JK. L'originalité est la possibilité de compter ou de décompter selon l'entrée horloge qui est utilisée. La particularité de ce circuit est de basculer au flanc montant de l'impulsion. La sortie s'effectue en code binaire (B, C, D), on a donc 4 sorties.

La décade peut être prépositionnée : elle peut commencer à compter à partir de tout chiffre compris entre 0 et 9. On présente le code binaire sur ses entrées. Il suffit de mettre la borne 11 (charge) à l'état bas pour qu'il recopie ce code. Le circuit dispose de deux bornes de sortie (retenue et report) qui permet de réaliser un ensemble de plusieurs chiffres pouvant compter ou décompter : il suffit de relier la retenue des unités à l'entrée décomptage des dizaines. De même, il faut relier la sortie report des unités à l'entrée comptage des dizaines.

L'entrée RAZ est active en présentant un état logique haut pour que la décade revienne à zéro. Précisons que ce circuit est à haute intégration et qu'on ne doit pas laisser les entrées en l'air sous risque de perturbations. Comme toutes les décades, les entrées horloges doivent être précédées de circuits anti-rebonds afin d'éviter les rebonds mécaniques des contacts de pousoirs ou de relais.

Notons enfin qu'il existe une variante du 74192 qui compte en binaire sur un cycle de 0 à 15 au lieu de 9 : c'est le 74193. Le brochage est identique.

<b>7447</b>														
Nombre ou Fonction	ENTRÉES							SORTIES						
	Test	RBI	D	C	B	A	BJ/RBO	a	b	c	d	e	f	g
0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
1	1	x	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1
2	1	x	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0
3	1	x	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0
4	1	x	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
5	1	x	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0
6	1	x	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0
7	1	x	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
8	1	x	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
9	1	x	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0
BI	x	x	x	x	x	x	0	1	1	1	1	1	1	1
RB	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
Test	0	x	x	x	x	x	1	0	0	0	0	0	0	0

<b>7400</b>			
Entrées			Sortie
0	0		1
0	1		1
1	0		1
1	1		0

<b>74192</b>				
Chiffre	Sorties			
	A	B	C	D
0	0	0	0	0
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	1	1	0	0
4	0	0	1	0
5	1	0	1	0
6	0	1	1	0
7	1	1	1	0
8	0	0	0	1
9	1	0	0	1



**V**U le nombre  
sant de réalisations  
logiques (TTL ou  
intéressant d'avoir  
appareil permet-  
sans erreur possible l'état logique d'une broche (+ 5 V, 0 V ou incertain). De plus, le coût de l'appareil proposé ici (de l'ordre de 50 F) est de très loin inférieur à celui de réalisations commerciales similaires actuellement à la disposition des amateurs.

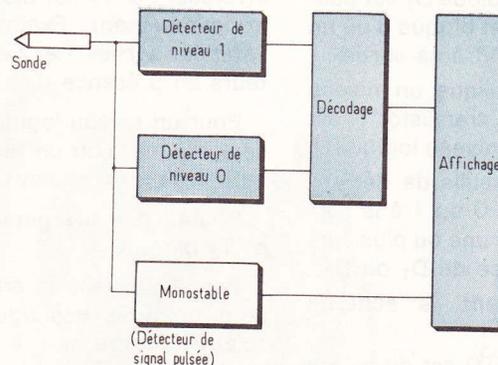
sans cesse crois-  
utilisant des circuits  
C.MOS), il peut être  
à sa disposition un  
tant de déterminer

## UNE SONDE LOGIQUE

### Schéma synoptique

Le circuit est composé d'un détecteur de niveau 1 (environ 2,5 à 5 V), d'un détecteur de niveau 0 (environ 0 V à 0,8 V), d'un détecteur de niveau intermédiaire (0,8 à 2,5 V environ, permettant de détecter une anomalie dans un circuit et d'un détecteur de signaux carrés (type TTL de fréquence quelconque).

Le circuit proposé ici nous donne l'état logique d'une broche par l'intermédiaire de quatre diodes LED : la première rouge, pour le niveau 1, la deuxième, verte pour le niveau intermédiaire, la troisième jaune pour le niveau logique 0 et la dernière rouge pour le signal pulsé.



### Schéma général

Examinons tout d'abord le schéma figure 1.

Supposons qu'on applique à son entrée

**Fig. 1. - Le synoptique laisse apparaître trois possibilités de détection selon que le point observé est au niveau 0, 1 ou alternativement l'un ou l'autre (signal pulsé).**

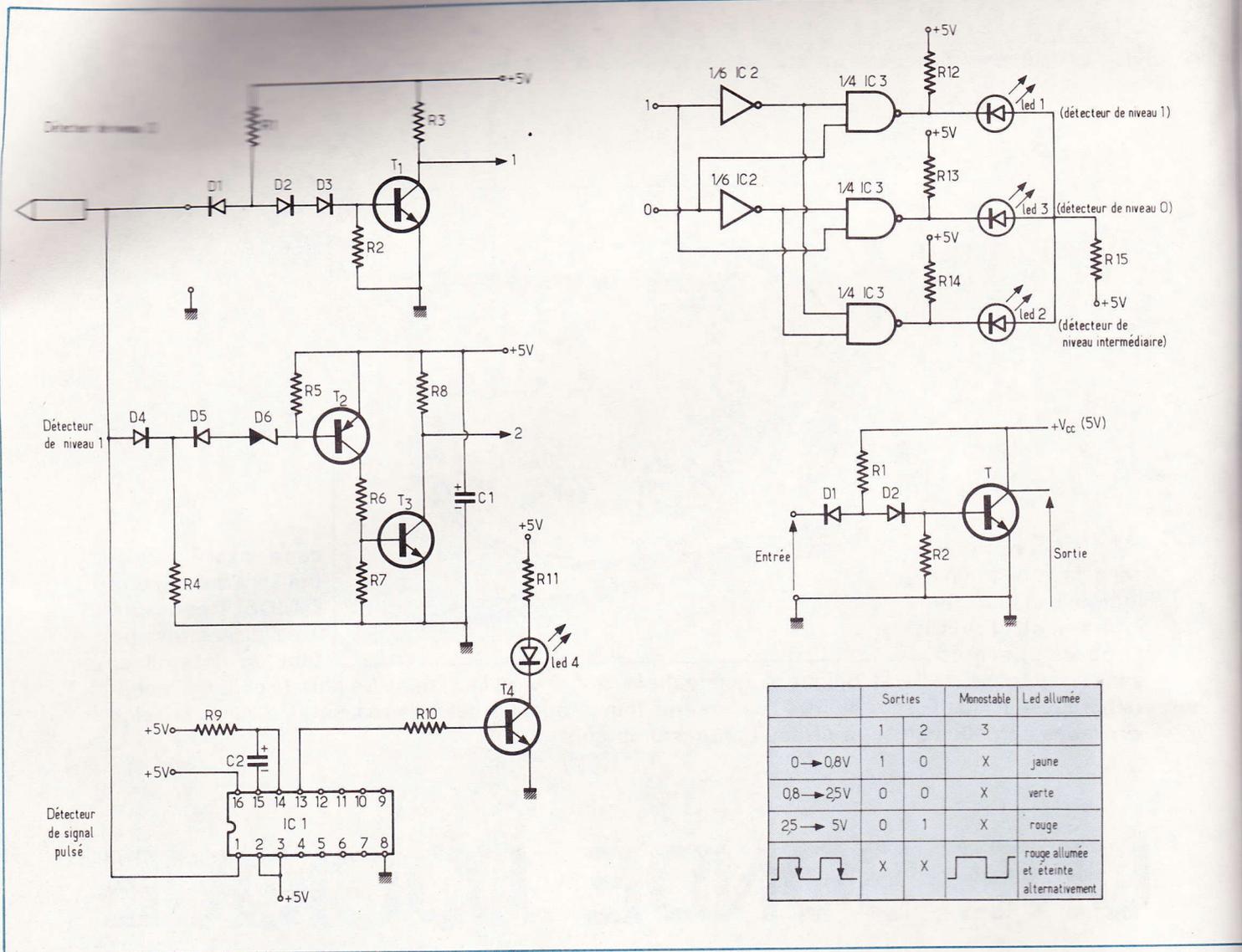


Fig. 2. et 3. – Schéma de principe électrique : les détecteurs de niveau se basent sur l'utilisation de transistors simplement. Si un signal pulsé se présente, il fait basculer IC<sub>1</sub> un monostable 74123. Un décodeur à base d'inverseurs et de NAND en technologie TTL assure l'allumage de la LED concernée.

un signal de niveau 0, la diode D<sub>1</sub> est passante et le transistor T est bloqué d'où un signal de niveau 1 (+ 5 V) à sa sortie.

Par contre, si on applique un niveau logique 1 à l'entrée, le transistor T est saturé et la sortie est au niveau logique 0.

Pour faire varier les seuils de déclenchement (niveau logique 0 ou 1 à la sortie), il suffit de connecter une ou plusieurs diodes en série à la place de D<sub>1</sub> ou D<sub>2</sub>.

Examinons maintenant le schéma général figure 2.

Le détecteur de niveau 0 est du même type que celui décrit précédemment ; on a ajouté simplement la diode D<sub>3</sub> pour avoir une zone 0 allant de 0 à 0,8 V. De même le détecteur de niveau 1 (2,5 à 5 V) a été réalisé à l'aide d'une diode zener D<sub>6</sub> afin d'augmenter la tension de déclenchement. Par contre, on a utilisé ici un transistor PNP. Le transistor T<sub>3</sub> constitue un

inverseur : si T<sub>2</sub> est bloqué T<sub>3</sub> est saturé et inversement. Examinons maintenant l'état des sorties 1 et 2 de ces deux détecteurs en présence d'un signal à l'entrée.

Pour un niveau logique 0 à l'entrée, T<sub>1</sub> sera bloqué d'où un niveau 1 et T<sub>3</sub> sera saturé d'où un niveau 0.

Pour un niveau logique 1, T<sub>1</sub> sera saturé et T<sub>3</sub> bloqué.

Pour un niveau intermédiaire T<sub>1</sub> et T<sub>3</sub> seront saturés (voir figure 3 pour récapitulatif). D'autre part, à l'entrée du circuit et en parallèle, on a placé un détecteur de signal pulsé qui n'est autre qu'un monostable qui envoie une impulsion de courte durée en présence d'un front descendant à l'entrée.

La durée de cette impulsion a pour expression :

$$t = 0,32 R_9 C_2.$$

### Le décodeur

Le détecteur utilisé ici a pour rôle de sélectionner une des 3 LED d'état (niveau 0, 1 ou intermédiaire), en fonction de l'état des sorties 1 et 2. Il est réalisé à l'aide de classiques inverseurs (7404) et de portes NAND à collecteur ouvert (7401).

Examinons par exemple le cas d'un signal de niveau 0. La sortie 1 est alors à 1 et la sortie 2 est à 0. Si on examine sur le schéma du décodeur la partie correspondant au détecteur de niveau 0, on aura donc un 1 logique à la sortie de 1/6 IC<sub>2</sub>, donc un 1 à l'entrée de 1/4 IC<sub>3</sub> et un 1 logique sur la deuxième entrée de 1/4 IC<sub>3</sub> ce qui nous donnera un niveau 0 à la sortie de 1/4 IC<sub>3</sub>.

Voyons dans quel cas la led peut être

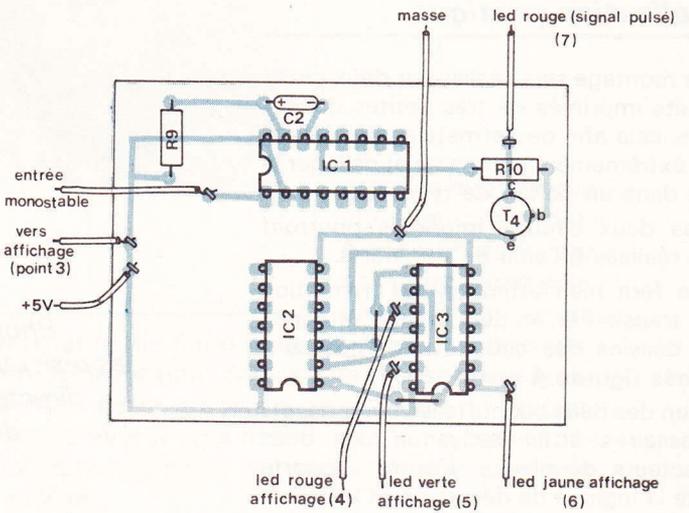
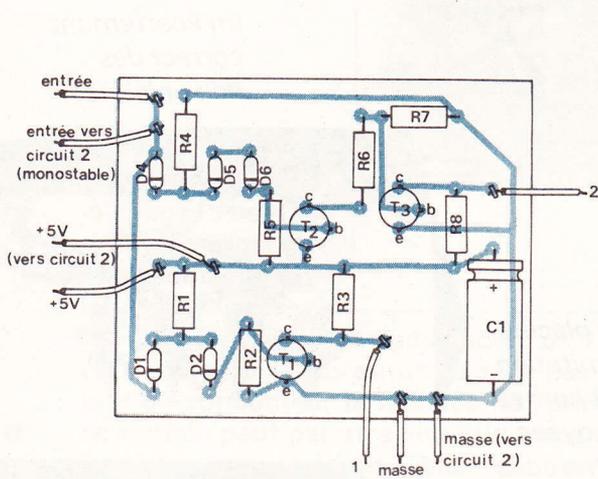
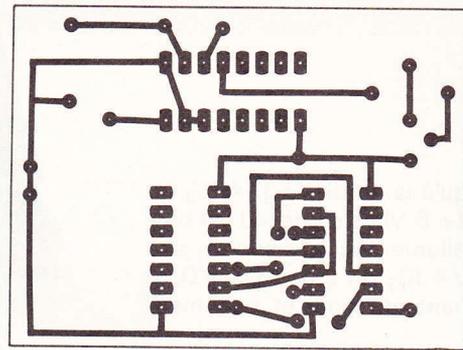
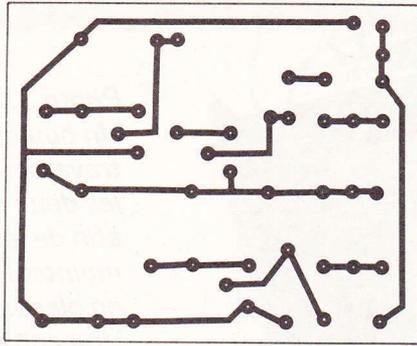


Fig. 4. et 5. – Pour une plus grande maniabilité, l'auteur a voulu utiliser le coffret Teko P/1. Il fallait donc séparer le circuit en deux platines dont les tracés et implantations figurent grandeur nature.

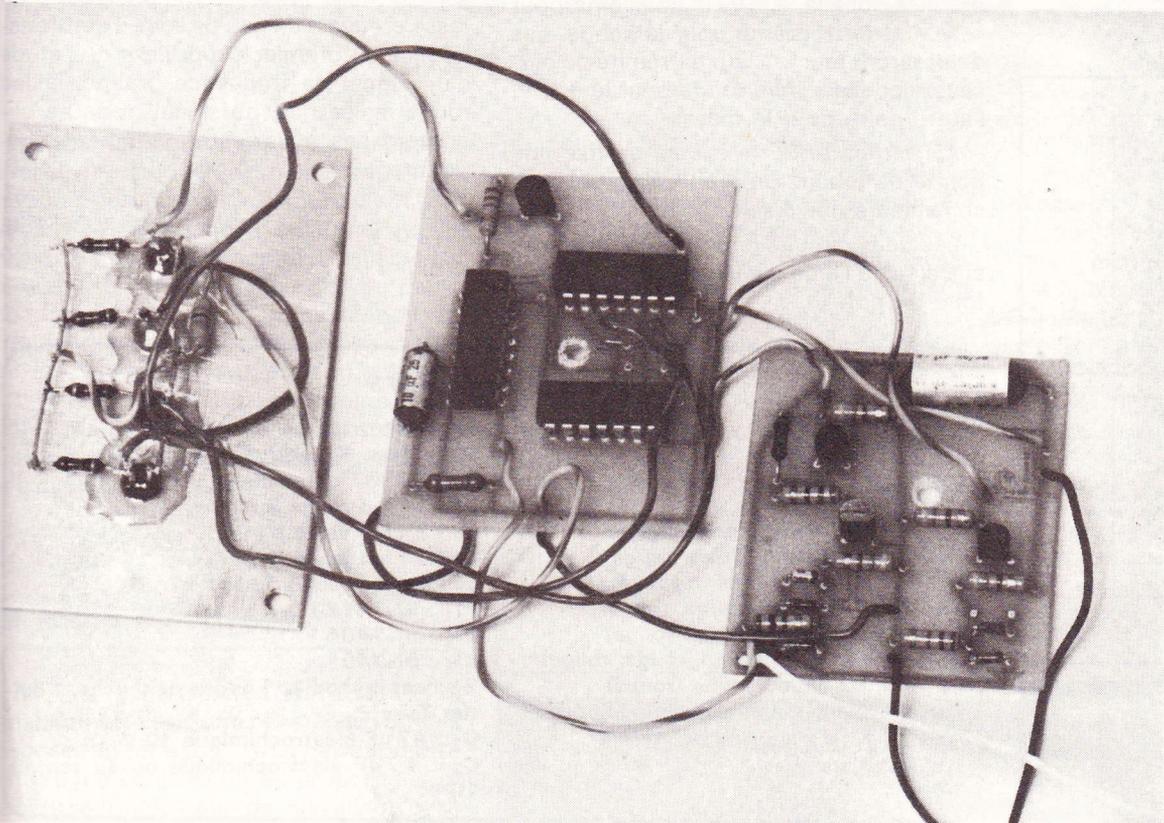


Photo 2.  
Du fil de câblage de couleur facilitera les interconnexions toujours nombreuses lors de circuits séparés.

allumée : lorsqu'à la sortie de 1/4 IC<sub>3</sub> on a un niveau 1 (+ 5 V), la diode led est bloquée et ne s'allume pas, par contre, si à la sortie de 1/4 IC<sub>3</sub> on a un niveau 0, la diode led devient passante et s'allume.

## Réalisation pratique

Le montage sera réalisé sur deux petits circuits imprimés de très petites dimensions, cela afin de permettre une réalisation extrêmement compacte et de loger le tout dans un boîtier de type P<sub>1</sub>.

Les deux circuits imprimés pourront être réalisés à l'aide de transferts.

On fera bien attention à l'orientation des transistors et des circuits intégrés. Les dessins des circuits imprimés sont donnés figures 4 et 5.

L'un des deux supporte les composants nécessaires à la réalisation des deux détecteurs de niveau. L'autre supporte toute la logique de décodage et le détecteur de signal pulsé.

Pour ce qui est du montage des LED sur la face avant, on se référera à la figure 6. On ménagera de toutes façons quatre orifices à égale distance afin de leur laisser le passage.

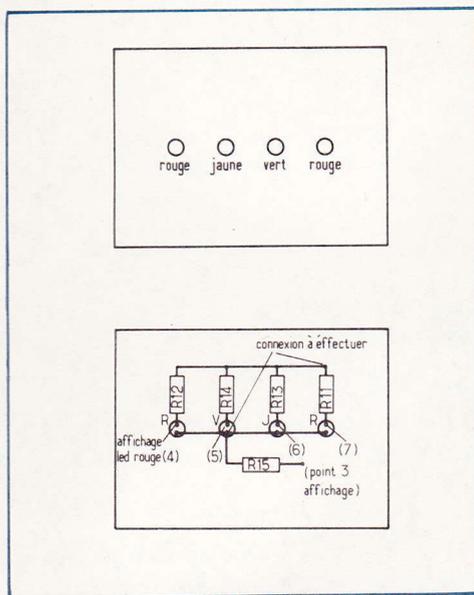


Fig. 6. – Seuls quatre percages s'avèrent nécessaires pour le passage des LED que protégeront des résistances de 150 Ω.

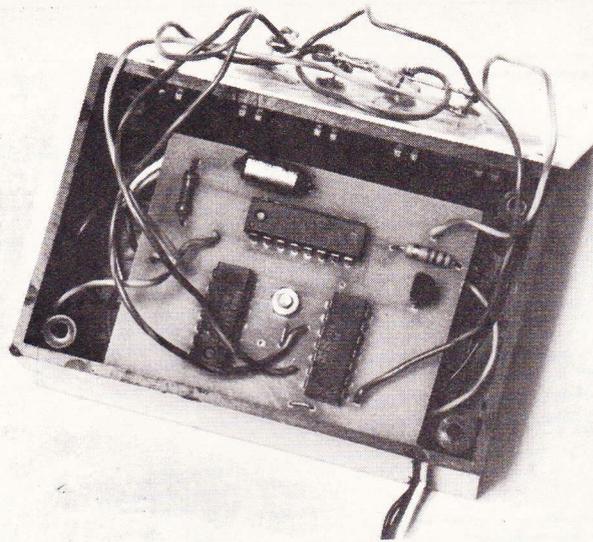


Photo 3. Un boulon traversera les deux circuits afin de les maintenir en place. Une entretoise assurera un écartement correct des deux platines.

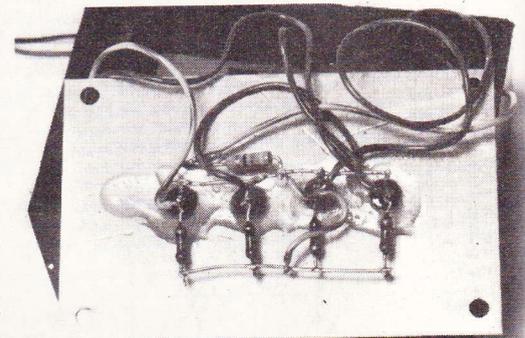


Photo 4. – On placera les résistances de limitation directement aux bornes des LED « noyées » dans une colle type Araldite.

Le montage s'alimente directement sur le montage à tester. C'est pourquoi on ménagera sur le côté du coffret un petit orifice permettant de passer trois fils, le premier pour le + 5 V, le deuxième pour le 0 V et le troisième pour la sonde. Les deux seront munis à leur extrémité de pinces crocodiles, l'une rouge pour le + 5 V, l'autre noire pour la masse.

À l'extrémité du troisième on fixe une pointe de touche du type utilisé pour les contrôleurs universels.

Les deux circuits imprimés seront fixés entre eux à l'aide d'entretoises et fixés au fond du coffret.

## Mise au point

Le montage ne nécessite absolument aucune mise au point et, pour que l'on fasse preuve d'un peu de soin, il doit fonctionner du premier coup. Lors de l'étude d'un signal de fréquence grande, la led d'un signal de fréquence grande, la led rouge indicatrice, de signal pulsé ne clignotera pas mais restera allumée constamment.

F. MONTEIL

## Nomenclature

D<sub>1</sub> = D<sub>2</sub> = D<sub>3</sub> = D<sub>4</sub> = D<sub>5</sub> = 1 N 4148 ou similaire

D<sub>6</sub> = diode zener 3 V, 500 mW

R<sub>1</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)

R<sub>2</sub> : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)

R<sub>3</sub> : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)

R<sub>4</sub> : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)

R<sub>5</sub> : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)

R<sub>6</sub> = R<sub>7</sub> = 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)

R<sub>8</sub> : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)

R<sub>9</sub> : 47 kΩ (jaune, violet, orange)

R<sub>10</sub> : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)

R<sub>11</sub>, R<sub>12</sub>, R<sub>13</sub>, R<sub>14</sub> : 150 Ω (marron, vert, marron)

R<sub>15</sub> : 47 Ω (jaune, violet, noir)

T<sub>1</sub> = T<sub>3</sub> = T<sub>4</sub> = BC237 ou similaire

T<sub>2</sub> : BC307 ou similaire

Led 1 : led rouge 5 mm

Led 2 : led verte 5 mm

Led 3 : led jaune 5 mm

Led 4 : led rouge 5 mm

IC<sub>1</sub> : SN74123

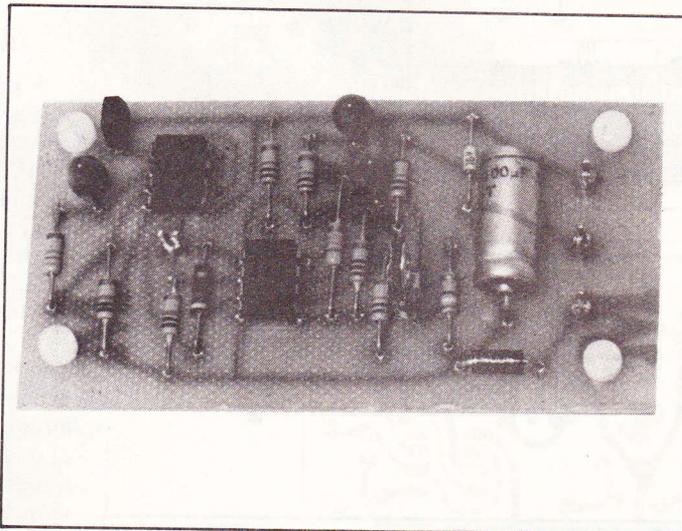
IC<sub>2</sub> : SN7404

IC<sub>3</sub> : SN7401

2 pinces crocodile, 1 pointe de touche, 1 boîtier Teko P<sub>1</sub>

C<sub>1</sub> : 47 μF électrochimique 10 V

C<sub>2</sub> : 4,7 μF électrochimique ou au tantale 10 V



Il y a déjà de nombreuses années que la jauge d'essence électrique fait par-

monter en série sur nos jours, rares sont les véhicules équipés d'une jauge mécanique similaire à celle encore utilisée pour vérifier le niveau d'huile du moteur. En revanche, de nombreuses autos ne sont pas encore munies de témoin de réserve d'essence, signalant au conducteur la menace de panne sèche. Du fait de la présence de la jauge de niveau, ce témoin peut paraître superflu, mais en fait, il peut s'avérer très utile lorsqu'on n'a pas toujours les yeux fixés au tableau de bord ou bien lorsqu'on conduit de nuit. D'autant plus que certains indicateurs de niveau ne sont pas très précis.

breuses années que électrique fait par-

## Témoin de réserve d'essence

Le montage que nous vous proposons avertit le conducteur d'une baisse du niveau d'essence par le clignotement d'un voyant à la fréquence d'environ 1 Hz. Le niveau de déclenchement est réglable sur la quantité mini d'essence désirée par le conducteur. De plus son installation est très simple, car le montage utilise en partie le système de jauge électrique déjà monté sur le véhicule par le constructeur. Enfin ses dimensions lui permettront de trouver une place dans la plupart des véhicules.

au tableau de bord. La résistance variable est plongée dans le réservoir (l'essence est un mauvais conducteur) et son curseur est équipé d'un flotteur (voir photo). Ce flotteur suit les variations du niveau d'essence, entraînant une variation de la résistance et donc découvrant, et traversant le galvanomètre. Ainsi est donnée

l'indication du contenu du réservoir.

Pour réaliser notre indicateur de défaut d'essence, nous utiliserons comme information la tension aux bornes de la résistance plongée dans le réservoir. Celle-ci est faible lorsque le réservoir est plein, et augmente au fur et à mesure que le niveau d'essence diminue.

### La jauge électrique

Elle est généralement composée d'un galvanomètre et d'une résistance variable disposés en série (fig. 1). Le galvanomètre est gradué en litres ou en proportions et constitue l'indicateur de niveau disposé

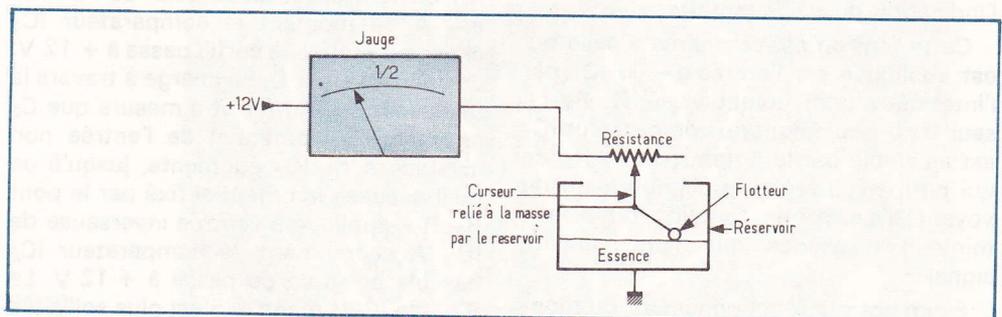


Fig. 1. - Principe d'une jauge à essence électrique permettant l'affichage sur un galvanomètre, des variations du niveau de combustible dans le réservoir d'un véhicule de type courant.

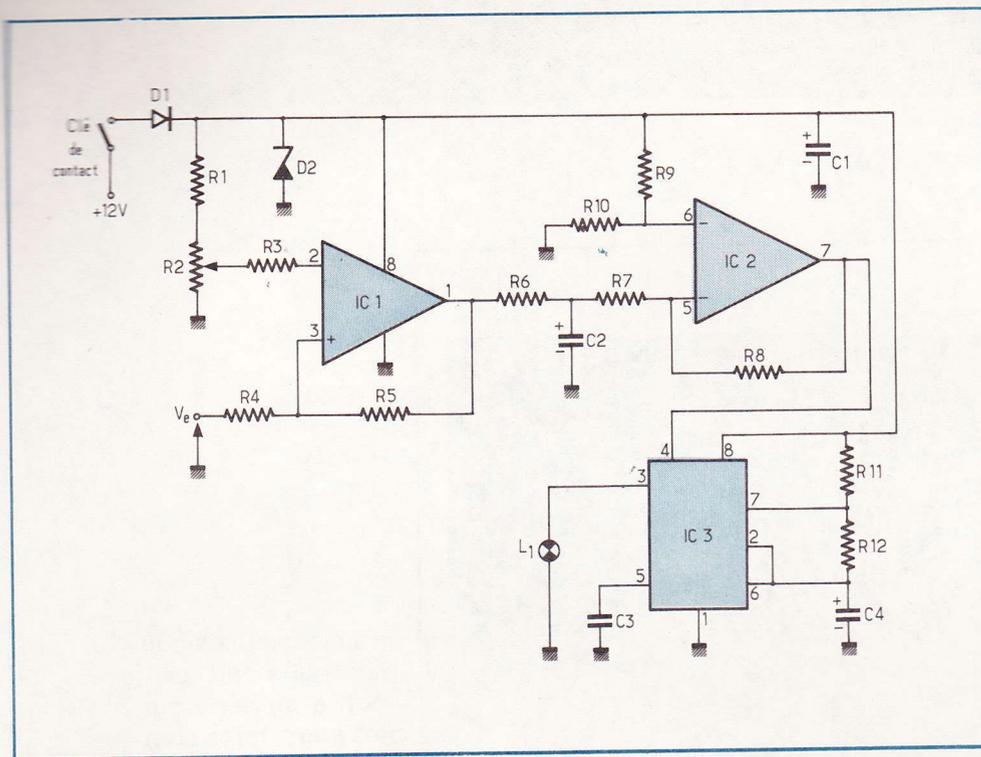


Fig. 2. – Principe du témoin de réserve, il se base sur l'exploitation rationnelle de la tension présente aux bornes de la résistance placée dans le réservoir. Un amplificateur opérationnel à haute impédance d'entrée reste nécessaire afin de ne pas perturber l'indication du galvanomètre.

## Schéma de principe

Le schéma de principe est donné à la figure 2.

La diode  $D_1$  et le condensateur  $C_1$  réalisent le filtrage de l'alimentation du montage. La diode zener  $D_2$  élimine les éventuelles surtensions.

La tension captée aux bornes de la résistance variable de la jauge est appliquée à l'entrée  $e+$  du comparateur  $IC_1$  à travers la résistance  $R_4$ .  $C_5$  assure un léger filtrage de cette tension. L'avantage de l'utilisation d'un ampli opérationnel est sa très grande impédance d'entrée qui permet dans notre cas, de ne pas fausser l'indication du galvanomètre.

Cette tension est comparée à celle qui est appliquée sur l'entrée  $e-$  de  $IC_1$  par l'intermédiaire du pont diviseur  $R_1, R_2$ . Le seuil de basculement du comparateur  $IC_1$  est ajustable par le potentiomètre  $R_2$ , ce qui permet de régler le clignotement du voyant d'alarme en fonction du niveau minimal d'essence que l'on souhaite signaler.

Examinons le fonctionnement du montage dans le cas où le voyant est éteint, c'est-à-dire quand le niveau d'essence dans le réservoir est suffisant.

Lorsque le réservoir est plein, la tension  $V_e$  est faible. La tension appliquée à

l'entrée non inverseuse du comparateur  $IC_1$  est donc inférieure à celle qui est appliquée sur son entrée inverseuse par l'intermédiaire du pont diviseur  $R_1, R_2$ . La sortie de  $IC_1$  est donc au potentiel 0V. De cette manière le condensateur  $C_2$  est déchargé et pour la même raison que précédemment la sortie du comparateur  $IC_2$  est elle aussi au potentiel 0V. La broche 4 du timer  $IC_3$ , qui est la remise à zéro, est à l'état bas, ce qui bloque le fonctionnement de  $IC_3$  dont la sortie est à 0V. La lampe  $L_1$  est donc éteinte.

Au fur et à mesure que le niveau de l'essence baisse, la tension  $V_e$  augmente. Lorsque cette tension  $V_e$  est suffisamment élevée, le potentiel de l'entrée  $e+$  de  $IC_1$  devient supérieur à celui de l'entrée  $e-$ . A ce moment le comparateur  $IC_1$  change d'état et sa sortie passe à +12V. Le condensateur  $C_2$  se charge à travers la résistance  $R_6$ . Au fur et à mesure que  $C_2$  se charge, le potentiel de l'entrée non inverseuse de  $IC_2$  augmente, jusqu'à ce qu'il dépasse le potentiel fixé par le pont  $R_9, R_{10}$  appliqué à l'entrée inverseuse de  $IC_2$ . A ce moment, le comparateur  $IC_2$  bascule et sa sortie passe à +12V. La RAZ de  $IC_3$  (broche 4) n'est plus sollicitée et le timer  $IC_3$  monté en astable entre en oscillation. On trouve sur sa sortie (broche 3) des signaux carrés qui font clignoter la lampe  $L_1$ . La fréquence de ces signaux est donnée par la formule :

$$f = \frac{1}{(R_{13} + 2R_{14}) C_4 \ln 2}$$

A priori le montage pourrait fonctionner sans le comparateur  $IC_2$ , en reliant directement la sortie de  $IC_1$  à la broche 4 de  $IC_3$ . En fait  $IC_2$ , associé aux composants  $R_6, R_7, R_8, R_9, R_{10}$  et  $C_2$  introduit un retard de quelques secondes entre le moment où le niveau d'essence mini est détecté et le moment où le voyant d'alarme clignote. Cette temporisation a pour but de pallier les clignotements intempestifs du voyant d'alarme lorsque le niveau est à la limite du niveau mini, ou lorsque la détection est faussée par le fait que la voiture n'est pas à l'horizontale. Ce qui est le cas dans les côtes ou dans les virages, par exemple. A noter que la temporisation a lieu dans les deux sens, c'est-à-dire qu'elle intervient à l'allumage du voyant mais aussi à son extinction.

## Note concernant certains composants

- Les résistances  $R_5$  et  $R_9$  introduisent un léger hystérésis dans les seuils de commutations des comparateurs  $IC_1$  et  $IC_2$  afin de parer à d'éventuelles oscillations de ces derniers lors de leur basculement.

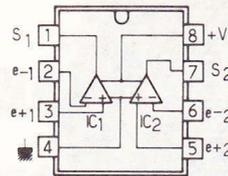
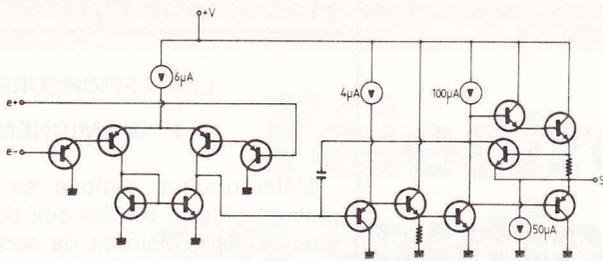
- $IC_1$  et  $IC_2$  sont deux comparateurs intégrés dans un même boîtier DIL 8 broches (fig. 3 et 4).

- $C_3$  est un condensateur effectuant la RAZ de  $IC_3$  à la mise sous tension, afin que la lampe  $L_1$  ne s'allume pas à la mise du contact.

- Compte tenu du fait que le courant de sortie de  $IC_3$  ne peut excéder 200 mA, la lampe  $L_1$  ne devra pas dépasser une puissance de 2 W.

## Réalisation pratique

Le tracé du circuit imprimé est donné à l'échelle 1 à la fig. 5. Il est du type simple face et suffisamment « aéré » pour permettre sa réalisation à l'aide de n'importe quelle méthode. Pour les amateurs qui en ont la possibilité, nous recommandons d'utiliser une méthode photosensible car c'est celle qui est la plus sûre. Quelle que soit la méthode choisie, il faudra prendre soin de surveiller l'attaque du cuivre par le perchlorure car c'est en général à ce stade que l'on rate le plus de circuits. Une fois le circuit gravé, il suffira de le rincer à l'eau et de l'essuyer avant d'effectuer le perçage.



**Fig. 3. et 4. – Structure interne et brochage du LM 358 double amplificateur opérationnel basse puissance. Il fait partie de la série des LM 158, 258, 158 A, 258 A, 358 A, 2904, auxquels il est équivalent pour ce type d'application.**

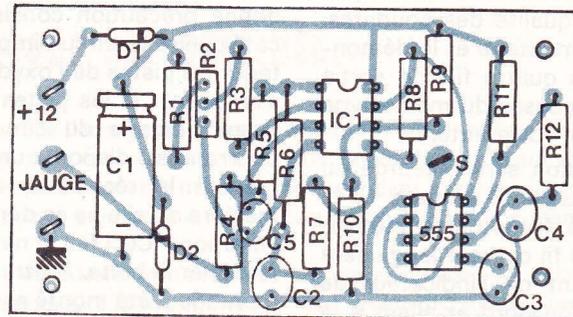
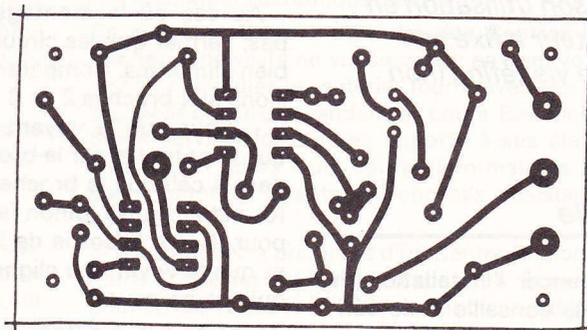
Pour ce dernier, un foret de  $\varnothing 0,8$  mm suffira pour la plupart des trous exceptés ceux du condensateur  $C_1$ , du potentiomètre miniature  $R_2$  et de la diode  $D_1$  qui seront percés à 1 mm ainsi que les quatre trous des entrées et sorties qui seront percés à 1,3 mm en vue de souder des cosses ou des picots.

Le perçage effectué, on pourra procéder à l'implantation des composants conformément à la figure 6, en s'aidant de la nomenclature.

On commencera par souder les plus petits composants, résistances, diodes et circuits intégrés, pour terminer par les condensateurs et les cosses à souder. Les dimensions du circuit imprimé permettent de le loger dans un coffret.

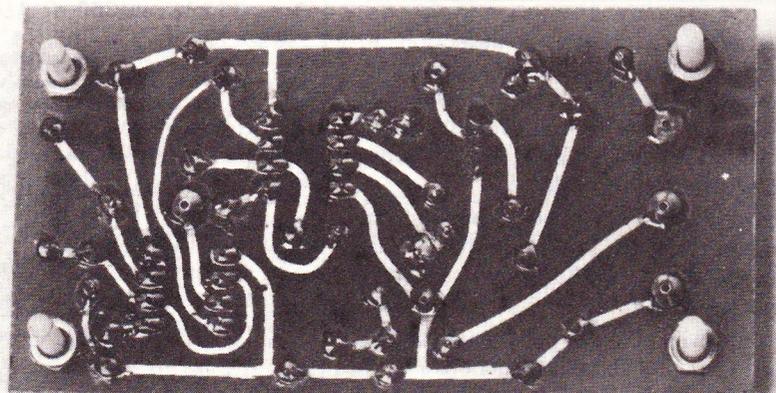
On peut choisir par exemple un modèle Teko P1 ou encore un modèle de la marque Bimboxes, qu'on trouve chez beaucoup de revendeurs.

Dans tous les cas, on prévoira un trou permettant de passer quatre fils de petite section.



**Fig. 5. et 6. – Comme d'usage, nous précisons le tracé du circuit et l'implantation des composants grandeur nature.**

*Photo 2. – La faible densité de composants permet l'utilisation du stylo, sauf peut-être pour les IC qui demandent les transferts.*



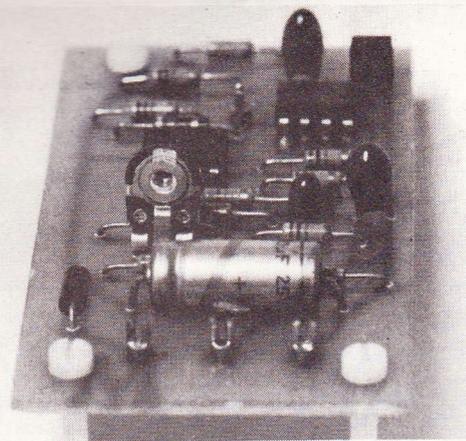


Photo 3. – Pour son utilisation en automobile, l'auteur a fixé son circuit à l'aide de vis téflon (non nécessaires).

## Installation sur le véhicule

Avant de commencer l'installation du montage, nous vous conseillons de vérifier la bonne implantation des composants et la bonne qualité des soudures. Afin de faciliter le montage et le démontage du circuit, les quatre fils de sortie seront équipés de cosse du même type que celles équipant votre auto.

Le fil d'alimentation sera raccordé au + 12 V coupé par la clé de contact. Le fil de masse sera relié à une partie métallique du véhicule. Le fil capteur jauge sera relié à celui partant de l'indicateur de niveau du tableau de bord et allant à la résistance du réservoir. Enfin le fil de sortie sera relié au voyant de type 12 V/2 W. On pourra utiliser avec avantage un voyant laissé libre par le constructeur. A la place du voyant on pourra aussi utiliser une diode LED en série avec une résistance de 680  $\Omega$ /1/4 W.

## Réglage

Pour régler le niveau de détection, il faut tout d'abord que le réservoir contienne la quantité voulue d'essence. On peut siphonner le réservoir ou bien attendre que la jauge indique le niveau désiré, pour faire le réglage.

Cette condition remplie, brancher un voltmètre entre la sortie de IC<sub>1</sub> et la masse. Mettre le contact, deux cas peuvent se présenter :

1° La lampe ne clignote pas. Le voltmètre doit indiquer une tension proche de 0 V. Dans ce cas manœuvrer lentement le curseur de la résistance ajustable R<sub>2</sub> jusqu'à ce que le comparateur IC<sub>1</sub> bascule, c'est-à-dire jusqu'à ce que le voltmètre dévie à

+ 12 V. Vérifier qu'après environ 5 à 6 secondes, le voyant se mette à clignoter. 2° La lampe clignote après la mise sous-tension. Le voltmètre indique + 12 V. Dans ce cas manœuvrer R<sub>2</sub> de manière à ce que le voltmètre indique une tension proche de 0 V. Faire ensuite le réglage indiqué pour le cas n° 1.

Au cas où le montage ne fonctionne pas, vérifier que les circuits intégrés sont bien alimentés. Comparer ensuite les tensions aux broches 2 et 3 du comparateur IC<sub>1</sub>. Pour que le voyant clignote, il faut que le potentiel sur la broche 3 soit supérieur à celui de la broche 2. Dans ce cas, IC<sub>1</sub> est en cause. Sinon faire le même test pour IC<sub>2</sub>. Si la sortie de IC<sub>2</sub> est à + 12 V et que le voyant ne clignote pas c'est IC<sub>3</sub> qui est en cause.

Une fois le montage mis au point, une bonne précaution consistera à vernir le côté cuivre du circuit imprimé afin de protéger les pistes de l'oxydation. On pourra s'en passer si les pistes ont été étamées avant perçage du circuit imprimé. On pourra aussi disposer une goutte de vernis sur la résistance ajustable R<sub>2</sub> de manière qu'elle ne se dérègle pas avec les vibrations. Ceci fait, il ne restera plus qu'à refermer la boîte. A titre d'information, le montage a été monté par l'auteur sur une Renault 12.

Philippe CHALBOS

## Nomenclature

R<sub>1</sub> : 390  $\Omega$  1/4 W (orange, blanc, marron)  
 R<sub>2</sub> : potentiomètre miniature 10 k $\Omega$   
 R<sub>3</sub> : 10 k $\Omega$  1/4 W (marron, noir, orange)  
 R<sub>4</sub> : 10 k $\Omega$  1/4 W (marron, noir, orange)  
 R<sub>5</sub> : 1 M $\Omega$  1/4 W (marron, noir, vert)  
 R<sub>6</sub> : 330 k $\Omega$  ou 360 k $\Omega$  1/4 W (orange, orange, jaune)  
 R<sub>7</sub> : 10 k $\Omega$  1/4 W (marron, noir, orange)  
 R<sub>8</sub> : 4,7 M $\Omega$  1/4 W (jaune, violet, vert)  
 R<sub>9</sub> : 12 k $\Omega$  1/4 W (marron, rouge, orange)  
 R<sub>10</sub> : 10 k $\Omega$  1/4 W (marron, noir, orange)  
 R<sub>11</sub> : 12 k $\Omega$  1/4 W (marron, rouge, orange)  
 R<sub>12</sub> : 68 k $\Omega$  1/4 W (bleu, gris, orange)

D<sub>1</sub> : 1N4004  
 D<sub>2</sub> : Zener 16 V/0,4 W  
 C<sub>1</sub> : 100  $\mu$ F/25 V  
 C<sub>2</sub> : 22  $\mu$ F/16 V tantale  
 C<sub>3</sub> : 10 nF céramique  
 C<sub>4</sub> : 10  $\mu$ F/16 V tantale  
 C<sub>5</sub> : 0,1  $\mu$ F/10 V tantale  
 L<sub>1</sub> : voyant 12 V/2 W  
 [IC<sub>1</sub> + IC<sub>2</sub>] : LM 358 N  
 IC<sub>3</sub> : NE 555

# BIBLIOGRAPHIE

## LES AFFICHEURS

J.-P. EHMICHEN

L'électronique digitale se répand de plus en plus et touche aux domaines les plus variés. L'élément de sortie est souvent un dispositif d'affichage. Ces dispositifs généralement optiques permettent aussi de surveiller le fonctionnement des circuits.

Mais, pour bien utiliser les afficheurs, il est indispensable de les bien connaître. C'est l'objectif que s'est fixé l'auteur, et qu'il a atteint.

Principaux chapitres :

Systèmes mécaniques – Dessins illuminés, projetés – Point ou plage lumineuse – Dessin lumineux dans un gaz – LED – Filaments incandescents – Cristaux liquides – Affichage sur tube cathodique.

Collection Technique Poche N° 26. Un ouvrage de 120 pages, format 11,7 x 16,5, 68 schémas et illustrations, couverture couleur.

Prix pratiqué par la Librairie Parisienne de la Radio, 43, rue de Dunkerque, 75940 Paris Cedex 19. : 21 F.

## UTILISATION PRATIQUE DE L'OSCILLOSCOPE

R. RATEAU

Dans un précédent fascicule de cette même collection, nous proposons, sous le titre « Structure et fonctionnement de l'oscilloscope » une analyse des circuits électroniques dont l'assemblage forme le plus universel des appareils mis à la disposition de l'électronicien.

L'étude des applications pratiques de l'oscilloscope, objet du présent ouvrage, apparaît donc comme la suite logique du volume cité. Sans prétendre épuiser un domaine aussi vaste, l'auteur a tenté de ne laisser dans l'ombre aucune des principales catégories de mesures possibles.

Certes, rien ne remplacera jamais l'expérience personnelle du technicien. Nous espérons, pourtant, que les quelques indications rassemblées ici éviteront au lecteur des tâtonnements décourageants, et lui permettront d'exploiter au mieux son appareil.

Collection technique poche N° 25. Un ouvrage de 128 pages, format 11,7 x 16,5, 140 figures et schémas, couverture couleur.

Prix pratiqué par la Librairie Parisienne de la Radio, 43, rue de Dunkerque, 75480 Paris Cedex 10 : 28 F.

Diffusion : E.T.S.F., 2 à 12, rue de Bellevue, 75940 Paris Cedex 19.

# JEU D'ADRESSE

(Suite de la page 73)

Le deuxième groupement (C et D) réalise un oscillateur générant une fréquence audible qu'amplifie le transistor BC107 et que restitue un petit HP 8  $\Omega$

La présence d'un niveau 1 sur l'entrée 6 permet l'oscillation.

On conçoit aisément qu'une possibilité de remise à zéro reste nécessaire pour remettre la sortie 11 au niveau bas. Le poussoir RAZ réalise cette fonction en portant l'entrée 9 du flip-flop RS à la masse.

La notion de montage « tremplin » s'explique donc parfaitement par le fait que le déclenchement du dispositif peut provenir de n'importe quel circuit se terminant par une mise à l'état 0, à condition bien sûr qu'il soit compatible en tension et en impédance.

Ce dispositif s'adaptera à tout système de détection possédant les caractéristiques précédentes.

## Réalisation pratique

Le choix des matériaux et des composants conditionne l'obtention d'un circuit présentable et qui marche ! Nous avons choisi un support en verre époxy (non obligatoire) et la méthode du transfert direct. Les bandes et pastilles Mécanorma, de par leur qualité, assurent un fini impeccable ; il nous est souvent arrivé de dépasser le temps idéal de gravure et nous avons toujours retrouvé nos circuits très corrects.

On prendra bien soin du 4011 et si vous n'avez pas la main légère pour les soudures il vaudra mieux prévoir un support pour circuit intégré. Une surchauffe restant fatale au C.MOS.

### Liste des composants

R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> : 1 M $\Omega$  (marron, noir, vert).  
R<sub>3</sub> : 47 k $\Omega$  (jaune, violet, orange).  
R<sub>4</sub> : 2,2 k $\Omega$  (rouge, rouge, rouge).  
R<sub>5</sub> : 33  $\Omega$  (orange, orange, noir)  
C<sub>1</sub> : 10 nF mylar  
T<sub>1</sub> : BC 107B, 2N 2222, etc.  
IC<sub>1</sub> : CD 4011  
1 poussoir  
1 HP 8  $\Omega$   
1 pile 9 V et son système pression  
Du fil de cuivre pour le parcours.

**A**près avoir écrit la Radio-Electronique simplifiée, les leçons du Professeur Cyclotron, les applications du  $\mu$ A 741 et du NE 555, la Presse Technique Internationale, **FELIX JUSTER** s'est éteint à l'âge de 77 ans.

Précisons qu'au cours de sa brillante carrière, il a rédigé quelque 13 500 articles et publié 42 livres dont le dernier en date sur les cellules solaires. Nous ne pouvons que regretter notre fidèle collaborateur et ami, nos lecteurs nous pardonneront cette confiance.

# Apprenez un métier technique d'avenir

## PAR CORRESPONDANCE



### avec STAGES

Des milliers d'emplois techniques d'avenir restent longtemps libres faute de spécialistes. Quelle que soit votre instruction et votre âge, ouvrez-vous la voie vers une situation assurée, en étudiant chez vous, à votre cadence, l'un des

## 40 PROGRAMMES

libres ou préparatoires à des  
**DIPLOMES D'ETAT**

dispensés par l'E.T.M.S. de Paris :

RADIO-H.I.F.I.	ÉLECTRONIQUE	AUTOMOBILE
TELEVISION	AUTOMATION	FROID
ELECTRICITE	AVIATION	CHIMIE
MAGNETOSCOPE	INFORMATIQUE	ETC... ETC...

## FORMATION PERMANENTE

Inscriptions individuelles ou par employeurs  
**A TOUTE PERIODE DE L'ANNEE**

Documentation EP 80 sur demande à



## ECOLE TECHNIQUE

Moyenne et Supérieure de Paris

Organisme privé régi par la loi du 12.7.1971 sous contrôle pédagogique de l'Etat

**3, rue Thénard - 75240 PARIS Cedex 05**  
Tél. 329.21.99 ++

**BROCHURE GRATUITE** EP 80-2

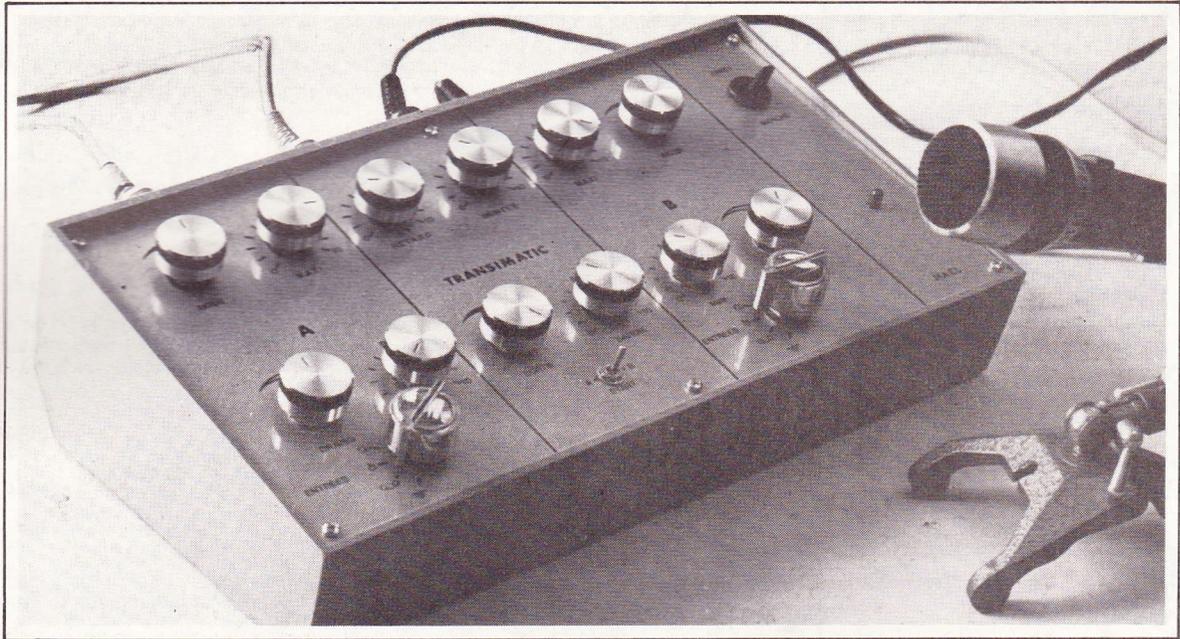
pour les demandes provenant des pays d'EUROPE.  
Pour l'étranger : joindre la valeur de 25 F français.

Nom et prénom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Ville \_\_\_\_\_ BP \_\_\_\_\_

Technique envisagée \_\_\_\_\_



**A**vez-vous déjà manipulé un pupitre de mixage classique ? Que de maladresses, de saccades et de ratés quand on n'a pas une longue expérience ! Surtout quand les étourderies s'en mêlent... Avec notre appareil, ces ennuis sont terminés : on affiche le temps de descente, celui de la montée, le retard à la remontée ainsi que les volumes mini et maxi pour chaque canal. Puis on actionne uniquement un petit inverseur et la transition musicale s'effectue automatiquement dans un sens ou dans l'autre, en douceur et sans la moindre faute. Le mixage manuel demeure faisable.

L'appareil n'est pas stéréo mais de qualité HI-FI ; il peut être suivi d'un module d'ampli seul car il comporte les réglages de tonalités et du volume final ; comme il s'agit d'un montage important, nous l'avons conçu pour qu'il fonctionne sans aucune mise au point. Si l'on se contente du module principal, le prix de revient sera de l'ordre de 190 F et de 460 F environ pour l'appareil complet que nous présentons.

# PUPITRE DE MIXAGE AUTOMATIQUE

## Principe de fonctionnement

Nous avons deux canaux d'entrées nommés A et B, chacun d'entr'eux peut recevoir une platine tourne-disque, un magnétophone ou un micro. Il s'agit

d'asservir les commandes de volumes de ces canaux puis de réunir leurs signaux de sorties en un signal final qui sera envoyé sur un ampli quelconque (fig. 1)

L'originalité du circuit réside dans la commande des volumes par **tensions continues variables** et non par division du signal par potentiomètre. Les douze

potentiomètres de la façade ne servent en fait qu'à afficher des valeurs fixes à savoir tonalité, temps et limites des transitions. La base du montage est un circuit intégré spécial BF le TDA4290 de SIEMENS, que nous avons déjà présenté en détail l'an dernier, voir « Electronique Pratique » nouvelle série n° 15 page 145 ; il s'agit

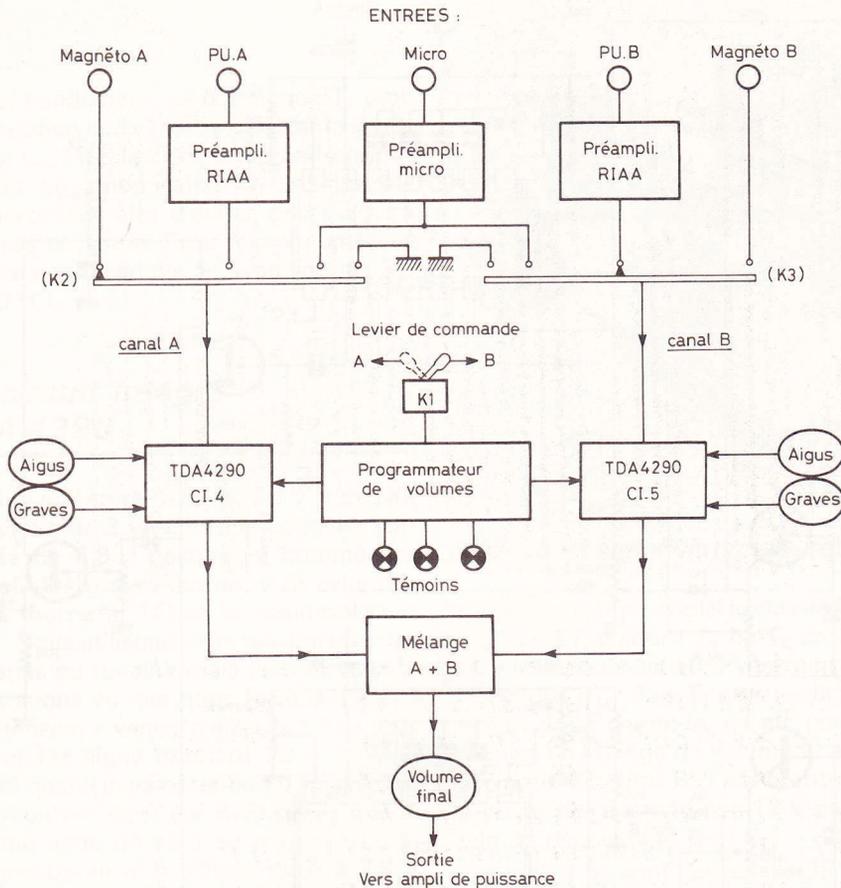


Fig. 1. – Cet organigramme permet de mieux appréhender les différentes parties du montage.

d'un correcteur de tonalité possédant aussi une commande de volume par application d'un potentiel continu, variant entre 0 et 2,4 V. Il devient alors facile de monter le volume d'un canal par la tension d'un condensateur qui se charge, et inversement. Il y a bien sûr deux TDA 4290, soit un par canal. Mais nous avons compliqué le schéma afin de disposer en automatique de tout ce que l'on peut faire avec un pupitre manuel, jugez plutôt :

Le canal A est par exemple en service, actionnons l'inverseur de commande vers B, le son baisse pendant un temps réglable jusqu'à 15 s, le son canal B monte à une vitesse qui peut être réglée différente. Le départ de la montée peut être immédiat (fondu enchaîné) ou retardé jusqu'à dix secondes (fondu simple). Pour passer ensuite de B sur A on bascule le levier dans l'autre sens. On a donc programmé trois durées baisse, montée, retard. Une LED rouge indique le fonctionnement du retard, tandis qu'une LED verte pour cha-

que canal signale que le volume maxi est atteint.

Les deux sources A et B peuvent avoir des niveaux différents par exemple deux PU équipées de cellules différentes ; à cet effet nous disposons sur chaque canal d'un ajustage du volume maxi, on diminuera donc un peu celui relié à la tête de lecture la plus sensible.

Autre cas, nous passons sur A un programme musical enregistré que nous interrompons parfois par un commentaire au micro sur B, mais on conservant un fond musical faible : on affiche alors sur A un **volume minimum** différent de zéro. En fin de transition A B le voyant vert du canal B nous signale que nous pouvons parler.

En conclusion une transition, ou mixage, s'effectue d'un geste bref d'une seule main (même très peu qualifiée...) et il n'est pas obligatoire de regarder la console : vive l'automatisme !

Les réglages de graves et d'aigus sont séparés pour chaque canal ( $\pm 16$  dB) et nous disposons aussi d'un potentiomètre de volume final sur le signal mélangé. Ainsi on peut raccorder la sortie **directement** sur un module d'ampli de puissance.

Le cas échéant il est possible de réaliser un mixage manuel sans actionner l'inverseur : il suffit de baisser le « volume maxi » du canal en service (indiqué par un voyant vert), et de monter le « volume mini » du canal hors service.

## La présentation

On n'utilise pas une table de mixage pour écouter des disques chez soi, mais pour animer une salle (bal, fête, etc.) ou pour sonoriser un film ou un diaporama. Dans ces cas précis la stéréo n'apporte rien sinon parfois quelques fâcheux ennuis de répartition phonique : l'appareil est très complet pour son usage mais dénué de dispositifs devenus alors inutiles, ainsi il est de qualité Hi-Fi, monophonique, n'a qu'une seule entrée micro et n'a pas de réglage physiologique.

La forme pupitre du boîtier n'est pas justifiée puisqu'on n'a pas à agir constamment sur les réglages, mais nous avons choisi ce coffret Teko plastique uniquement pour les grandes dimensions de son couvercle alu (305 x 160 mm) celui-ci est divisé en quatre zones (**photo 5**) : canal A, réglages des transitions, canal B et secteur 220 V.

L'intérieur renferme trois circuits imprimés, le module principal fixé sous le couvercle par ses nombreux potentiomètres (**photo 6**), un module plus petit supportant deux préamplis PU avec correction RIAA et un préampli micro, et enfin un module d'alimentation secteur.

Pour chaque canal nous avons un sélecteur d'entrées à quatre positions : zéro, direct (magnétophone), PU magnétique et micro basse impédance ( $\approx 600 \Omega$ ).

Seul le module principal constitue une originalité, vous pouvez par contre utiliser n'importe quels autres préamplis que vous avez peut être déjà, kits, récupération, etc. Il en va de même pour l'alimentation (12 à 16 V) pourvu qu'elle puisse débiter 150 mA et qu'elle soit à l'abri des

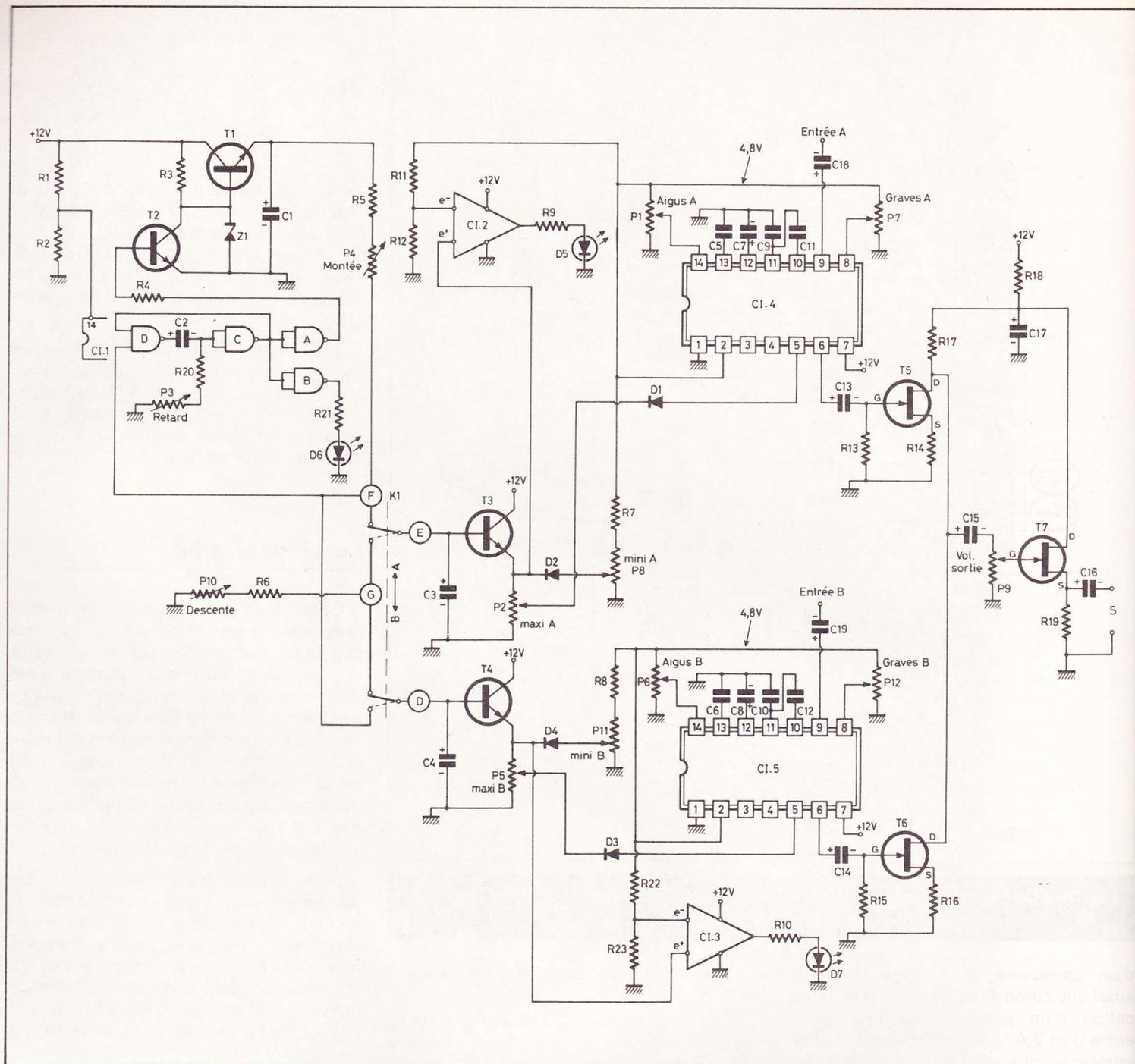


Fig. 2. – Schéma de principe du dispositif : transistors FET et circuits intégrés sont mis à profit. Les volumes des canaux A et B sont commandés en tensions continues avant d'être mélangés.

parasites du secteur. Pour blinder notre module préampli nous l'avons conçu pour qu'il se loge dans un coffret alu TEKO 4/A (photo 3)

### Le circuit électronique (fig. 2)

Ne vous effrayez pas par l'apparente complexité du schéma car ce n'est qu'un puzzle de choses simples et connues.

Commençons l'explication par le milieu du circuit, l'inverseur de commande K<sub>1</sub>. C'est un inverseur double qui provoque la charge ou la décharge de deux électrochimiques C<sub>3</sub> ou C<sub>4</sub>. Ceux-ci sont suivis d'un transistor T<sub>3</sub> ou T<sub>4</sub> en suiveur de tension, laquelle commande le volume de chaque canal par la borne n° 5 de CI<sub>4</sub> ou CI<sub>5</sub> (TDA 4290). Nous y reviendrons plus en détail.

Mettons K<sub>1</sub> en position A, le condensateur C<sub>3</sub> se charge lentement à travers R<sub>5</sub> et P<sub>4</sub> tandis que C<sub>4</sub> se décharge à travers R<sub>6</sub> et P<sub>10</sub>. Le son A monte, le son B descend. Actionnons K<sub>1</sub> en position B et c'est

le processus inverse. Parlons du « retard ».

Le condensateur C<sub>3</sub> ou C<sub>4</sub> est chargé jusqu'à 3,8 V tension fournie par le ballast constitué par T<sub>1</sub>, Z<sub>1</sub> et R<sub>3</sub>. En fin de charge le point F est donc à ce potentiel. Actionnons K<sub>1</sub>, le point F se trouve relié à un condensateur complètement déchargé, et cette impulsion de chute de potentiel déclenche un monostable réalisé avec les portes NAND D et C d'un 4011 (CI<sub>1</sub>) alimenté en 6 V. Pendant ce laps de temps, réglable de 0 à 10 secondes par P<sub>3</sub>, la LED rouge D<sub>6</sub> est allumée et le transistor

T<sub>2</sub> est conducteur, ce qui bloque T<sub>1</sub> d'où interruption de la charge débutante de C<sub>3</sub> ou de C<sub>4</sub>. Puis la charge reprend normalement. Le condensateur C<sub>1</sub> joue un rôle d'amortisseur afin d'éviter des « clocs » sonores en sortie. Pour mieux comprendre la suite parlons brièvement du TD 4290 (Cl<sub>4</sub> et 5).

## Le circuit intégré TDA 4290

Alimenté entre 10,5 et 20 V il délivre sur sa borne 2 une tension continue stabilisée de 4,8 V destinée à commander l'ampli des graves (borne n° 8) celui des aigus (borne n° 14) et le volume (borne n° 5). Nous utilisons cette tension pour les réglages de tonalité mais pour le volume nous avons vu que nous faisons appel à une tension « venue d'ailleurs ». Les graves et les aigus montent de - 16 à + 16 dB quand leurs potentiels de commandes montent de 0 à 4,8 V, tandis que le volume varie de zéro au maxi quand la tension borne n° 5 s'élève de 0 à 2,4 V seulement, une surtension jusqu'à 4,8 V serait sans effet. Pourquoi alors charger C<sub>3</sub> et C<sub>4</sub> jusqu'à 3,8 V ? Entre ces condensateurs et la borne n° 5 il y a une fonction silicium, celle d'un transistor T<sub>3</sub> ou T<sub>4</sub> soit un décalage d'environ 0,6 V, lequel va nous procurer des courbes de montées et descentes plus régulières (fig. 11). Ce point est relativement complexe et pour ne pas alourdir le texte il sera exposé dans un paragraphe annexe, et de lecture facultative.

Les curseurs de P<sub>2</sub> et P<sub>5</sub> (« Volume maxi ») sont généralement sur ou près de la butée côté émetteur de T<sub>3</sub> ou T<sub>4</sub>. Lorsque la tension sur un émetteur dépasse 2,4 V un 741 (Cl<sub>2</sub> ou Cl<sub>3</sub>) monté en comparateur éclaire une LED verte (D<sub>5</sub> ou D<sub>7</sub>) pour nous signaler que le canal en question est en palier maxi.

Le « volume mini » obtenu par P<sub>8</sub> ou P<sub>11</sub> consiste à « imposer » une tension émetteur ; la diode D<sub>2</sub> ou D<sub>4</sub> évite de mettre T<sub>3</sub> ou T<sub>4</sub> en court-circuit.

## Le mélangeur

Les volumes des canaux A et B étant « dosés » par Cl<sub>4</sub> et 5 il ne reste plus qu'à mélanger les signaux de sorties (bornes

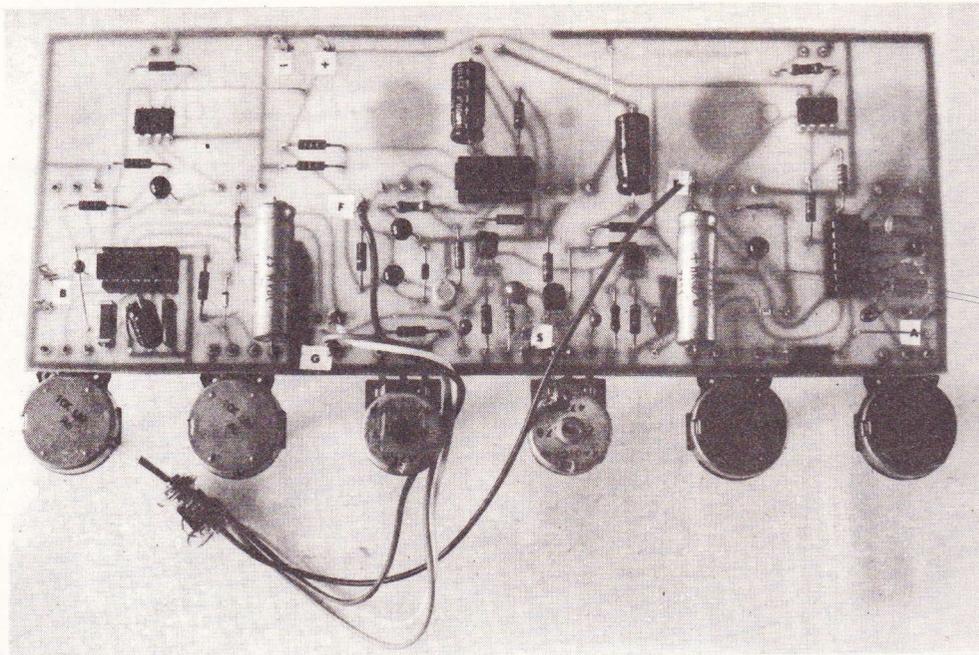


Photo 1. - Le module principal destiné à être fixé sous le couvercle.

n° 6). Nous avons choisi le classique montage à FET, d'abord T<sub>5</sub> ou T<sub>6</sub> en adaptation d'impédance et à résistance drain commune R<sub>17</sub>. Puis T<sub>7</sub> en suiveur de tension à drain commun, ce qui permet de monter un réglage de volume final P<sub>9</sub> sur son gate. Ces trois FET sont protégés des à-coups de l'alimentation 12 V par la cellule de découplage R<sub>18</sub>/C<sub>17</sub>.

Ces FET ne sont pas des 2N3819 mais des BF246 ou BF245 qui sont des modèles HF et ce pour trois raisons. La primordiale réside dans une bien meilleure uniformité des performances, car avec des 2N3819 non appariés les tensions de sorties peuvent varier du simple au double ; alors qu'avec des BF246 de technologie plus moderne la dispersion des caractéristiques dépasse rarement 15%. Deuxièmement la bande passante est meilleure, et enfin leur succès actuel fait qu'ils sont souvent meilleur marché que les 2N3819 qui font figures d'ancêtres. Les boîtiers et brochages sont identiques.

Avec P<sub>9</sub> au maxi le signal en aval de C<sub>16</sub> a pratiquement la même amplitude qu'à la sortie du TDA4290 en service.

Si vous observiez une disparité entre les deux canaux vous pourriez augmenter le gain de T<sub>5</sub> ou T<sub>6</sub> en diminuant légèrement la valeur de sa résistance de source R<sub>14</sub> ou R<sub>16</sub>, et inversement.

## Le circuit imprimé principal (fig. 3 et photo 1)

Les douze potentiomètres sont solidaires du circuit imprimé afin d'éviter un fouillis de fils de liaisons. Leur disposition

étant imposée par une bonne clarté de la console, l'implantation des composants nous a posé quelques problèmes et nous avons dû mettre huit straps. Attention ! Le module sera fixé sous le couvercle côté cuivre au-dessus, il y a donc une inversion droite gauche entre la disposition des potentiomètres sur la façade et celle sur le module vu côté composants, lequel sera donc orienté vers le bas.

Il est recommandé de reproduire le circuit par photo sur époxy sensibilisé, aussi nous avons prévu des implantations « passe-partout » pour les condensateurs. Inscrire côté composants l'emplacement des cosses D, E, F et G (à relier à K<sub>1</sub>).

Pour les transistors T<sub>1</sub> à T<sub>4</sub> vous pourrez utiliser vos fonds de tiroirs car leurs caractéristiques n'ont guère d'importance. Les condensateurs C<sub>3</sub> et C<sub>4</sub> sont des 220 μF dont les valeurs réelles peuvent être quelconques mais voisines, afin d'éviter des vitesses de montées et descentes trop différentes d'un canal à l'autre. Pour les condensateurs entre 1 et 22 μF nous avons surtout utilisé des tantales mais ce n'est pas une obligation.

A l'exception des condensateurs reliés aux deux TDA4290 (C<sub>5</sub> à C<sub>12</sub> les valeurs indiquées sont approximatives.

Le seul point délicat réside dans la fixation des potentiomètres et des LED D<sub>5</sub>, 6 et 7 tous soudés côté cuivre pour traverser le couvercle alu.

Commencer par souder côté cuivre 36 bouts de fil cuivre de 15 mm de long et 1 à 1,5 mm de diamètre, sur lesquels seront soudés les potentiomètres (photo 2). Ceux-ci doivent être espacés de 40 mm et à la même hauteur. Comment faire ?

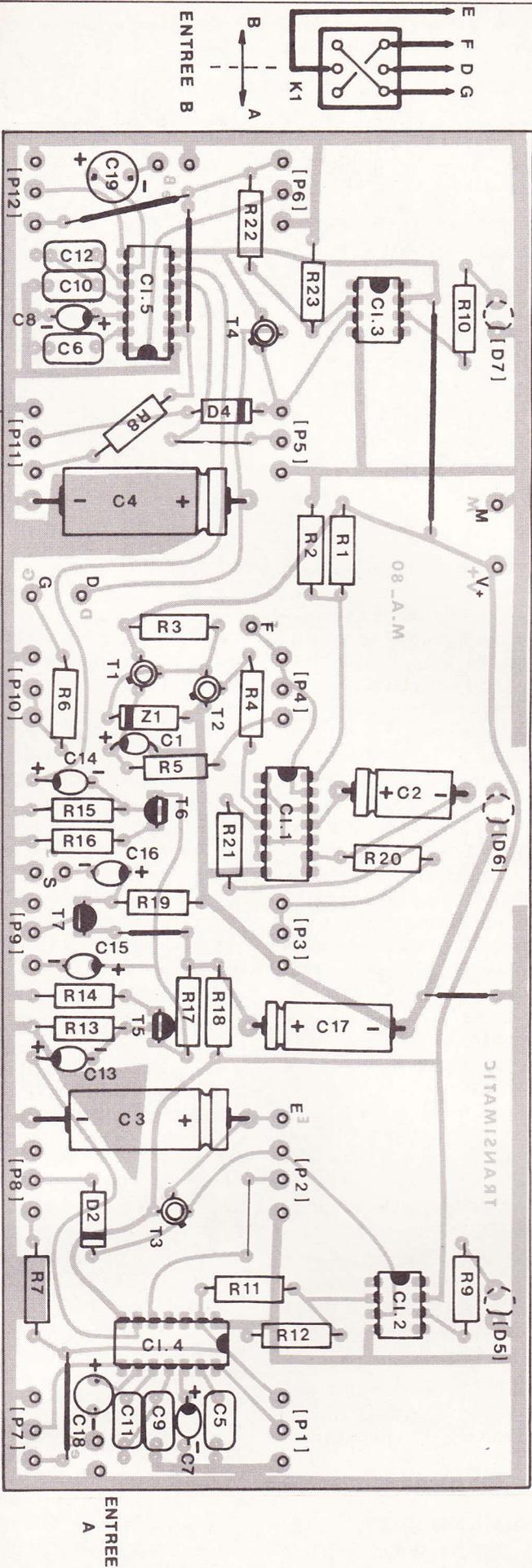
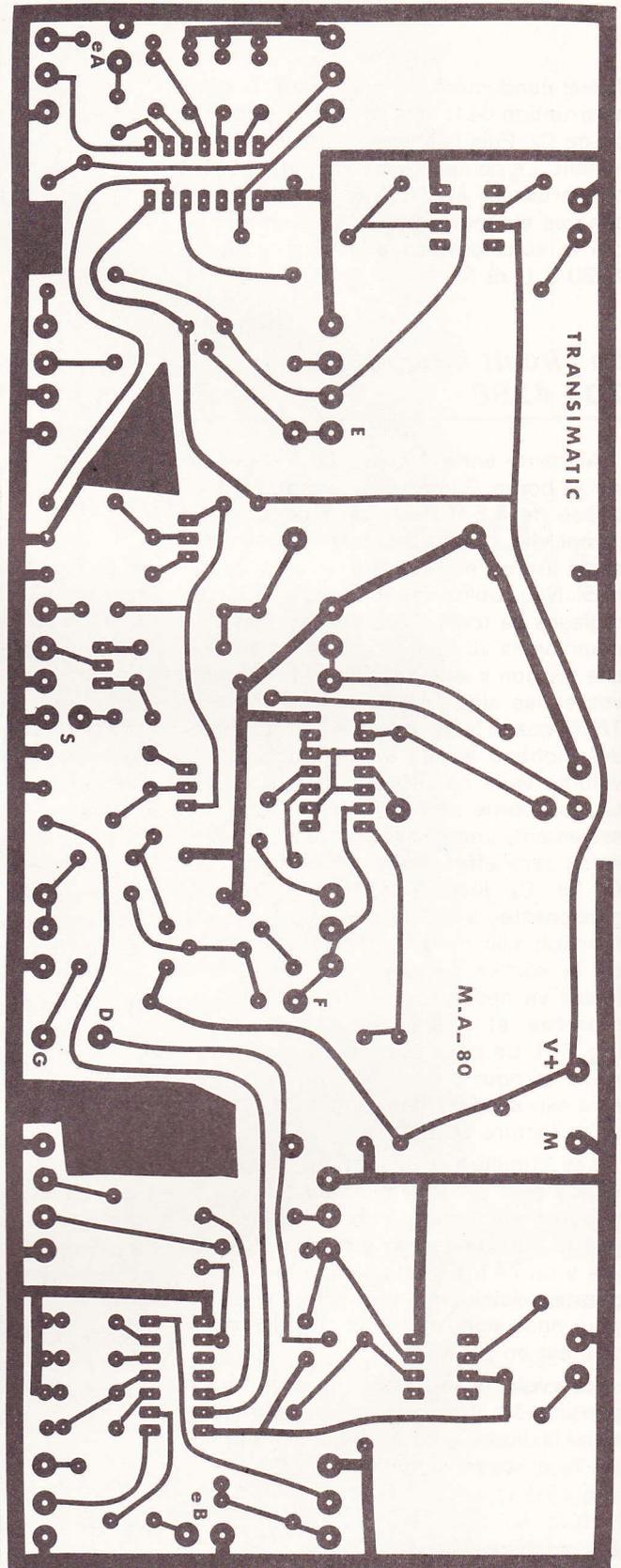
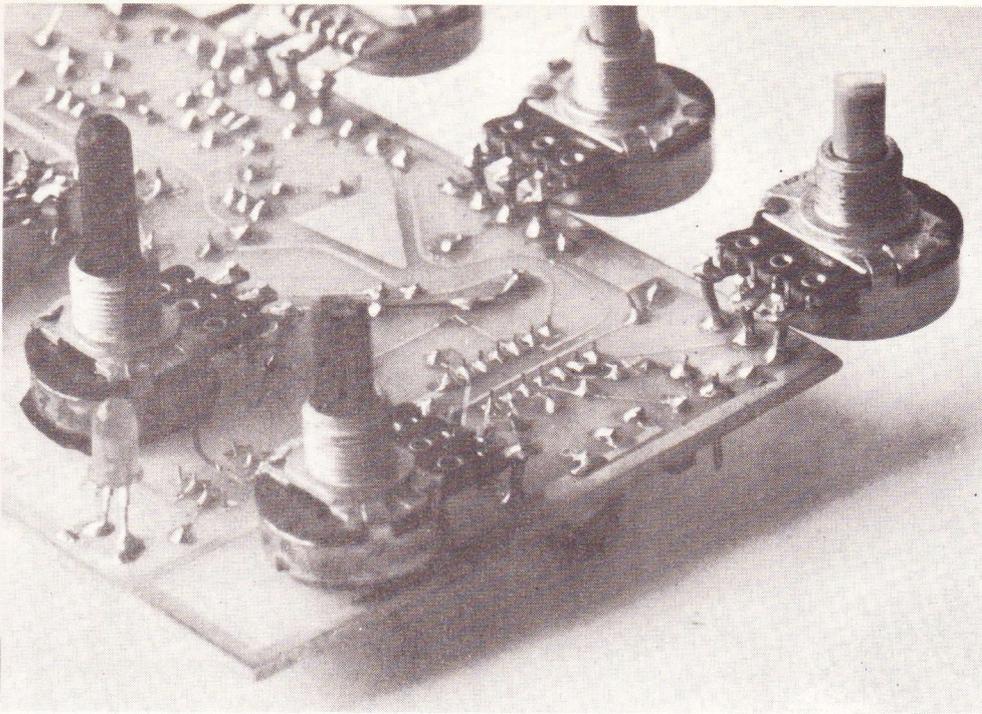


Fig. 3a et b. - Tracé et implantation du circuit se présentant comme d'usage à l'échelle 1. La disposition imposée des 12 potentiomètres explique la présence des straps. Deux straps semblent de trop; ils remplacent deux diodes D<sub>1</sub> et D<sub>3</sub> initialement prévues.



*Photo 2. – Potentiomètres et LED se disposent côté cuivre.*

Première précaution : utiliser des potentiomètres de marque et boîtier identiques. Avec des « Radiohm » les deux rangées se trouveront distantes de 75 mm, valeur qui sera différente pour d'autres modèles, il suffira d'en tenir compte lors du perçage du couvercle (fig. 9).

Commencer par la rangée P<sub>1</sub> à P<sub>6</sub>, ceux qui reposent sur l'époxy cuivré. Coller un adhésif isolant sous P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub> et P<sub>4</sub>, sauf s'ils possèdent une sortie d'axe en plastique. **Ne souder que les cosses curseurs**, figoler ensuite les positionnements en alignement des axes et en entr'axes (40 mm), puis souder les autres cosses.

Les potentiomètres de la rangée inférieure P<sub>7</sub> à P<sub>12</sub> ont leurs boîtiers dans le vide. Ne souder que les cosses curseurs en disposant les farès de boîtier dans l'alignement avec la surface époxy cuivrée (voir fig. 8). Parfaire le positionnement comme précédemment en vérifiant le parallélisme entre les deux rangées et souder les autres cosses. Couper à ras les excédents de fils cuivre pour qu'ils ne touchent le couvercle alu. Souder un fil entre la plage de masse du circuit et le boîtier de P<sub>9</sub> pour la mise à la masse du couvercle.

Les trois LED D<sub>5</sub> à D<sub>7</sub> (Ø 5 mm) seront soudées côté cuivre bien perpendiculaires au circuit. Leur hauteur tiendra compte de la hauteur des embrases de filetages des potentiomètres (voir fig. 8). Il y a quelques légères différences d'implantations de composants entre la photo 1 et les figures 3, ne tenez compte que de ces dernières.

### **Le modules des préamplis (fig. 4 et 5 photo 3)**

Des schémas classiques, éprouvés et de bonne qualité. Nous trouvons deux préamplis PU-RIAA identiques et un préampli micro. Chacun est alimenté par l'intermédiaire d'une cellule de découplage R<sub>42</sub>/C<sub>28</sub> – R<sub>43</sub>/C<sub>29</sub> et R<sub>51</sub>/C<sub>32</sub>. Peut être un luxe peu utile, mais l'auteur est maniaque...

Les préamplis ne comportent pas de condensateurs de sorties puisque les entrées A et B du module principal en sont pourvues. Toutefois nous avons pensé à ceux qui reproduiraient ce module pour un préampli PU stéréo, en prévoyant l'implantation de ce condensateur de liaison, et nous avons deux petits straps à leurs places ; à ne pas oublier...

Les trois transistors d'entrées T<sub>8</sub>, T<sub>9</sub> et T<sub>12</sub> doivent avoir un gain  $\beta$  compris entre 400 et 500.

Pour augmenter le gain d'un préampli RIAA il suffit de diminuer R<sub>28</sub> ou R<sub>29</sub>. Pour diminuer le gain du préampli micro diminuer R<sub>47</sub>.

Le module sera fixé dans un coffret alu Teko 4/A pour son blindage ; la liaison métal-masse se faisant par l'entretoise métallique (ou écrous) sous le trou Ø 3,5 situé près de l'entrée micro. Dans la « moitié lourde » du coffret nous avons pratiqué quelques encoches à la pince coupante pour le passage des câbles. D'autre part deux trous taraudés Parker Ø

3 mm dans le fond de cette moitié, serviront à fixer le boîtier alu au fond du coffret pupitre en plastique.

### **L'alimentation secteur**

Le module principal consomme environ 120 mA et les préamplis 6 mA à vide. Pour cette puissance nous avons préféré un ballast avec deux transistors en darlington piloté par une zener Z<sub>2</sub> de 13 V, ce qui nous donne 11,8 V en sortie. Il est préférable d'équiper T<sub>15</sub> (2N1711) d'un petit radiateur. Le condensateur C<sub>33</sub> absorbe les parasites du secteur et nous avons prévu l'implantation d'un condensateur de 400 V côté 220 V pour les cas rebelles. Le bruit de fond 100 Hz en sortie est inférieur à 1 mV.

La LED témoin D<sub>12</sub> est extérieure au module et sera collée au couvercle. Le transformateur est un 220/12 V/3 VA qui est soudé au circuit. L'implantation représentée correspond au modèle de la marque « Dépôt Electronique » l'une des deux plus courantes chez les détaillants.

### **La mise en coffret**

Le pupitre utilisé est le TEKO référence 364. Après perçage du couvercle (fig. 9) nous avons réalisé les inscriptions de façade en un temps record grâce aux deux nouveaux transferts Mécanorma

(réf. 219400 et 2194100), qui ont été présentés dans le numéro précédent.

Le boîtier des préamplis est fixé à l'arrière gauche du fond du coffret (photo 6) par deux vis Parker courtes le traversant. L'alimentation est vissée à l'extrême droite, le transfo orienté vers l'arrière.

La face arrière du pupitre reçoit les six socles DIN (ou autres), cinq d'entrées et un de sortie. Pour leur disposition on pourra reproduire photographiquement la figure 10 A et la coller sur le plastique à 5 mm du bord côté préamplis (voir photo 7). Avant de percer faire sauter au ciseau à bois les rainures internes situées derrière cette plaque.

Pratiquer un trou  $\varnothing 6$  pour le passage du cordon secteur, à l'arrière, en bas et dans l'alignement du transfo. Passons au câblage interne, assez simple. Les deux sélecteurs d'entrées sont des rotacteurs 3 voies/4 positions dont on utilisera qu'une voie, ou bien encore des 1 voies/ 12 positions qu'on aura bloqués à 4 positions en déplaçant la rondelle à ergot.

On utilise du câble blindé à un conducteur type BF (diamètre extérieur  $\approx 3$  mm). Il faut veiller à ce que tous les circuits de masse soient en cul-de-sac. Tapelez vous qu'une masse qui se « mord la queue » peut générer un bruit de fond. Aussi examinez bien la figure 10B. Il y a des blindages raccordés et d'autres coupés courts à une extrémité.

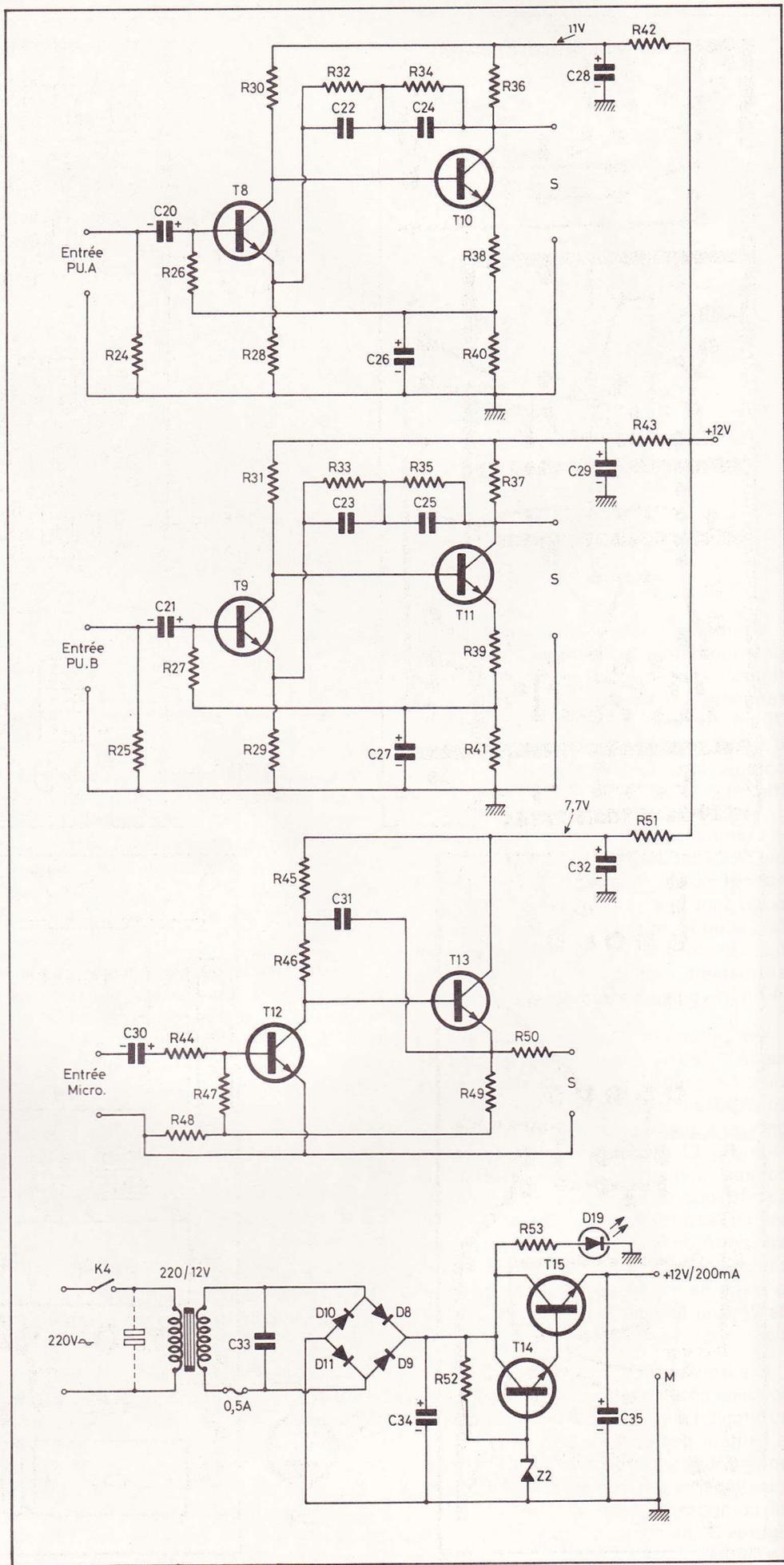
Commencer par le module préampli, fermer le couvercle alu avec les quatre vis, les câbles sortant par les encoches respectives.

Sur les deux rotacteurs  $K_2$  et  $K_3$  tous les blindages sont réunis ensemble puis aux cosses 1. Vu de l'extérieur et dans le sens horaire ces rotacteurs donnent : 1 = zéro ; 2 = magnétophone ; 3 = PU ; 4 = micro.

Remarquez que des cosses des socles DIN ont été préalablement pontées (avec des queues coupées de composants).

Fixer ce boîtier préamplis par deux vis Parker traversant le fond plastique.

Il ne reste plus qu'à câbler l'alimentation : le cordon secteur avec un nœud d'arrêt interne, son passage par l'inter marche-arrêt  $K_4$ , la liaison à la LED témoin  $D_{12}$ , dont le fil cathode sera prolongé jusqu'à un point masse, et enfin l'alimentation en 12 V des deux autres modules. Et le montage est enfin terminé ; s'il a été mené avec soin il fonctionnera du premier



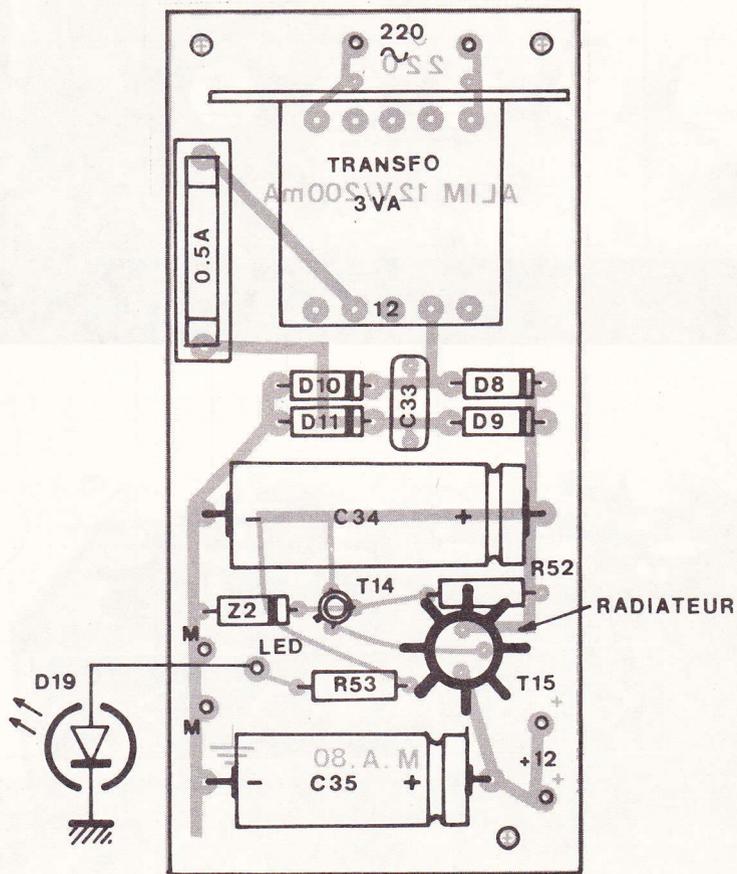
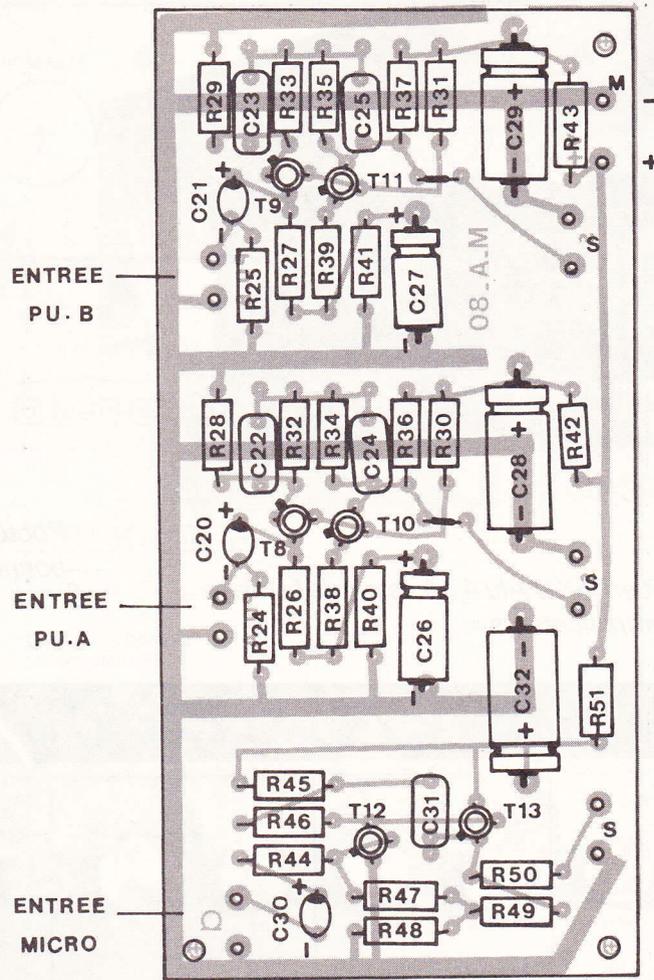
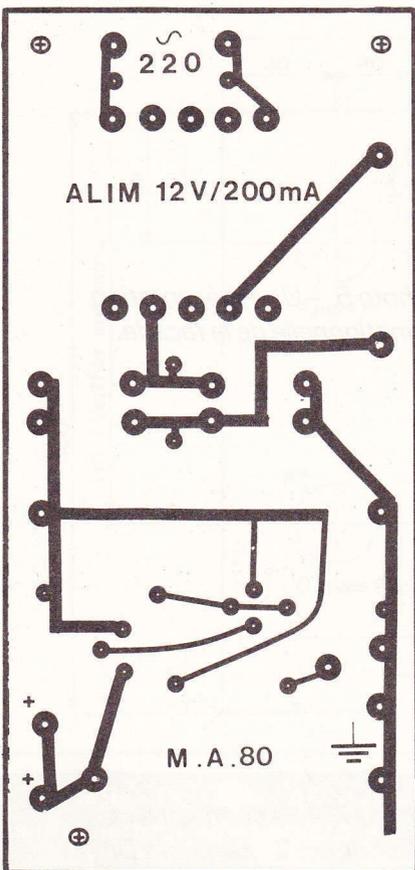
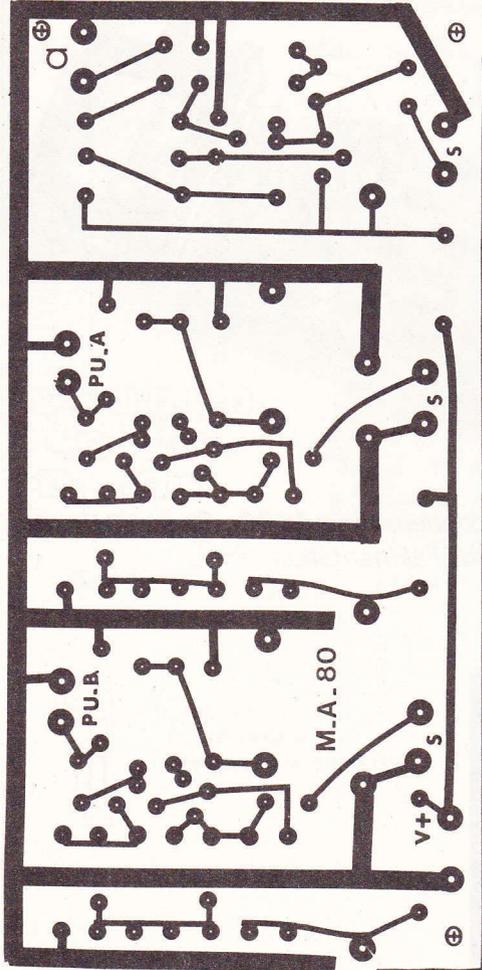


Fig. 4 à 7. - Deux préamplificateurs RIAA et un préampli micro de conception classique et éprouvée se disposent sur une platine dont le tracé et l'implantation figurent grandeur nature. Une alimentation à transistors s'avérait nécessaire.

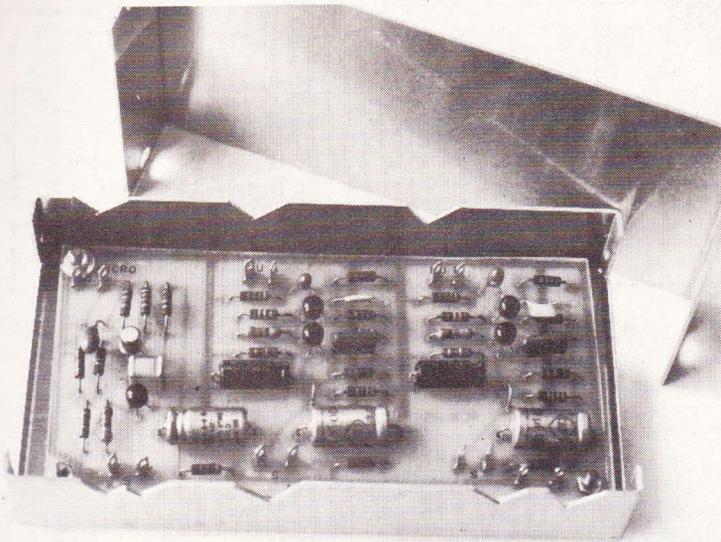


Photo 3. – Un boîtier TEKO Alu 4 / A assure le blindage du module « préamplificateurs ».

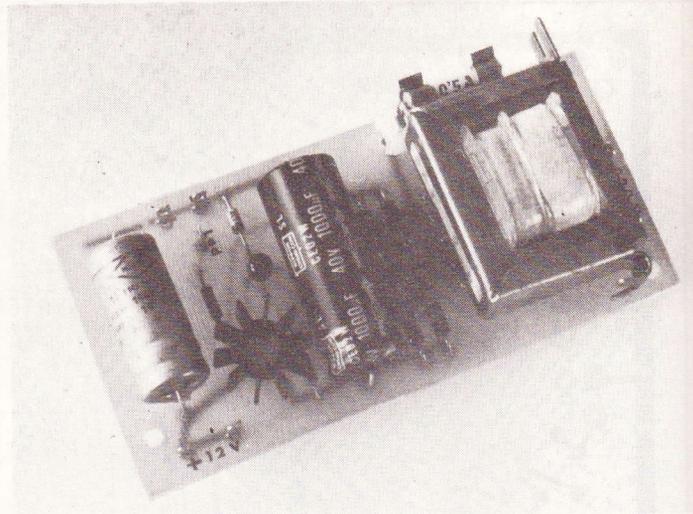


Photo 4. – Un condensateur 1000 µF permet une bonne stabilité de l'alimentation.

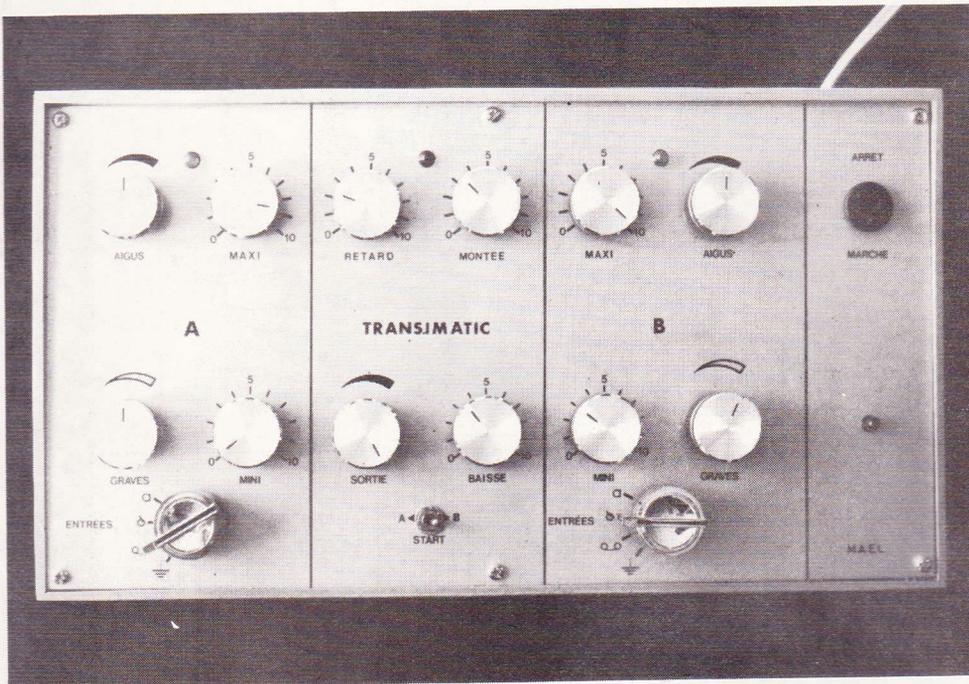


Photo 5. – Une présentation fonctionnelle de la façade.

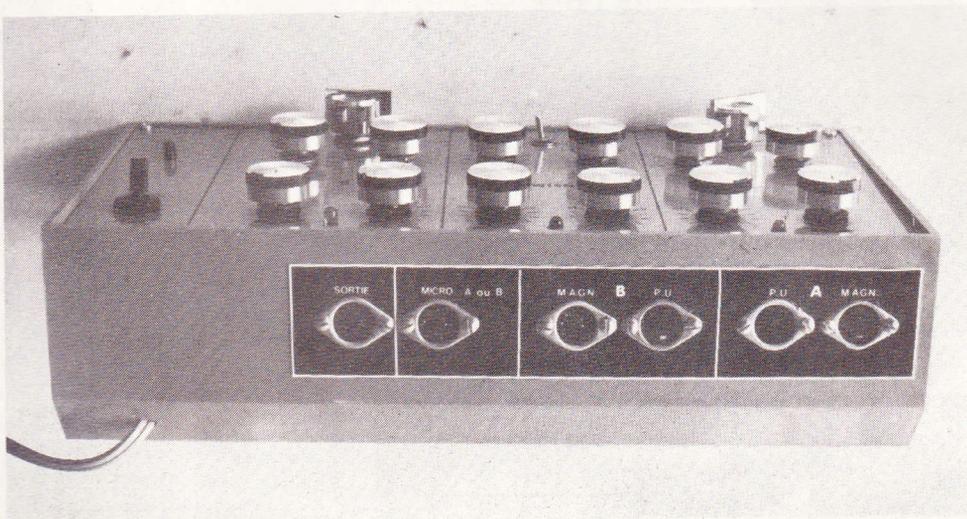


Photo 7. – Le panneau arrière regroupant les six prises DIN entrées / sorties.

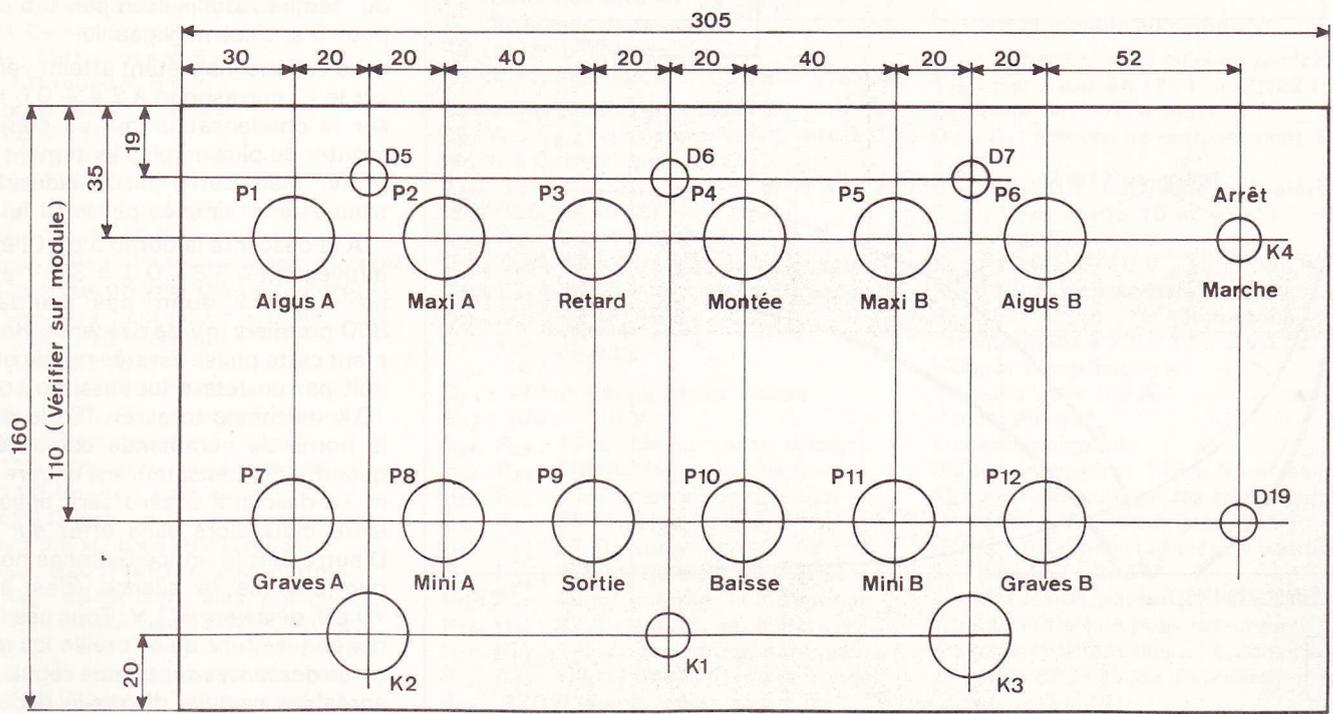
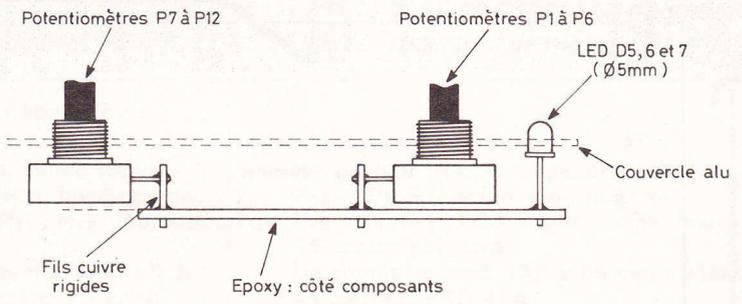
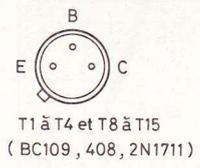
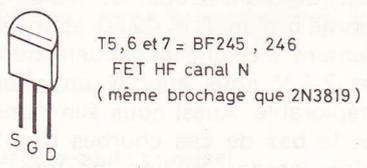
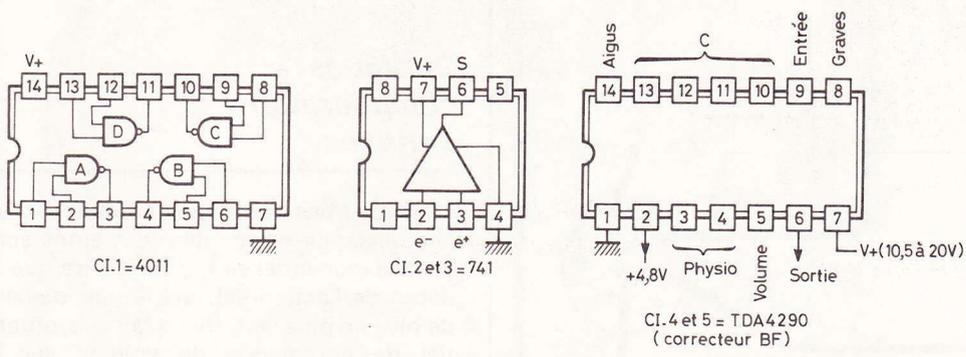
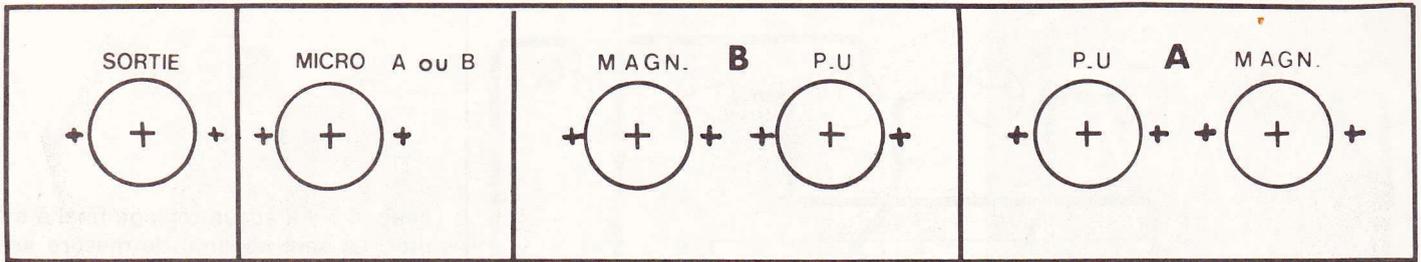
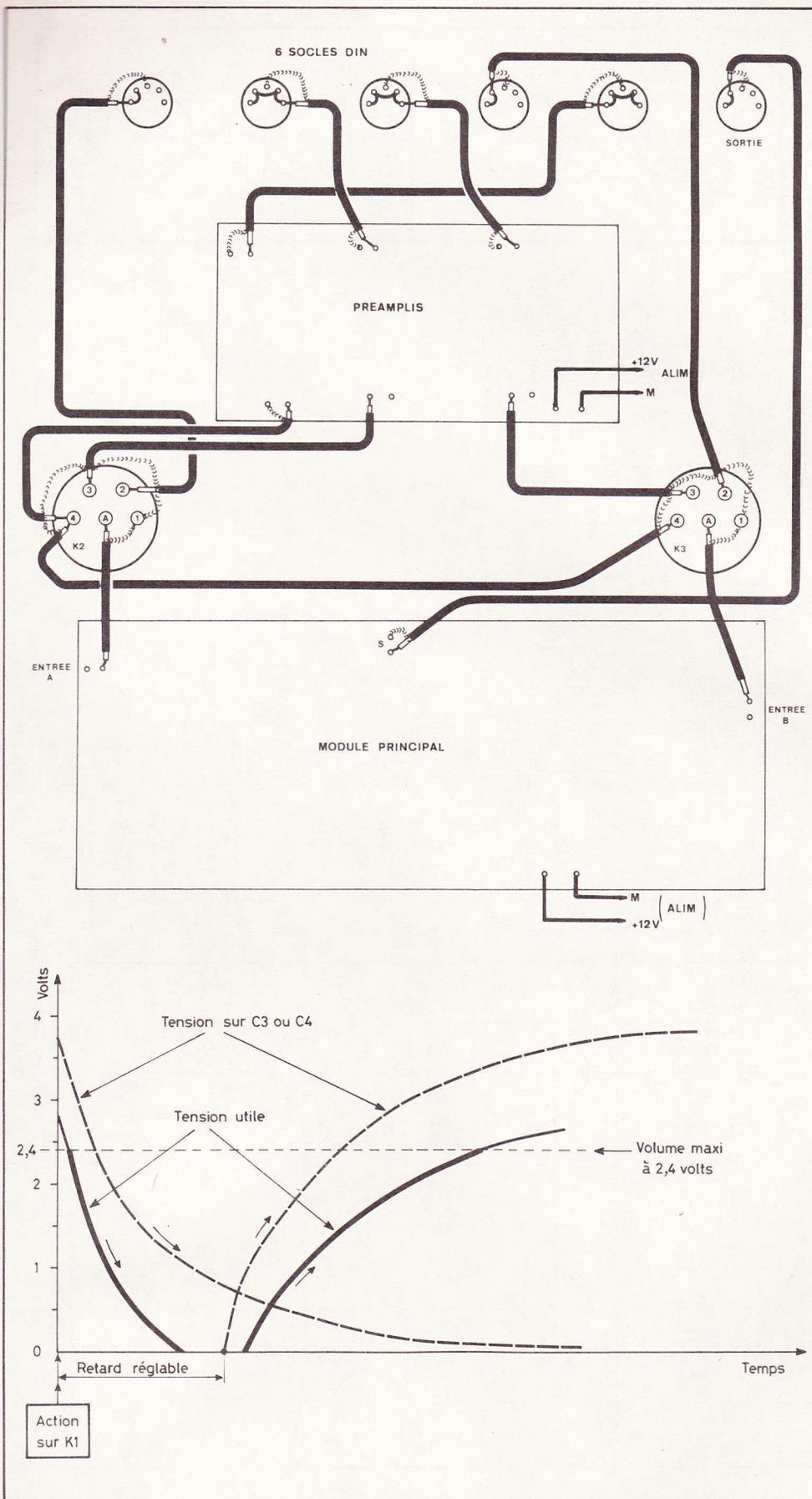


Fig. 7c à 9. - Du fil de cuivre rigide fixe les potentiomètres au module. Rappel du brochage des différents composants actifs. On s'aidera des cotes indiquées pour le perçage de la face avant du coffret TEKOPULT BOX 364.



coup, il n'y a aucun réglage final à effectuer. Le seul appareil de mesure nécessaire aura été un transistormètre pour sélectionner les transistors des préamplis.

### Quelques considérations annexes

Les courbes de charge et décharge d'un condensateur en fonction du temps sont des « exponentielles », c'est-à-dire que le début de l'action est rapide puis devient de plus en plus lent. De ce fait si le potentiel de commande de volume sur la borne 5 d'un TDA 4290 était relié directement à celui d'un condensateur entre 0 et 2,4 V nous aurions un effet sonore déplorable. Aussi nous éliminons le haut et le bas de ces courbes (fig. 11) pour n'en garder qu'une portion pseudo-linéaire: Etant donné que la borne de commande se trouve toujours à 0,6 V au-dessous du potentiel du condensateur C<sub>3</sub> ou C<sub>4</sub> nous avons un petit retard à la montée après action sur K<sub>1</sub> de l'ordre de 10 % du temps total, exemple 0,5 seconde pour 5 s, c'est négligeable.

Le volume maxi étant atteint vers 2,4 V sur le CI correspond à  $2,4 + 0,6 = 3,0$  V sur le condensateur qui va continuer à monter de plus en plus lentement jusqu'à 3,8 V, mais cette partie indésirable se trouve ainsi éliminée par le CI lui-même.

A la descente la borne 5 du CI était primitivement à  $3,8 - 0,6 = 3,2$  V et le son ne baissera donc pas pendant les 800 premiers mV de descente. Heureusement cette phase est très rapide et se traduit par un retard lui aussi de l'ordre de 10 % du temps total. En fin de descente la borne de commande est à zéro volt quand le condensateur est encore à 0,6 V et sa descente à zéro sera ensuite très lente mais alors sans effet sur le son. D'autre part la notice Siemens nous indique presque le silence, c'est-à-dire -70 dB, déjà vers +1 V. Tous ces facteurs bénéfiques font qu'à l'oreille les montées et les descentes sont d'une régularité très agréables, ce qui a, disons-le, dépassé nos espérances! Seul le retard à la descente après action sur K<sub>1</sub> reste un peu perceptible pour le manipulateur, défaut que nous n'hésitons pas à qualifier de minime.

Fig. 10 et 11. - Câblage interne en cordons blindés. Sur les deux rotateurs K<sub>2</sub> et K<sub>3</sub>, tous les blindages et bornes 1 se réunissent. Les courbes de C<sub>3</sub> et C<sub>4</sub> sont débarrassées des parties lentes ou trop rapides.

Michel ARCHAMBAULT

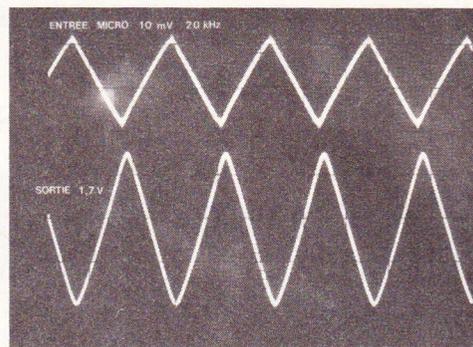
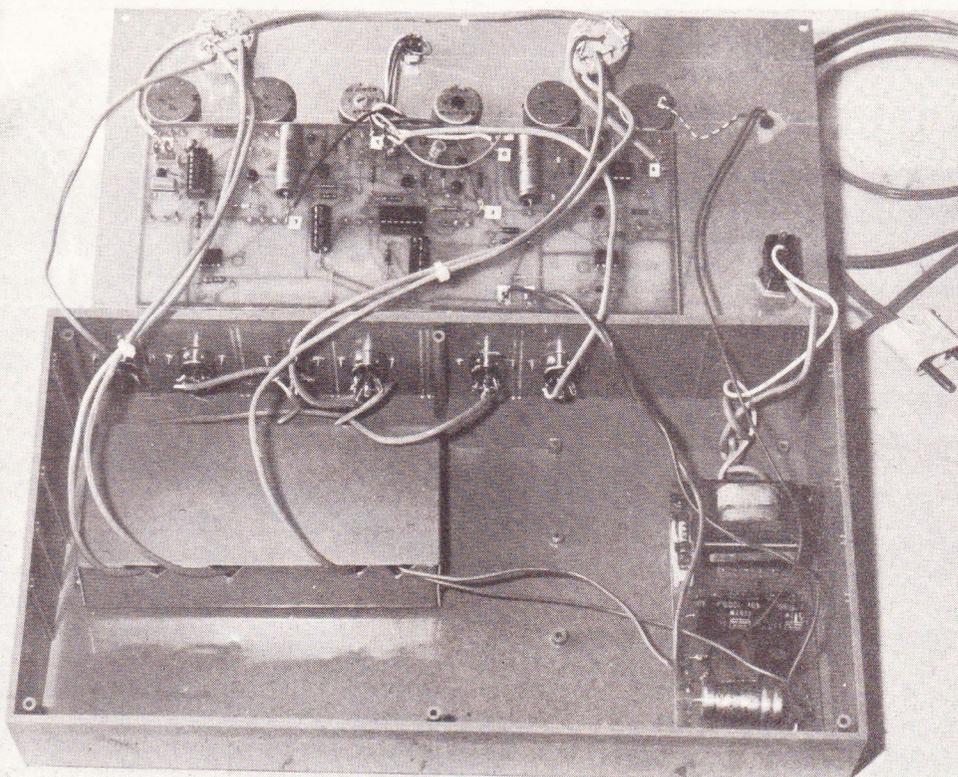


Photo 8. – Cet oscillogramme témoigne de la bonne qualité de l'ensemble.

Photo 6. – Une disposition intérieure serrée mais tout de même claire.

### Matériel nécessaire :

#### 1) Pour le module principal

**Cl<sub>1</sub>** : 4011  
**Cl<sub>2</sub>, Cl<sub>3</sub>** : 741  
**Cl<sub>4</sub>-Cl<sub>5</sub>** : TDA4290 (Siemens) correcteur BF.  
**T<sub>1</sub> à T<sub>4</sub>** : transistors NPN silicium (BC108, 109, 408 etc.)  
**T<sub>5</sub> à T<sub>7</sub>** : BF245, BF246. FET-HF canal N.  
**D<sub>2</sub>-D<sub>4</sub>** : diodes silicium quelconques.  
 (D<sub>1</sub> et D<sub>3</sub> ont été supprimées)  
**D<sub>5</sub>-D<sub>7</sub>** : LED vertes Ø 5 mm  
**D<sub>6</sub>** : LED rouge Ø 5 mm  
**Z<sub>1</sub>** : zener 4,3 V / 1/4 watt  
**C<sub>1</sub>** : 22 µF / 10 V  
**C<sub>2</sub>** : 100 µF / 10 V  
**C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>** : 220 µF / 10 V  
**C<sub>5</sub>, C<sub>6</sub>** : 6,8 nF (bleu, gris, rouge)  
**C<sub>7</sub>, C<sub>8</sub>** : 10 µF / 16 V  
**C<sub>9</sub>-C<sub>10</sub>** : 330 pF (orange, orange, marron).  
**C<sub>11</sub>, C<sub>12</sub>** : 100 nF (marron, noir, jaune).  
**C<sub>13</sub>, C<sub>14</sub>, C<sub>15</sub>** : 1 µF / 10 V tantale  
**C<sub>16</sub>** : 10 µF / 10 V tantale.  
**C<sub>17</sub>** : 100 µF / 16 V  
**C<sub>18</sub>-C<sub>19</sub>** : 1 µF / 10 V tantale.  
**R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>** : 220 Ω (rouge, rouge, marron).  
**R<sub>3</sub>** : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)  
**R<sub>4</sub>** : 12 kΩ (marron, rouge, orange).  
**R<sub>5</sub>** : 1 kΩ (marron, noir, rouge).  
**R<sub>6</sub>** : 820 Ω (gris, rouge, marron).  
**R<sub>7</sub>, R<sub>8</sub>** : 5,6 kΩ (vert, bleu, rouge)  
**R<sub>9</sub>, R<sub>10</sub>** : 820 Ω (gris, rouge, marron).  
**R<sub>11</sub>, R<sub>12</sub>** : 56 kΩ (vert, bleu, orange)  
**R<sub>13</sub>, R<sub>15</sub>** : 47 kΩ (jaune, violet, orange).  
**R<sub>14</sub>, R<sub>16</sub>** : 15 kΩ (marron, vert, orange).  
**R<sub>17</sub>** : 12 kΩ (marron, rouge, orange)  
**R<sub>18</sub>** : 120 Ω (marron, rouge, marron).  
**R<sub>19</sub>** : 560 Ω (vert, bleu, marron).  
**R<sub>20</sub>** : 1 kΩ (marron, noir, rouge).

**R<sub>21</sub>** : 470 Ω (jaune, violet, marron).  
**R<sub>22</sub>, R<sub>23</sub>** : 56 kΩ (vert, bleu, orange).  
**P<sub>1</sub>, P<sub>6</sub>, P<sub>7</sub>, P<sub>8</sub>, P<sub>11</sub>, P<sub>12</sub>** : potentiomètre 10 kΩ A  
**P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>, P<sub>5</sub>** : potentiomètre 22 kΩ A  
**P<sub>4</sub>, P<sub>10</sub>** : potentiomètre 47 kΩ A  
**P<sub>9</sub>** : potentiomètre 47 kΩ B (log)  
**K<sub>1</sub>** : inverseur double  
 12 cosses-pognards  
 Un circuit imprimé 220 x 85 mm à réaliser.

#### 2) Pour le module Préamplis

**T<sub>8</sub>, T<sub>9</sub>, T<sub>12</sub>** : Transistors NPN β 400 à 500 (BC109 C, BC408 c)  
**T<sub>10</sub>, T<sub>11</sub>, T<sub>13</sub>** : Transistors NPN β ≥ 300 (BC109C, BC408C)  
**C<sub>20</sub>, C<sub>21</sub>** : 2,2 µF / 10 V tantale  
**C<sub>22</sub>, C<sub>23</sub>** : 2,7 nF (rouge, violet, rouge)  
**C<sub>24</sub>, C<sub>25</sub>** : 10 nF (marron, noir, orange).  
**C<sub>26</sub>, C<sub>27</sub>** : 47 µF / 10 V.  
**C<sub>28</sub>, C<sub>29</sub>** : 100 µF / 16 V.  
**C<sub>30</sub>** : 10 µF / 10 V  
**C<sub>31</sub>** : 470 nF (jaune, violet, jaune)  
**C<sub>32</sub>** : 100 µF / 10 V  
**R<sub>24</sub>, R<sub>25</sub>** : 47 kΩ (jaune, violet, orange).  
**R<sub>26</sub>, R<sub>27</sub>** : 180 kΩ (marron, gris, jaune).  
**R<sub>28</sub>, R<sub>29</sub>** : 1 kΩ (marron, noir, rouge)  
**R<sub>30</sub>, R<sub>31</sub>** : 68 kΩ (bleu, gris, orange).  
**R<sub>32</sub>, R<sub>33</sub>** : 27 kΩ (rouge, violet, orange).  
**R<sub>34</sub>, R<sub>35</sub>** : 470 kΩ (jaune, violet, jaune)  
**R<sub>36</sub>, R<sub>37</sub>** : 10 kΩ (marron, noir, orange).  
**R<sub>38</sub>, R<sub>39</sub>** : 82 Ω (gris, rouge, noir).  
**R<sub>40</sub>, R<sub>41</sub>** : 1,8 kΩ (marron, gris, rouge).  
**R<sub>42</sub>, R<sub>43</sub>** : 1,2 kΩ (marron, rouge, rouge).  
**R<sub>44</sub>** : 470 Ω (jaune, violet, marron).  
**R<sub>45</sub>** : 12 kΩ (marron, rouge, orange).  
**R<sub>46</sub>** : 47 kΩ (jaune, violet orange).

**R<sub>47</sub>** : 22 kΩ (rouge, rouge, orange).  
**R<sub>48</sub>** : 100 Ω (marron, noir, marron).  
**R<sub>49</sub>, R<sub>50</sub>, R<sub>51</sub>** : 820 Ω (gris, rouge, marron).  
 14 cosses poignards  
 Un circuit imprimé 130 x 65 mm à réaliser  
 un coffret TEKO 4/A

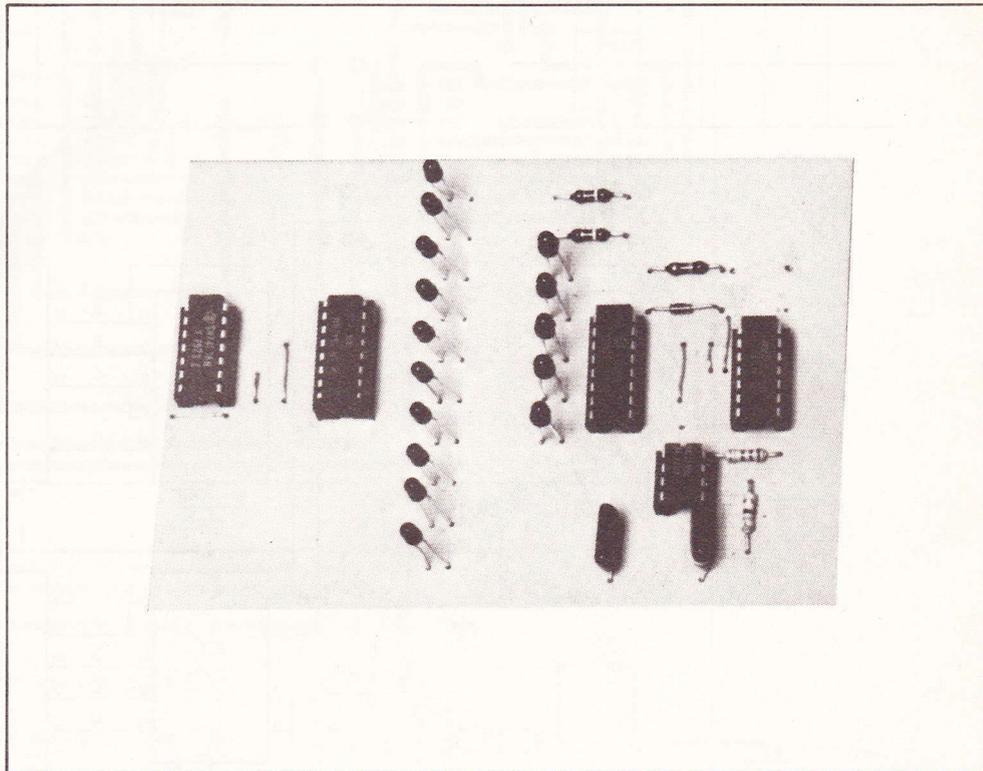
#### 3) Pour le module alimentation

**T<sub>14</sub>** : transistor NPN silicium quelconque.  
**T<sub>15</sub>** : transistor 2N1711 ou 2N2219  
**Z<sub>2</sub>** : zener 13 V 1/4 watt  
**D<sub>8</sub> à D<sub>11</sub>** : diodes de redressement 1N4001 à 4007  
**D<sub>12</sub>** : LED Ø 5 mm (jaune de préférence)  
**C<sub>33</sub>** : 15 nF (entre 10 et 47 nF)  
**C<sub>34</sub>** : 1 000 µF / 40 V  
**C<sub>35</sub>** : 1 000 µF / 25 V  
**R<sub>52</sub>** : 1 kΩ (marron, noir, rouge).  
**R<sub>53</sub>** : 820 Ω (gris, rouge, marron).  
 Transformateur 220 / 12 – 3 VA (ici marque « Dépôt Electronique »)  
 1 fusible verre 0,5 A  
 1 porte fusible  
 7 cosses-pognards  
 Un circuit imprimé 115 x 55 à réaliser.

#### 4) Pour l'assemblage des trois modules

Un coffret TEKO référence 364  
**K<sub>2</sub>, K<sub>3</sub>** : rotacteurs 3 voies / 4 positions  
**K<sub>4</sub>** : unipolaire 220 V  
 12 boutons de potentiomètres avec index.  
 2 boutons-flèches pour rotacteur.  
 6 socles DIN femelles : 5 broches à 45°  
 2,5 m de câble blindé 1 conducteur type BF (Ø ext. ≈ 3 mm).  
 1,5 m de fil méplat 7 / 10, pour le secteur.  
 1 prise mâle 220 V.

**L**ES jeux de hasard, entre autres le loto, font fureur de nos jours. Mais on éprouve bien souvent des difficultés pour choisir les nombres à jouer. Le montage suivant permet de sélectionner des nombres au hasard, qui composeront votre grille.



## Jeu de loto électronique

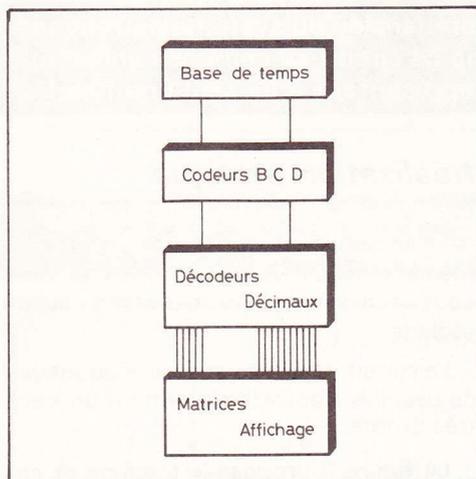
### Schéma de principe

Le schéma synoptique est proposé en figure 1.

La base de temps construite autour du NE 555 a une fréquence d'environ 3420 Hz ; ce qui rend totalement impossible de s'arrêter sur un numéro choisi. Ces impulsions sont transmises aux compteurs quand le contact du poussoir est établi.

La valeur du condensateur  $C_1$  n'a aucune importance puisqu'il fait varier la fréquence de 75 Hz avec  $0,1 \mu\text{F}$  et 75 kHz avec 1 pF, alors à vous de choisir ; la valeur du condensateur dans la maquette est de l'ordre de 22 nF.

La section de comptage se compose de deux codeurs, un pour les dizaines et un pour les unités.



**Fig. 1. - Le synoptique laisse apparaître un cheminement classique ; en fait, seuls décodage et matricage sont déterminants.**

### Les dizaines

Les nombres du loto allant de 1 à 49, il faut aller du 00 à la quarantaine, ainsi on relie les sorties A et C, correspondant respectivement à 1 et 4, aux deux remises à zéro. De ce fait, on obtient aux sorties 0, 1, 2, 3, 4, 0... le schéma de ces sorties est proposé en figure 2.

### Les unités

On relie les remises à zéro et à neuf à la masse. Car on sait qu'en TTL les entrées laissées à l'air prennent automatiquement l'état 1 ce qui bloque le compteur à 9. Là on obtient donc les nombres de 0 à 9. Le schéma de sorties du compteur des unités est en figure 3.

Les décodeurs se composent de 7442 qui ont dix sorties correspondantes aux nombres de 0 à 9.

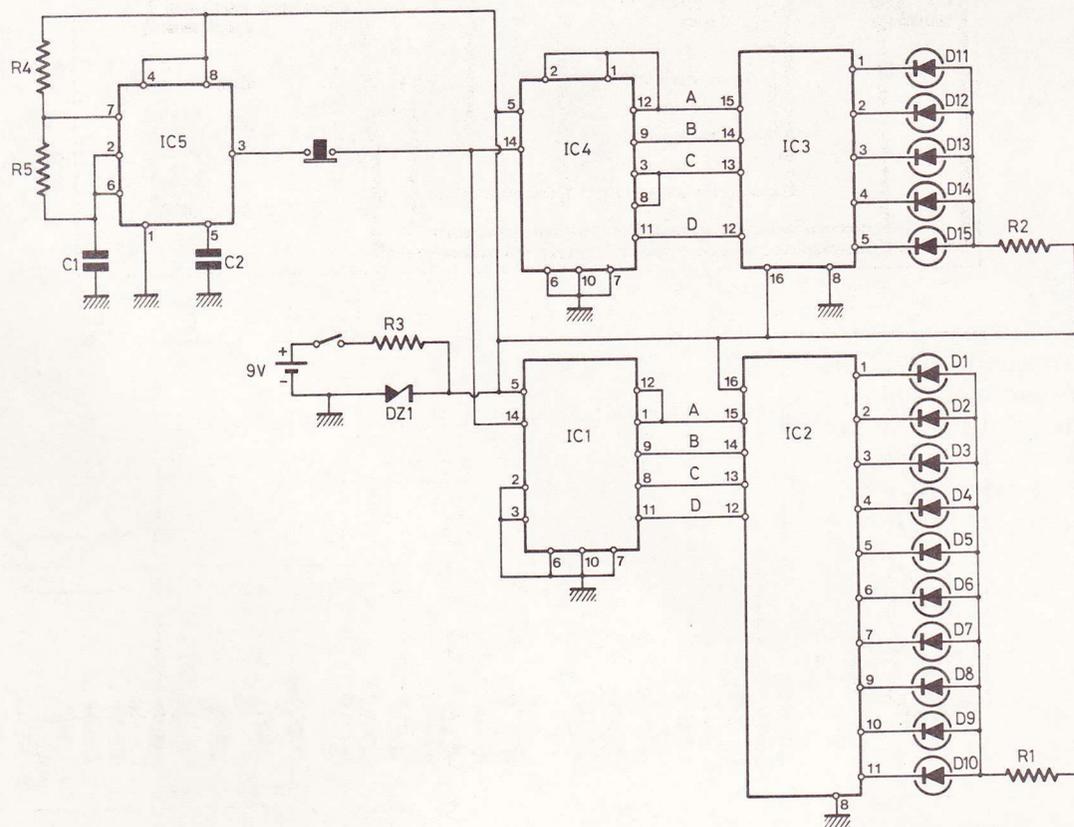
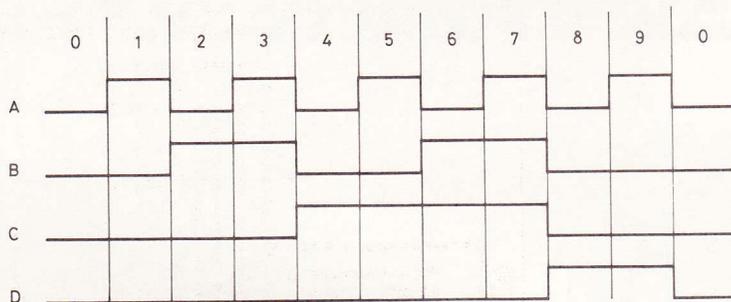
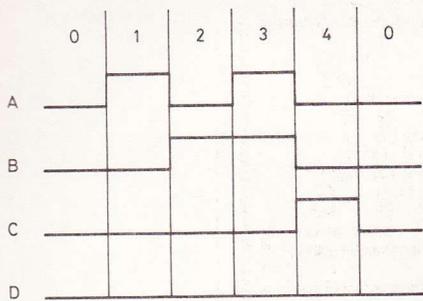


Fig. 2. à 4. – Pour une meilleure compréhension du système nous avons représenté le comptage des dizaines 0 à 4 et des unités 0 à 9. Notons que ce circuit se compose uniquement de circuits intégrés, chacun d'eux représentant à lui seul une fonction.

### Les dizaines

Le compteur n'utilisant que les nombres 0, 1, 2, 3, 4, les autres sorties 5...9 restent à l'état bas alors que les sorties utilisées par le compteur sont reliées aux diodes électroluminescentes et à travers une résistance de limitation car l'intensité disponible est de  $800 \mu\text{A}$ , et aussi ce montage a une consommation totale de l'ordre de 5 mA qui permet un usage prolongé.

### Les unités

Le compteur allant de 0 à 9 toutes les sorties sont utilisées et on y branche des Led avec, bien sûr, une résistance de limitation (schéma de principe en figure 4).

### Réalisation pratique

Le montage ne doit poser aucun problème puisqu'il fonctionne dès la mise sous tension et ne nécessite aucun réglage.

Le circuit imprimé est réalisé au moyen de pastilles transfert permettant un tracé très propre.

La figure 5 propose le tracé de ce circuit. On soude résistances, condensateurs, supports, diodes, sans oublier les straps qui sont assez nombreux. Mais il est préférable de les utiliser afin d'éviter du double face. On prendra soin de bien orienter les circuits intégrés.

La figure 6 présente l'implantation des composants, on veillera scrupuleusement à la bonne orientation des diodes électroluminescentes. Le jeu en question se présente sous la forme d'un module qui pourra facilement se loger à l'intérieur d'un coffret TEKO de référence 362.

Nous vous souhaitons que ce montage vous permette de gagner ou de vous distraire en famille.

L.L.

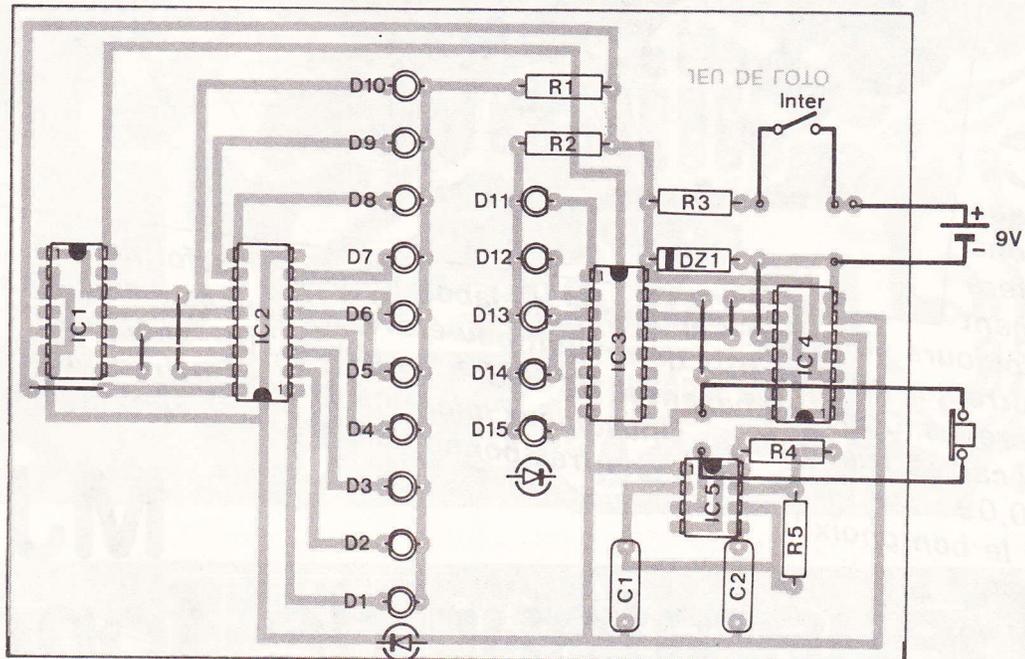
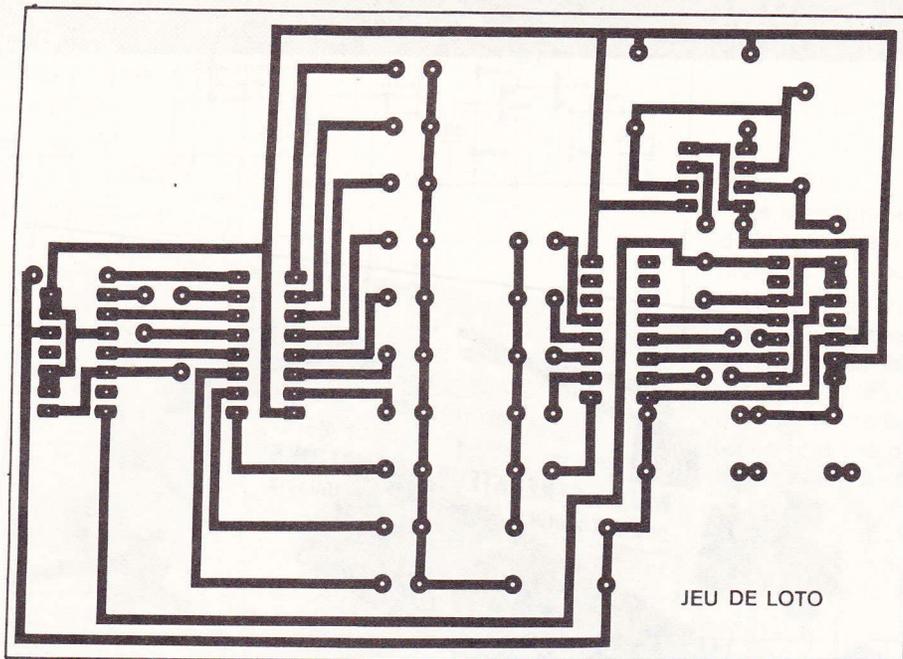


Fig. 5. à 6. – Remarquons la netteté du tracé. La présentation à l'échelle 1 en facilitera la reproduction. Au niveau implantation, un impératif : le respect des polarités.

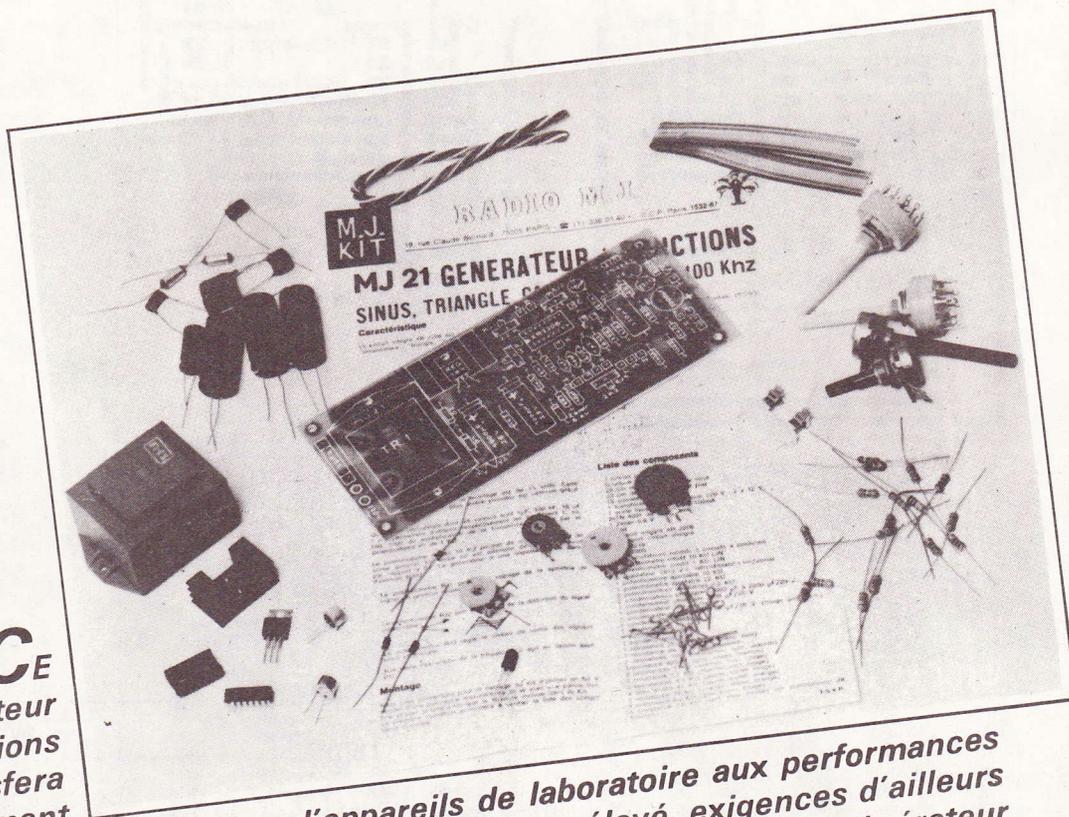
### Liste des composants

R <sub>1</sub> : 3,9 k $\Omega$ (orange, blanc, rouge)	IC <sub>1</sub> : 7490
R <sub>2</sub> : 3,9 k $\Omega$ (orange, blanc, rouge)	IC <sub>2</sub> : 7442
R <sub>3</sub> : 47 $\Omega$ (jaune, violet, noir)	IC <sub>3</sub> : 7442
R <sub>4</sub> : 10 k $\Omega$ (marron, noir, orange)	IC <sub>4</sub> : 7490
R <sub>5</sub> : 4,7 k $\Omega$ (jaune, violet, rouge)	IC <sub>5</sub> : NE 555

C<sub>1</sub> : 0,1  $\mu$ F à 1 pF  
C<sub>2</sub> : 10 nF

DZ<sub>1</sub> : 5,1 V/0,4 W  
D<sub>1</sub> à D<sub>15</sub> : Led 3 mm rouge

Un boîtier Teko/362  
Un bouton poussoir  
Un interrupteur  
Un connecteur de pile 9 V



**CE**  
 générateur  
 multifonctions  
 satisfera  
 sûrement

*l'amateur toujours en quête d'appareils de laboratoire aux performances plus que correctes pour un prix de revient peu élevé, exigences d'ailleurs toutes naturelles. Donc, en basant le kit MJ21 sur le XR2206, générateur de signaux carrés, triangulaires sinusoïdaux dans une gamme de fréquence allant de 0,09 Hz à 1 MHz avec une très bonne stabilité, la société Radio MJ a fait le bon choix !*

# MJ 21, Générateur de fonctions

## Schéma de principe

Le système se destinant au laboratoire, une alimentation secteur reste la meilleure solution.

Un transformateur 220 V - 2 x 12 V abaisse donc la tension EDF. Deux diodes assurent le redressement multiplié par 2 alternances et un régulateur intégré peaufine le travail en délivrant une tension très stable de 15 V nécessaire au bon fonctionnement du XR2206. Deux condensateurs de 1 000  $\mu$ F et 10 000  $\mu$ F placés respectivement avant et après le régulateur atténuent les ondulations résiduelles.

Le montage du XR2206 proprement dit reste classique puisqu'il est une application directe.

Notons toutefois la présence de quatre condensateurs de 1  $\mu$ F, 100 nF, 10 nF, 1 nF placés entre les broches 5 et 6 (entrées du VCO) par l'intermédiaire du commutateur de calibre.

Ils induisent respectivement les coefficients multiplicateurs suivant : 1, 10, 100, 1000, la fréquence étant fixée par le potentiomètre P<sub>1</sub> de 1 k $\Omega$ .

La formule  $f = 1/Rc$  permet le calcul de la fréquence.

Ici R vaut P<sub>1</sub> + 8,2 k $\Omega$  (résistance série) et C vaut C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub> ou C<sub>4</sub>.

Cette expression est exacte à  $\pm 5\%$  quel que soit le calibre considéré.

Ainsi par rotation du commutateur de sélection, on obtient quatre gammes de fréquences qui se recoupent totalement, à savoir :

- 1 Hz à 100 Hz pour C = 1  $\mu$ F
- 10 Hz à 1 kHz pour C = 100 nF
- 100 Hz à 10 kHz pour C = 10 nF
- 1 kHz à 100 kHz pour C = 1 nF

Plusieurs potentiomètres existent sur ce circuit, ainsi R<sub>4</sub> limite l'excursion de la fréquence pour la première gamme qui se trouve ainsi commencer à 10 Hz.

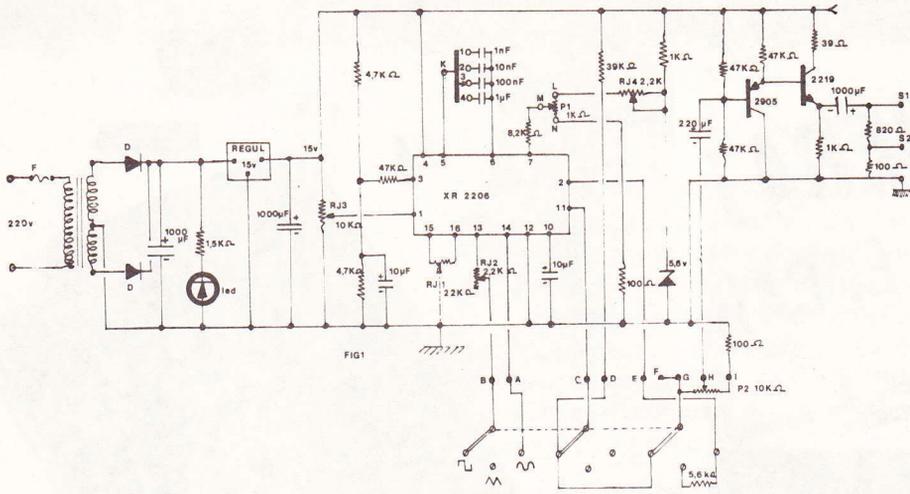


Fig. 1

Le potentiomètre  $R_{j1}$  permet le réglage de la symétrie du signal sinusoïdal disponible sur la broche 14.

Le potentiomètre  $R_{j2}$  se rapporte également aux sinusoïdes en permettant d'en diminuer les harmoniques, donc d'en réduire les distorsions. On peut ainsi obtenir moins de 1 % de 10 Hz à 10 kHz (et en tout cas moins de 3 % sur l'ensemble des fréquences). Notons que le choix de la sinusoïde s'effectue grâce à un commutateur triangle/sinus. Le signal triangulaire ayant une amplitude égale à deux fois celle de la sinusoïdale.

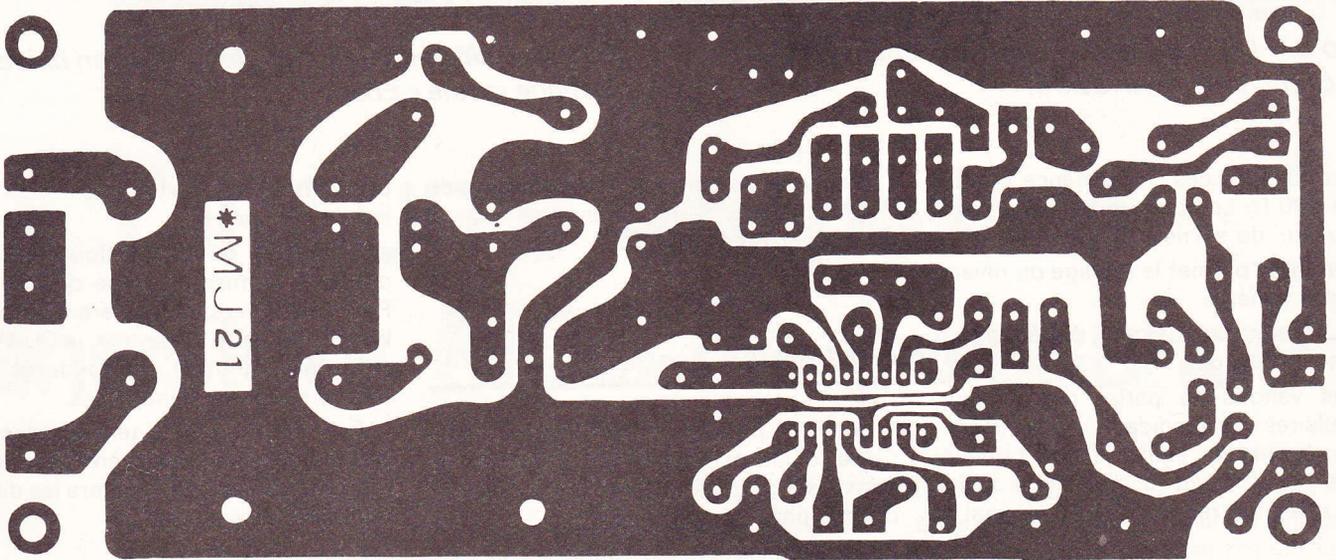


Fig. 2

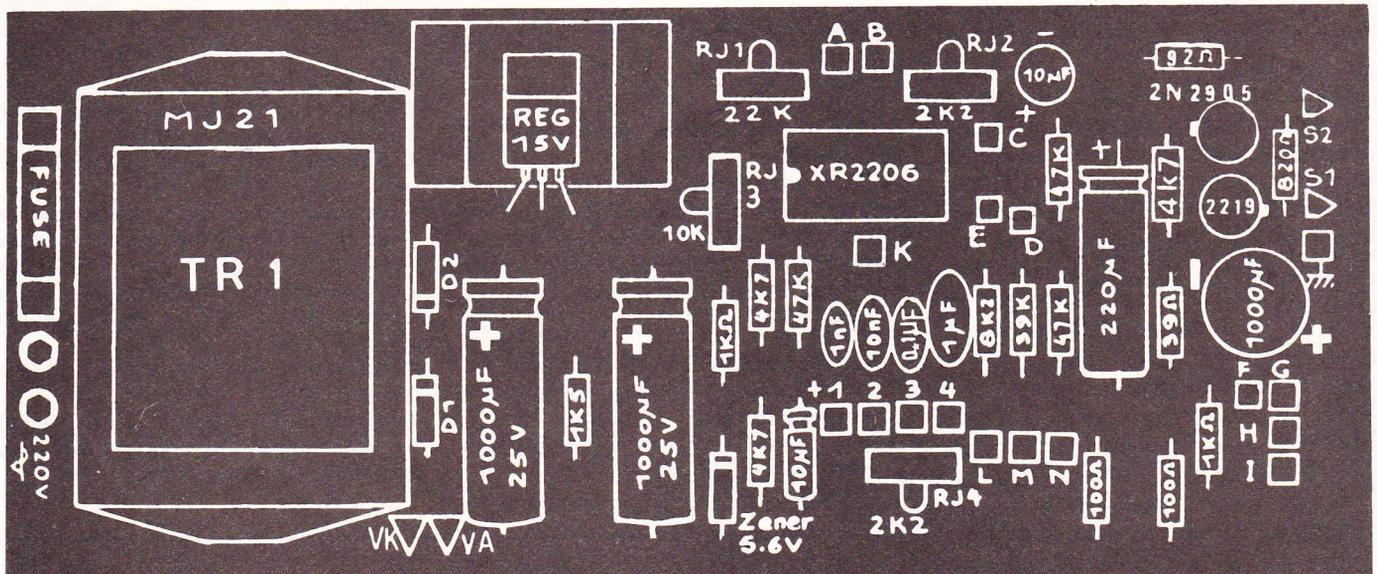


Fig. 3

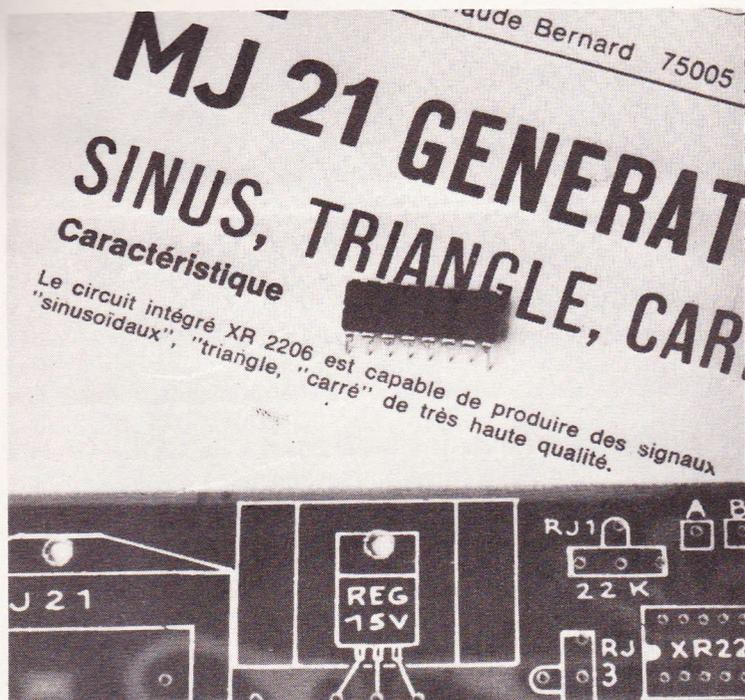


Photo 2. – Un bon « générateur » se construit autour d'un circuit intégré XR2206.

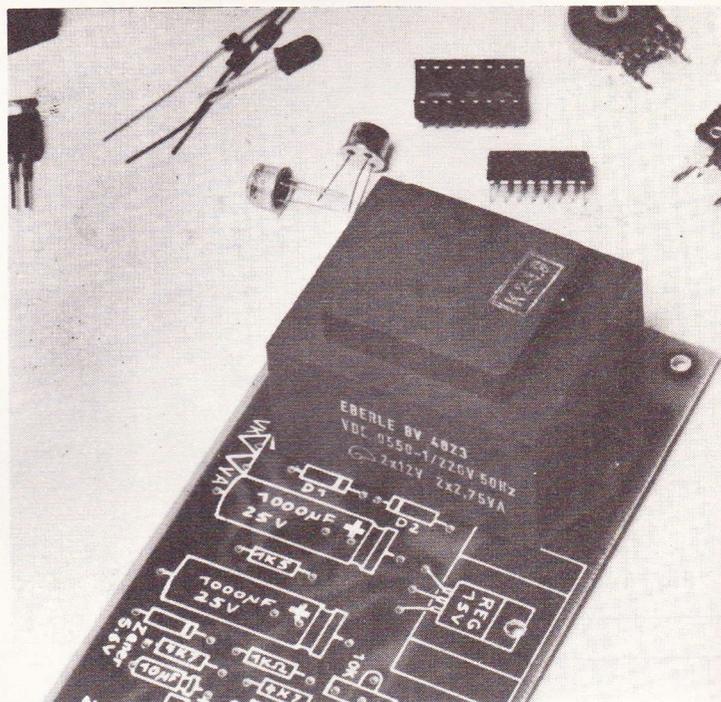


Photo 3. – Un aperçu du transformateur en boîtier plastique moulé « Eberlé ».

Dans tous les cas, l'impédance interne est de  $600 \Omega$ . Le potentiomètre  $R_{j3}$  règle les niveaux de sortie.

Et enfin  $P_2$  permet le réglage du niveau de sortie général.

La LED sert uniquement de témoin de mise sous tension.

Nous venons de parler des signaux triangulaires et sinusoïdaux, mais une sortie synchrone est également disponible, broche 11. Il s'agit d'impulsions ayant entre elles un rapport cyclique égal à 50 %.

Le niveau de sortie est au maximum de 1,5 V. La sortie  $S_2$  est atténuée d'environ 20 dB par rapport à  $S_1$ .

### Réalisation pratique

Le kit se présente sous la forme habituelle, d'une part un circuit imprimé sur époxy sérigraphié et prêt à l'emploi, et d'autre part les composants.

Une vérification par rapport à la liste

des composants de la notice, n'est jamais inutile.

Cela étant fait, il est alors possible de passer à la mise en place des éléments. Pour la soudure, on veillera à ne pas utiliser un fer trop puissant, un 30 W reste suffisant. Attention aux soudures collées et aux soudures généreuses.

Avant la mise sous tension, des vérifications rigoureuses s'avèreront nécessaires. Un oscilloscope facilitera les différentes mises aux points.

### Liste des composants

1 circuit imprimé

Soudure

20 cm de fil 6 conducteur rond

20 cm de fil 6 conducteur plat

15 cosses

1 transformateur alimentation 220 V – 2 × 12 V

1 porte fusible + fusible 100 mA

2 × 1N4001 ou équivalent

1 Zener 5,6 V

1 LED

1 circuit intégré XR2206

1 support circuit intégré

1 2N2219

1 2N2905

2 commutateurs rotatifs 3 circuits, 4 positions

1 potentiomètre rotatif 10 k $\Omega$  LIN

1 potentiomètre rotatif 1 k $\Omega$  LIN

1 régulateur 7815 + refroidisseur + vis/écrou

1 potentiomètre ajustable 10 k $\Omega$

1 potentiomètre ajustable 22 k $\Omega$

2 potentiomètres ajustables 2,2 k $\Omega$

2 condensateurs chimiques 1 000  $\mu$ F à

2 200  $\mu$ F/25 V

1 condensateur chimique

1 000  $\mu$ F/25 V

1 condensateur 220  $\mu$ F/16 V

2 condensateurs chimiques 10  $\mu$ F/16 V (rouge polarité +)

1 condensateur 1 nF

1 condensateur 10 nF

1 condensateur 100 nF

1 condensateur 1  $\mu$ F

1 résistance 39  $\Omega$  (orange, blanc, noir)

1 résistance de 92 à 100  $\Omega$

2 résistances 100  $\Omega$  (marron, noir, marron)

1 résistance 820  $\Omega$  (gris, rouge, marron)

2 résistances 2 k $\Omega$  (marron, noir, rouge)

1 résistance 1,5 k $\Omega$  (marron, vert, rouge)

2 résistances 4,7 k $\Omega$  (jaune, violet, rouge)

4 résistances 47 k $\Omega$  (jaune, violet, orange)

1 résistance 39 k $\Omega$  (orange, blanc, orange)

1 résistance 8,2 k $\Omega$  (gris, blanc, rouge)

1 résistance 5,6 k $\Omega$  (vert, bleu, rouge) sur commutateur de fonction

**O**N les commande, ces transistors MOS de puissance, avec une énergie presque nulle, et ils véhiculent pourtant des intensités de l'ordre de l'ampère. Ces performances conduisent à des applications originales et dont certaines, décrites ci-dessous, sont d'une séduisante simplicité. Ces applications font appel aux premiers MOS de puissance qu'on trouve, de façon régulière, chez certains annonceurs de notre revue. Et l'auteur de cet article a tenu à vérifier, par quelques achats, que ces composants sont effectivement disponibles soit immédiatement, soit après un délai très raisonnable.

Les montages décrits ci-dessous constituent un « commencement » dans ce sens qu'ils permettent au lecteur de se familiariser avec la nouvelle technologie MOS par des expériences très simples, et dans lesquelles les transistors sont d'ailleurs utilisés très loin de leurs limites de contrainte. Bien entendu, ces montages ne sont que des exemples. On pourra facilement les modifier et les extrapoler, en s'inspirant d'un article qui est donné plus loin dans ces pages, et qui traite de la technique d'utilisation des MOS de puissance.

## DIX CIRCUITS équipés de transistors MOS de puissance

### Les transistors utilisables et leur branchement

La plupart des montages décrits font appel à des transistors MOS de puissance en version « canal N ». On peut notamment expérimenter ces montages avec le VN46AF qui supporte une tension maximale d'alimentation de 40 V. Si cette tension doit être de 60 V, on dispose des types BD522 et VN66AF, alors que le VN88AF supporte 80 V. L'un des montages utilise un « canal P », BD512.

La **figure 1** montre que les transistors MOS de puissance comportent deux diodes intégrées. La **diode de substrat** empêche le drain de devenir négatif par rapport à la source, dans le cas d'un canal N. La **diode de protection** limite la tension de gate à 15 V dans le sens positif, et à 0,7 V dans le sens négatif. Ces polarités sont de signe contraire dans le cas du canal P.

La disposition des connexions est indi-

quée dans la **figure 2**, pour les cinq types proposés. Bien le respecter, car une inversion accidentelle drain-gate peut endommager le transistor, quand on travaille avec une tension d'alimentation de plus de 15 V.

Les montages décrits plus loin comportent des ampoules dans leur circuit de sortie, afin d'en faciliter l'expérimentation. Cette ampoule peut toujours être remplacée par un relais, un petit moteur, une sonnette ou une autre charge inductive. Pour éviter l'effet de surtension de rupture, il est alors nécessaire de prévoir des **diodes de protection**, comme le montre la **figure 3**.

Un radiateur de 7 x 7 cm environ, en tôle d'aluminium de 2 mm, est suffisant pour les expériences décrites. Un court-circuit accidentel drain-source n'est dangereux pour le transistor que si on travaille avec une tension d'alimentation de plus de 15 V. On évitera, par contre, tout court-circuit accidentel de la charge (ampoule), ainsi que tout fonctionnement

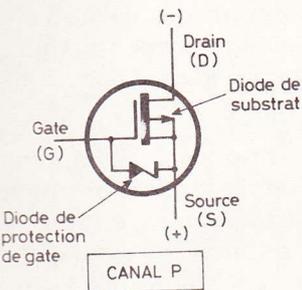
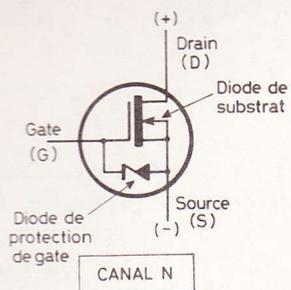


Fig. 1

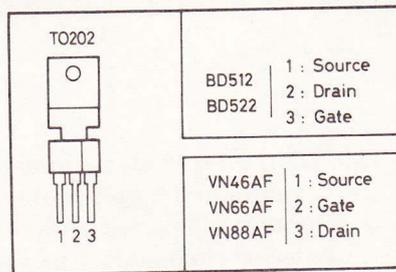


Fig. 2

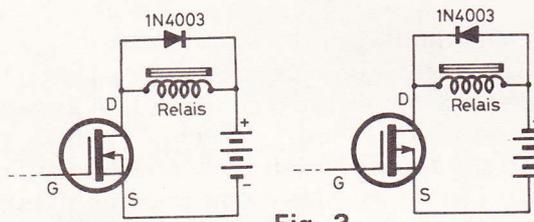


Fig. 3

avec charge de valeur ohmique trop faible, c'est-à-dire impliquant une dissipation prohibitive dans le transistor.

### 1. Indicateur d'obscurité ou éclairage automatique de secours

L'intensité photo-électrique que fournit un phototransistor est certes une grandeur très faible. Cependant, elle est largement suffisante pour commander un transistor MOS de puissance, dans le montage de la figure 4.

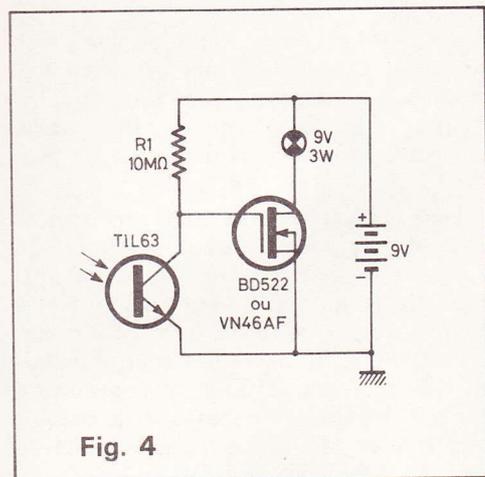


Fig. 4

L'ampoule du montage s'éteint, quand l'intensité d'éclairement du phototransistor par une photorésistance (LDR03, LDR04 ou similaire). Le seuil de commande correspond alors à une obscurité presque complète, à moins d'obturer partiellement la surface sensible de la photorésistance.

### 2. Indicateur d'éclaircissement

Le principe illustré par la figure 5 peut être utilisé, par exemple, pour la surveillance du niveau d'éclaircissement dans un atelier de photo. On pourra alors utiliser une sonnerie comme charge du transistor. Si on conserve l'ampoule, on doit évidemment s'arranger pour que sa lumière ne puisse tomber directement sur l'élément photosensible. Pour ce dernier, une photorésistance est utilisable, suivant les modalités indiquées plus haut.

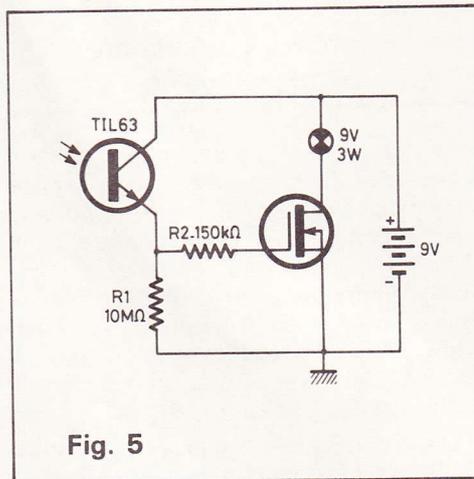


Fig. 5

La résistance  $R_2$  n'est strictement nécessaire que si on adapte le montage à une tension d'alimentation de plus de 15 V. En effet, il fonctionnera tout aussi bien sous 20 V, avec une ampoule de 20 V, 3 W. Mais une forte intensité dans l'élément photosensible, ou un court-circuit accidentel de ce dernier, peut alors

détruire la diode Zener de gate du transistor, si on ne la protège pas par  $R_2$ .

### ∴ Indicateur opto-électronique de mouvement

Le montage de la figure 6 diffère de celui de la figure 4 par le mode de polarisation du transistor (intensité de drain nulle au repos) et le condensateur de liaison  $C_1$ . L'ampoule du montage s'allume, pendant une seconde environ, quand on obscurcit l'élément photosensible d'une façon relativement rapide, par exemple quand une personne qui passe devant, y projette son ombre. Par contre, le circuit ne prendra pas en compte une variation aussi lente que le passage d'un nuage devant le soleil.

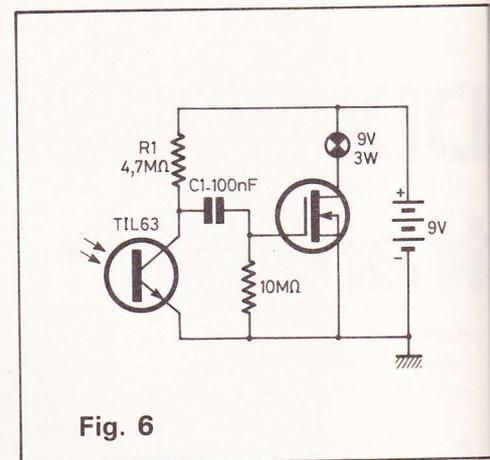


Fig. 6

Si on remplace le phototransistor par une photorésistance (type LDR03, LDR04 ou similaire), la sensibilité pourra être modifiée en jouant sur la valeur de  $R_1$  (22 à 470 kΩ). La durée de réponse de l'ampoule est proportionnelle à la valeur de  $C_1$ , on peut donc facilement la modifier.

Un fonctionnement complémentaire peut être obtenu en intervertissant, dans le montage de la figure 6, l'élément photosensible avec  $R_1$ . L'ampoule répond alors quand on cesse d'obscurcir.

### 4. Indicateur d'électricité statique positive

Le circuit de la figure 7 permet des expériences amusantes et instructives. Le transistor est utilisé avec une antenne, constituée par un fil isolé de 10 cm qu'on soude directement sur la connexion de

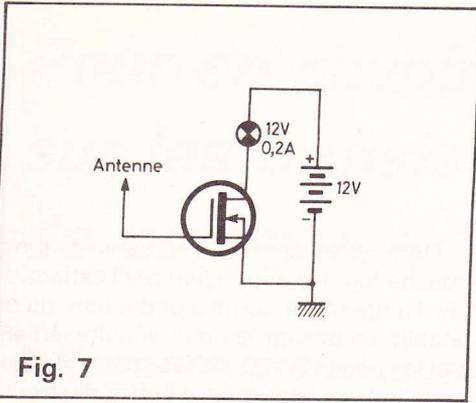


Fig. 7

gate. Si on utilise un support, celui-ci doit avoir de bonnes qualités d'isolement.

A la mise sous tension, l'ampoule s'allume, puis elle s'éteint progressivement, en quelques dizaines de secondes. Cette extinction s'explique par le courant inverse de la diode de protection de gate, lequel décharge la capacité gate-source du transistor.

Pour rallumer l'ampoule, on peut procéder à une influence électrostatique positive sur le gate. Pour cela, il suffit d'approcher, à une dizaine de centimètres de l'antenne, un objet en verre (cendrier) préalablement frotté sur un vêtement.

### 5. Indicateur d'électricité statique négative

Avec la plupart des matières plastiques, on obtient une électricité statique négative, quand on les frotte sur un vêtement. Pour obtenir l'indication d'une charge de ce type, il faut polariser le transistor. Mais cette polarisation doit se faire par une résistance de valeur très élevée, car autrement cette résistance dériverait la très faible intensité de gate dont on dispose.

L'expérience montre qu'on obtient de bons résultats en utilisant, en guise de résistance de polarisation, un morceau d'allumette dont on entoure les extrémités d'une ligature en fil de cuivre de 0,6 mm environ. Cette résistance est à connecter, comme dans la figure 8, entre drain et source. Comme sa valeur ohmique dépend de son état d'humidité, on

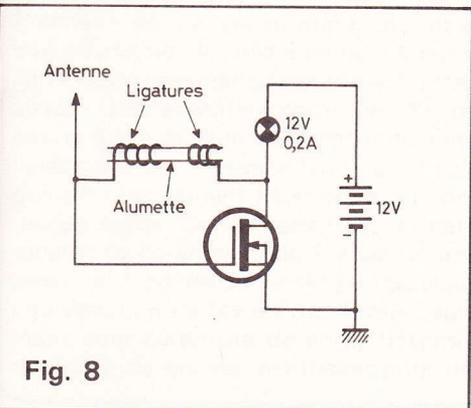


Fig. 8

utilisera des allumettes ayant séjourné dans un local bien sec.

Au bout de quelques secondes après la mise sous tension, la tension de drain se stabilise à 3 ou 4 V, et cela fait que l'ampoule fonctionne avec une brillance moyenne. Elle s'éteint quand on approche une charge négative de l'antenne. Mais au moment où on retire cette charge, on crée un « défaut de négatif » qui est équivalent à une « présence de positif ». L'ampoule brille alors, brièvement, avec son éclairage maximum, pour reprendre ensuite un fonctionnement à intensité moyenne.

### 6. Indicateur de vibrations

Une tête de lecture piézo-électrique, d'électrophone, peut être utilisée pour capter des vibrations qui sont transmises par une table sur laquelle on frappe, par un plancher sur lequel on marche, etc. Il suffit de poser le bras de l'électrophone sur l'endroit où on veut capter les vibrations, de la même manière qu'on le pose sur un disque.

Le montage de la figure 9 répond à un pareil capteur par des brefs éclairs de son ampoule, si on ajuste  $R_3$  au repos de façon que le filament de l'ampoule soit à peine incandescent. Si on effectue, au contraire, cet ajustage sur une luminosité forte, les vibrations captées détermineront de brèves extinctions de l'ampoule.

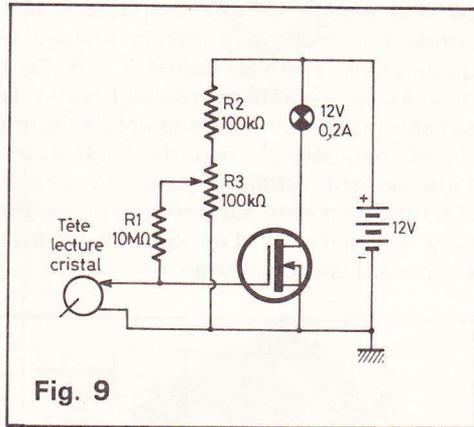


Fig. 9

Bien entendu, ce même type de montage peut être utilisé comme amplificateur ultra-simple d'électrophone, si on l'adapte à un haut-parleur et si on ajoute un potentiomètre de volume. Mais ce sujet ne pourra être abordé dans le cadre de ce texte qui est réservé aux circuits d'indication.

### 7. Indicateur de refroidissement

Pour surveiller la température d'un local, d'une enceinte thermostatée, d'un réfrigérateur, etc, on peut avoir besoin de circuits qui indiquent le dépassement d'une limite de température, dans un sens ou dans l'autre. La figure 10 présente un montage qui répond, par l'allumage d'une ampoule, à une diminution de température qui transgresse un seuil donné.

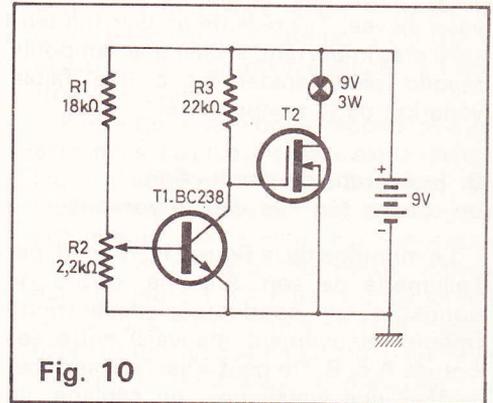


Fig. 10

Comme capteur de température, on utilise un transistor NPN dont les caractéristiques sont peu critiques. On profite de son effet de température qui fait qu'une variation de température de 1 °C est équivalente à une variation de 2 mV de la tension base-émetteur. Par contre, on ajuste cette tension de façon que le filament de l'ampoule soit à peine incandescent, quand  $T_1$  se trouve à la température qu'on considère comme seuil de fonctionnement.

Une variation de température de 1 °C détermine alors une variation de l'ordre de 400 mV au collecteur de  $T_1$ , d'où une augmentation de 100 mA environ de l'intensité dans l'ampoule, ce qui provoque un accroissement de brillance très nettement visible.

### 8. Indicateur d'échauffement

La version complémentaire du montage précédent est donné dans la figure 11. On pourrait également l'obtenir en associant un NPN à un MOS « canal P ». On ajuste  $R_1$  comme précédemment, et c'est maintenant une augmentation de la température qui se traduit par un allumage plus intense de l'ampoule. A moins d'ajuster  $R_1$  sur une brillance forte, et d'utiliser l'extinction de l'ampoule pour indiquer un refroidissement.

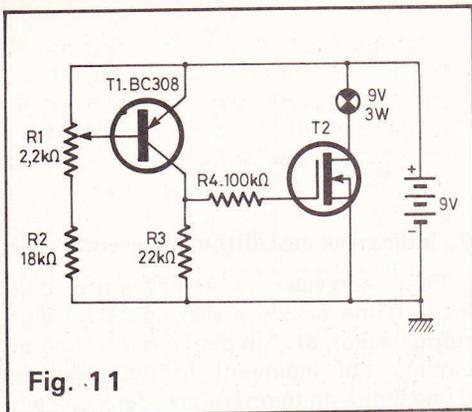


Fig. 11

La résistance  $R_4$  n'est strictement nécessaire que si on adapte le montage à une tension d'alimentation supérieure à 15 V. Avec une tension d'alimentation aussi élevée,  $T_1$  présente un gain (en tension) plus important, si bien que l'ampoule répond plus rapidement à une faible variation de la température.

### 9. Indicateur de conduction ou touche fugitive d'effleurement

Le montage de la figure 12 répond, par l'allumage de son ampoule, quand on connecte un conducteur d'électricité (même relativement mauvais) entre ses bornes A et B. On peut ainsi l'utiliser pour vérifier une installation, un câblage, un contacteur, un relais, etc.

Comme sa sensibilité est suffisante pour qu'on puisse le faire fonctionner en touchant, avec le doigt, simultanément A et B, on peut aussi l'utiliser en tant que touche fugitive d'effleurement, pour la commande de l'ampoule. Il ne s'agit pas, pour autant, d'un montage de type « tout ou rien », car il peut se faire que les conditions de polarisation du transistor soient brièvement telles que la tension drain-source soit égale à la moitié de la tension d'alimentation. Dans cette condition, qui peut aussi se présenter avec tous les autres montages de cet article, la dissipation du transistor est maximale, et on peut la calculer en déterminant l'intensité de collecteur qu'on observe lorsque la tension drain-source est égale à la moitié de la tension d'alimentation.

Lors d'une utilisation comme touche d'effleurement, le montage de la figure 12 peut être peu commode, puisqu'il travaille avec le plus à la masse. Pour des raisons de sécurité, il faut relier cette connexion de masse à la borne de terre de la prise de courant, si on fait fonctionner le circuit sur un redresseur précédé d'un transformateur d'alimentation. S'il s'avère nécessaire d'effectuer cette liaison à la terre avec le négatif de l'alimentation, on utilisera le montage de la figure 13, lequel est équipé d'un transistor MOS « canal P ».

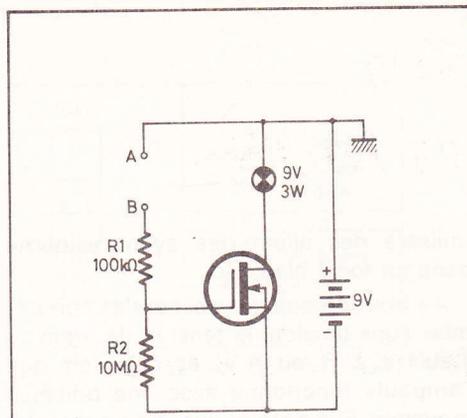


Fig. 12

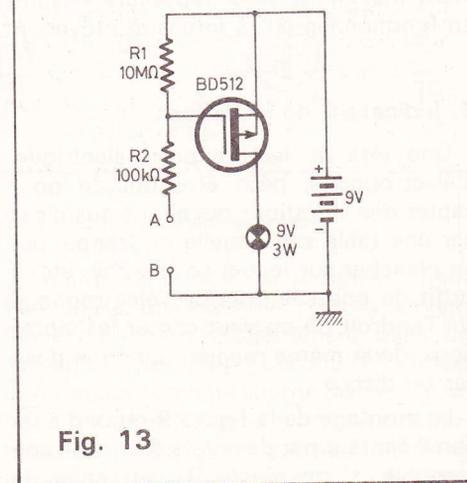


Fig. 13

### 10. Indicateur d'isolement ou touche d'effleurement d'extinction

De façon complémentaire au précédent, le montage de la figure 14 répond par l'extinction de son ampoule à une conduction électrique (même mauvaise) qu'on établit entre les points A et B. Tant que ces deux points se trouvent réunis, la consommation du montage est de l'ordre du microampère. On peut donc très avantageusement l'utiliser pour un circuit d'alarme, alimenté sur batterie, et répondant à l'ouverture d'un contact ou à la coupure d'une connexion.

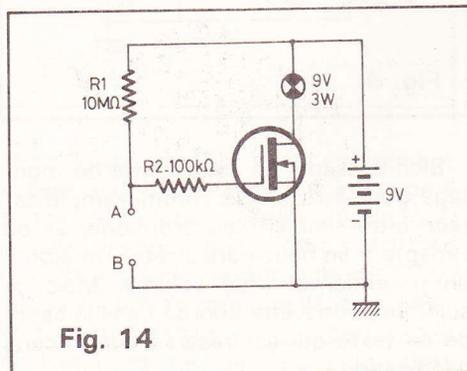


Fig. 14

On peut également s'en servir comme touche fugitive, répondant par l'extinction de l'ampoule à toute conduction qu'on établit, en posant le doigt simultanément sur les points A et B. La résistance  $R_2$  protège le transistor contre l'effet destructif de toute tension élevée qu'on appliquerait accidentellement entre A et B. Dans le cas des montages précédents (fig. 12 et 13), une telle résistance de protection a été prévue directement en série avec l'une des connexions d'entrée.

J.-M. LAMBERT

Un prochain article traitera de l'utilisation des transistors MOS de puissance dans dix montages de commutation :

- *Trigger de puissance.*
- *Monostable de puissance.*
- *Trigger opto-électronique inverseur.*
- *Trigger opto-électronique non inverseur.*
- *Set-reset opto-électronique.*
- *Etage de puissance pour circuit CMOS.*
- *Set-reset à touches d'effleurement.*
- *Commutateur analogique alternatif.*
- *Commutateur analogique alternatif plus continu.*
- *Commutateur analogique symétrique.*

# Pour en savoir plus sur les transistors MOS de puissance

## ● Technologie et caractéristiques limites

COMMUTER un courant de 1 A avec une intensité de commande de moins de 1  $\mu$ A, cela n'est possible, avec des transistors bipolaires, qu'en associant un certain nombre de semi-conducteurs à un certain nombre de composants périphériques. Alors qu'un transistor MOS de puissance permet d'assurer à lui seul ce rapport de plus d'un million entre les intensités de sortie et de commande. Ainsi, il se présente comme le composant idéal pour de nombreuses applications de l'électronique de la moyenne et de la grande puissance. D'autant plus qu'il est parfaitement vacciné contre ce phénomène d'emballement thermique qui a déjà coûté la vie à maints transistors bipolaires.

Parallèlement aux schémas d'application qu'on trouvera par ailleurs dans ce numéro de notre revue, l'article ci-dessous donne quelques précisions techniques sur les MOS de puissance. Ces précisions concernent les principes d'utilisation de ce semi-conducteur, et elles permettront, à l'utilisateur, d'adapter un montage donné à des conditions particulières d'application.

### L'évolution du transistor à effet de champ

Le transistor à effet de champ est, en fait, l'un des plus anciens semi-conducteurs actifs. Pour le commander électriquement, on n'a besoin que d'une intensité très faible, de l'ordre du nanoampère. Ainsi, cette commande électrique du transistor réside essentiellement dans l'application d'une tension de commande, entre l'électrode de référence (source) et celle qui est précisément l'électrode de commande (gate). Or, en faisant varier cette tension de commande de 1 V, on obtient, avec un type de technologie classique, une variation de l'ordre de 10 mA seulement pour l'intensité de sortie (intensité de drain), ce qui est insuffisant pour une

application de puissance. Les valeurs qui viennent d'être citées sont, en gros, valables pour les transistors à effet de champ et à jonction (JFET) aussi bien que pour ceux à électrode de commande isolée, et qu'on appelle aussi MOS (métal-oxyde-semi-conducteur). Par la suite, il ne sera question que des MOS, car ce sont les seuls « effet de champ » qui se font, jusqu'ici, en version « puissance ».

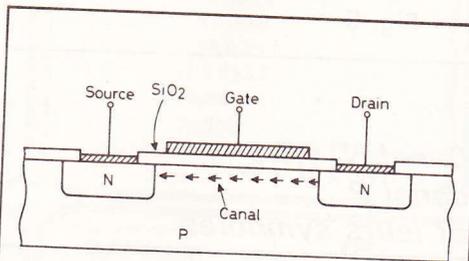


Fig. 1

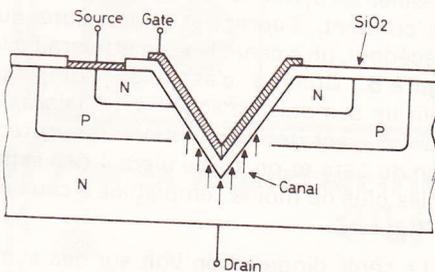


Fig. 2

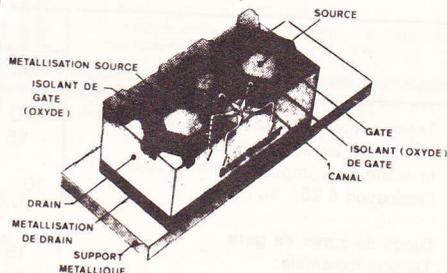


Fig. 3

La figure 1 illustre la structure d'un MOS classique. La conduction entre drain et source se fait par un « canal » qui se forme à la surface de la zone P. Cette surface est séparée de l'électrode métallique du gate par un isolant extrêmement mince, en oxyde de silicium ( $\text{SiO}_2$ ). L'épaisseur de cet isolant est si faible que le champ électrostatique du gate le pénètre suffisamment pour pouvoir influencer les porteurs électriques qui circulent dans le canal. Ainsi, on peut modifier l'intensité drain-source en modifiant la tension entre gate et source.

Si on veut que le canal puisse véhiculer un courant puissant, il faut le rendre court et large, de façon qu'il présente une faible résistance électrique. De plus, une application de puissance exige la possibilité d'une évacuation rapide de la chaleur de dissipation qui prend naissance sur l'électrode de drain.

Plusieurs technologies répondent à ces exigences. La plus ancienne est la technologie V.MOS. La figure 2 donne une image simplifiée de son principe. On voit notamment que le canal est maintenant vertical, et non plus horizontal, comme dans la figure 1. De plus, le drain se présente sous forme d'une surface facile à fixer sur une plaque de cuivre, pour l'évacuation de la chaleur de dissipation. A noter qu'il existe, entre source et drain, une jonction P-N, c'est-à-dire une diode (diode de substrat) qui entre en conduction quand on cherche à rendre le drain négatif par rapport à la source. La technologie V.MOS a été mise au point par Siliconix. Elle est également utilisée par ITT.

La figure 3 illustre la technologie Hexfet qui est utilisée par International Rectifier. Elle procède par la mise en parallèle d'un grand nombre de « cellules », c'est-à-dire de transistors qui ont en commun la métallisation de gate et l'électrode de drain. De ces cellules, on en intègre des dizaines de milliers par centimètre carré. Chez Siemens, on présente également une technologie procédant par mise en parallèle d'un grand nombre d'éléments MOS.

### Enrichissement et protection

Non, il ne s'agit pas de ce qui va arriver aux fabricants des MOS de puissance, et de ce que vont demander, ensuite, les fabricants des NPN. Car l'enrichissement en question est un terme bien technique, concernant le mode de commande d'un transistor à effet de champ, et la protection, c'est celle de l'électrode de commande.

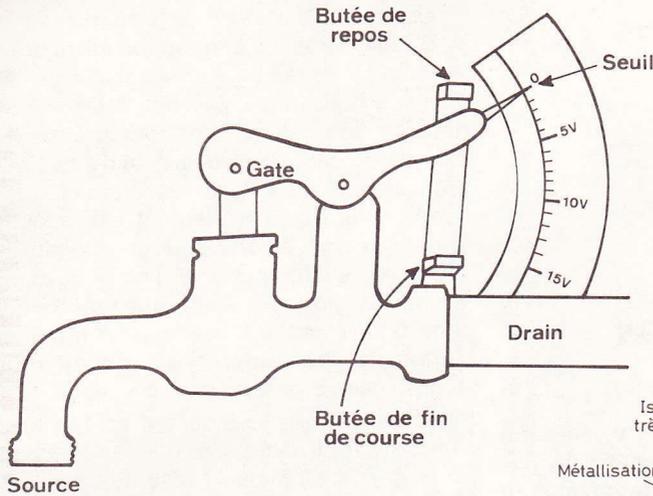


Fig. 4

Dans le cas d'un JFET « Canal N » (2N3819, BF245), le courant de drain est maximal, quand la tension gate-source est nulle. C'est-à-dire qu'on n'a que la possibilité de diminuer le courant de drain, et pour cela on doit rendre le gate négatif par rapport à la source. On parle alors d'un fonctionnement avec « appauvrissement ».

Dans le cas des MOS de puissance, c'est le contraire, car ils sont à « enrichissement ». Tant que la tension de gate est nulle (gate et source reliés), on ne constate pratiquement aucun courant de drain. Et même si on augmente la tension de gate (dans le sens positif, dans le cas d'un « canal N » jusqu'à un certain seuil (1 à 3 V), il ne se passe toujours rien dans le drain. Ce n'est que pour des tensions de gate plus fortes qu'un courant de gain se manifeste, et souvent il faut augmenter cette tension jusqu'à 10 ou 15 V, si on veut atteindre l'intensité maximale dont le transistor est capable.

L'isolement entre gate et canal est, en principe, le point le plus vulnérable d'un MOS, car la charge électrostatique due à un frottement sur un vêtement pourrait le détruire. Pour exclure pareil accident, le fabricant intègre une diode de zener (15 V environ) entre gate et source. Conduisant dans le sens direct quand on cherche à rendre le gate négatif, et dans le sens inverse quand on dépasse la tension limite de gate, cette diode de protection joue quelque peu le rôle d'une double butée.

Cette double butée, on la retrouve sur le robinet à levier de la figure 4, lequel n'est d'ailleurs pas une explication, mais simplement un pense-bête. C'est-à-dire que son échelle en volts, sur laquelle pointe le levier, rappelle les notions d'enrichissement et de seuil de commande, alors que les butées symbolisent la diode de protection.

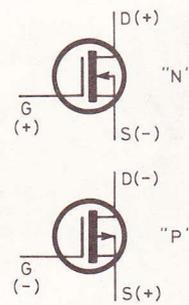


Fig. 6

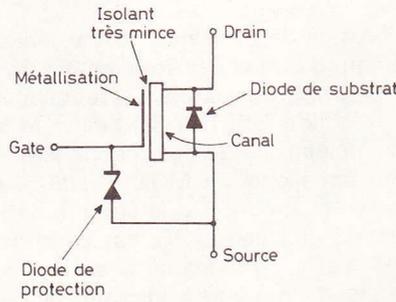


Fig. 5

### Canal N, canal P et leurs symboles

Comme il y a des NPN et des PNP en matière des transistors bipolaires, il existe des transistors à effet de champ « canal N » et « canal P ». Si on voulait dessiner un symbole représentant tout ce qui contient, d'après les explications qui précèdent, un « canal N », on arriverait à la figure 5. Comme c'est bien complexe pour un symbole de schéma, on laisse, le plus souvent, tomber la diode de protection de gate et on arrive alors à des symboles plus ou moins semblables à ceux de la figure 6.

La seule diode qu'on voit sur ces symboles, c'est celle de substrat. Or, cela peut

être déroutant, car dans le cas d'un canal N, le sens de la flèche de diode est contraire au cas d'un NPN, et pourtant, les deux sont équivalents dans ce sens qu'on connecte l'électrode de référence (source, émetteur) au négatif de l'alimentation, alors que les électrodes de commande (gate, base) et de sortie (drain, collecteur) reçoivent des tensions positives.

Et pour savoir ce qui se passe dans le cas d'un « canal P », il suffit évidemment de répéter cette phrase avec « inversion de signe ».

### Caractéristiques limites

Le tableau I donne, à titre d'exemple, les caractéristiques limites d'utilisation des cinq types qui semblent actuellement les plus courants. Il s'agit de composants économiques, présentés sous boîtier plastique. L'un d'eux, le BD 512, est un « canal P ».

En boîtier métal, on présente des types nettement plus puissants notamment chez International Rectifier, où il en existe qui dissipent 150 W en admettant 100 V, 60 A ou 400 V, 8 A.

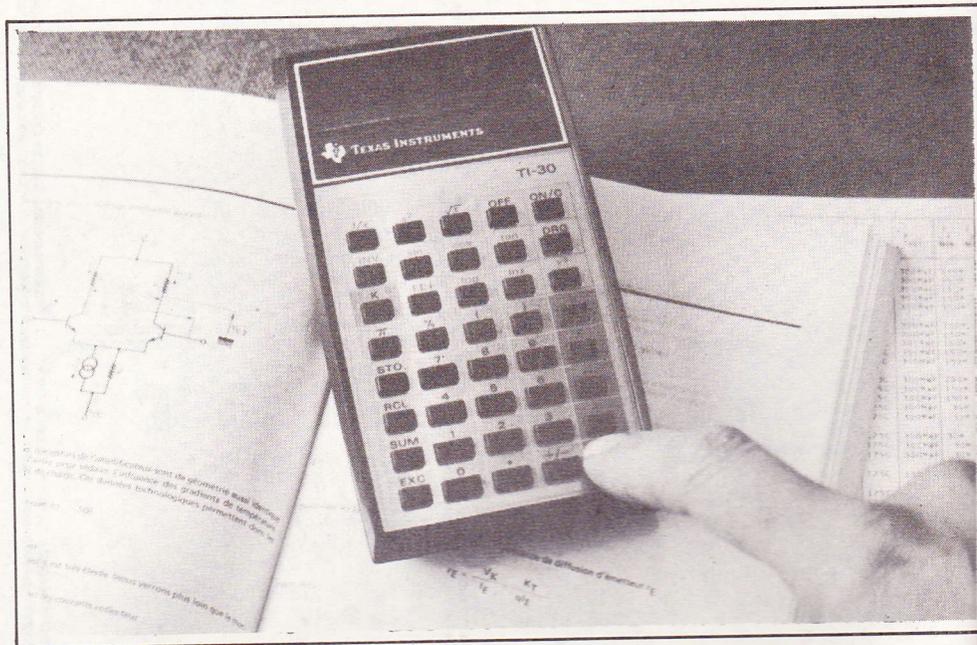
Les dissipations indiquées dans le tableau sont valables pour le cas d'un morceau de tôle de 10 x 10 cm, il n'est guère prudent de dépasser une dissipation de 6 W. On doit se limiter à 1,5 W environ, quand on travaille sans radiateur. En fonctionnement par tout ou rien, il est alors possible de travailler avec des grandeurs telles que 50 V, 0,5 A, soit une puissance de commutation de 25 W.

Il est à noter que la protection de la diode de zener de gate se trouve limitée à une intensité de 2 ou de 10 mA, suivant type. Cela signifie que les butées du robinet de la figure 4 sont relativement fragiles. Il est donc souvent indiqué de compléter cette protection par une résistance externe qu'on insère dans la connexion de gate.

TABLEAU I - Caractéristiques limites

	Types ITT		Types Siliconix			Unité
	BD512	BD522	VN46AF	VN66AF	VN88AF	
Tension max. drain-source ou drain-gate :	- 60	60	40	60	80	V
Intensité max. continue de drain :	- 1,5	1,5	2	2	2	A
Intensité max. impulsionnelle de drain :	-	-	3	3	3	A
Dissipation à 25°C au boîtier :	10	10	12,5	12,5	12,5	W
<b>Diode de zener de gate</b>						
Tension maximale :	- 15	15	15	15	15	V
Intensité continue inverse max. :	- 10	10	2	2	2	mA
Intensité impulsionnelle inverse max. :	-	-	100	100	100	mA
Intensité continue directe max. :	-	-	100	100	100	mA

## Le Petit Minimum de MATHS



**L**A fois précédente, nous avons fait connaissance avec les puissances de dix et les divers signes conventionnels que l'on rencontre dans les textes. Nous terminerons aujourd'hui en donnant la traduction du jargon se rapportant aux graphiques, ce qui nous amènera à parler des échelles logarithmiques et de la notation en décibels.

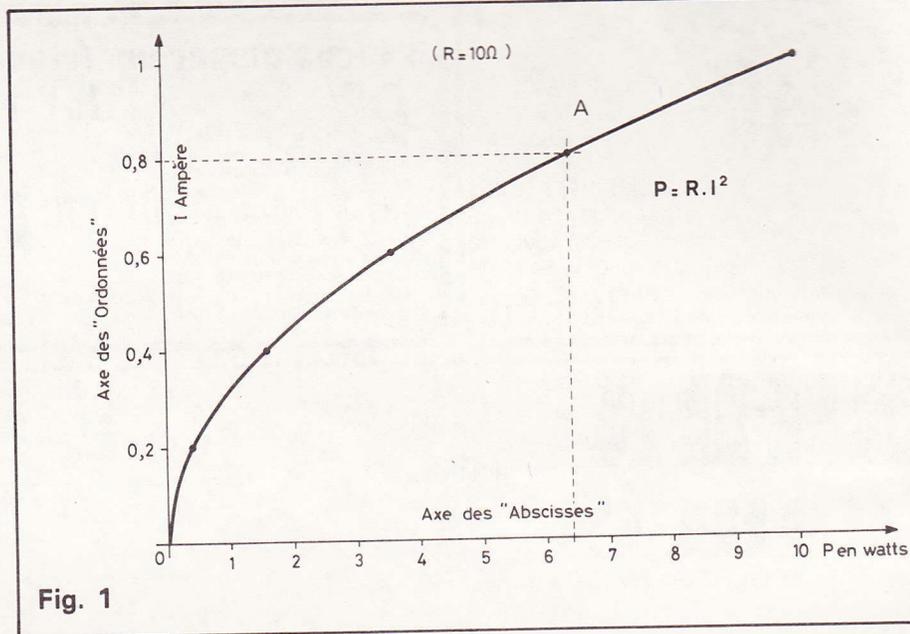
Rappelons que nous ne donnons que le peu de mathématiques nécessaires à la compréhension de tous les textes d'électronique, même les plus ardues. Aussi tous les exemples donnés se rapportent à l'électronique courante car la pratique est toujours plus digeste que la théorie. « Electronique Pratique » est une revue de loisirs, il n'est donc pas question de se casser la tête...

### Les graphiques et leur vocabulaire

L'évolution d'une grandeur en fonction d'une autre est représentée plus clairement par un graphique : on dit aussi diagramme ou abaque. On comprend généralement la figure mais pas certains mots du texte qui s'y rapporte.

Il y a dans tout graphique deux droites perpendiculaires où sont portées les graduations des unités, ce sont les deux « axes » : l'axe horizontal est celui des « abscisses », l'autre vertical est celui des « ordonnées ».

Prenons l'exemple de la **figure 1** qui indique la puissance dissipée sur une résistance de  $10 \Omega$  en fonction de l'intensité qui la traverse. C'est l'illustration de la formule :  $P = R \cdot I^2$



**Fig. 1**

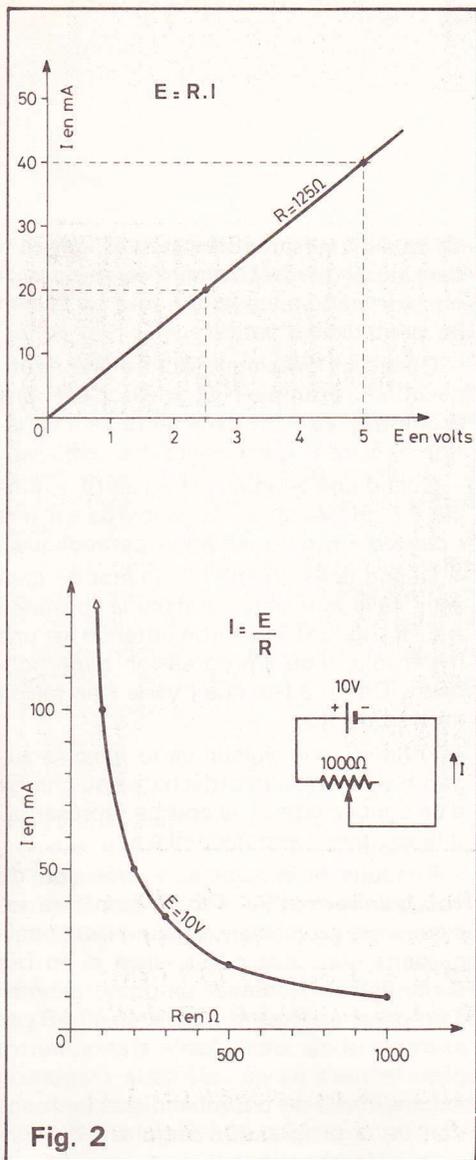


Fig. 2

On a mis P en abscisse et I en ordonnées mais on aurait le droit de faire l'inverse. On voit qu'avec  $I = 0,8$  A on a  $P = 6,4$  W. C'est le point A sur la courbe. On dit alors que ces valeurs, 0,8 A et 6,4 W, sont les « coordonnées » du point A. Ne pas confondre ordonnées et coordonnées.

Nos deux axes commencent aux graduations zéro ampère et zéro watt, et bien sûr la courbe démarre de ce double zéro. On dit en ce cas que la courbe « passe par les origines ».

Considérons à présent la figure 2a qui illustre la loi d'ohm  $E = RI$ . C'est la variation de l'intensité dans une résistance de  $125 \Omega$  en fonction de la tension E à ses bornes. La « courbe » est en fait une droite, c'est donc une variation « linéaire ».

Dans la figure 2b c'est toujours la loi d'Ohm mais nous faisons varier la résistance R avec E fixe, c'est la formule :

$$I = \frac{E}{R} \text{ ou } I = \frac{1}{R} \times E$$

Le fait que la variable R se trouve dans la formule sous un trait de fraction bouleverse tout, et au lieu d'une droite nous avons alors une courbe d'une forme spéciale qu'on appelle une « hyperbole ». La particularité d'une hyperbole est qu'elle se rapproche d'un axe sans jamais l'atteindre, sinon à l'infini, en effet :

$$\text{avec } R = 0 \text{ on a } I = \frac{E}{0} = \infty \text{ (infini)}$$

Nous avons pris le cas d'un potentiomètre de  $1000 \Omega$  mais la figure reste la même avec un potentiomètre de  $1 M\Omega$ , il suffit d'allonger mille fois la courbe vers la droite, elle se rapprochera de cet axe sans non plus jamais l'atteindre... car pour avoir  $I = 0$  il faudrait  $R = \infty$ . Ces deux droites limites s'appellent les « asymptotes » d'une hyperbole, elles ne sont pas toujours les deux axes du graphique.

Voilà tout le vocabulaire, des termes aux consonnances compliquées mais qui désignent en fait des choses fort simples, comme quoi il ne faut jamais se laisser impressionner par des mots venant du grec et qui ressemblent à du chinois...

## Les échelles logarithmiques

Ici c'est le cas inverse, car les logarithmes sont des choses assez compliquées mais qui ont été conçues pour nous simplifier la vie ! Et elles y parviennent...

Les échelles logarithmiques sont ces graduations dilatées au début et qui vont ensuite en se comprimant. Prenons un exemple très connu celui d'une courbe de réponse d'un appareil BF, ampli, préampli, phonocapteur, micro, etc. Voir figure 3.

On met généralement en abscisses (axe horizontal) la fréquence en hertz et en ordonnées le niveau du signal de sortie. Imaginons l'axe de fréquences gradué normalement (on dit aussi en échelle linéaire ou décimale), avec par exemple, 10 mm sur le dessin pour 50 Hz. Ce serait à peine suffisant pour détailler les graves entre 50 et 100 Hz, mais nous aurions aussi 10 mm entre 19600 et 19650 Hz ce qui serait ridicule, d'autant plus que l'axe horizontal de 20 Hz à 20 kHz devrait alors mesurer quatre mètres... Vive les échelles accordéons !

Tout nombre positif ( $> 0$ ) a son logarithme, lequel est un autre nombre mais bien plus petit. En effet, quand un nombre augmente de dix fois, son log. ne progresse que d'une unité.

Exemples :  $\log. 5$  (prononcez « log de cinq ») = 0,7 ;  $\log. 50 = 1,7$  ;  $\log. 500 = 2,7$  ;  $\log. 5000 = 3,7$ , etc. Comme  $\log. 1 = 0$ , pour les valeurs entre 1 et 0 les log. sont négatifs et comme  $\log. 0 = -\infty$ , il n'y a pas de log. pour les nombres négatifs.

En 1980 pour connaître le log. d'un nombre on affiche ce nombre sur une calculatrice « scientifique » à 100 F, on appuie sur la touche « log » et le résultat apparaît. C'est tout ! Mais revenons à nos échelles comprimées en fréquences.

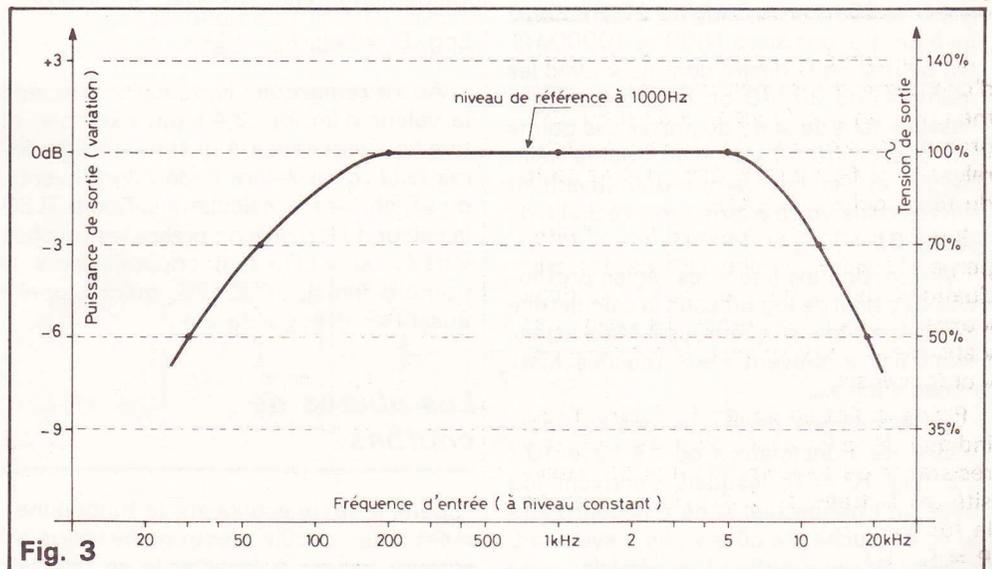


Fig. 3

Sur celles-ci nous aurons le même écart, de 40 mm par exemple, pour un facteur de 10, c'est-à-dire qu'il y a 40 mm entre 10 et 100 Hz, 300 et 3000 Hz, 2 et 20 kHz, etc. Ce point est primordial ! Il existe dans les « bonnes » papeteries du papier millimétré avec échelle logarithmique, donc immédiatement utilisable, mais en cas de pénurie il est facile de tracer une telle échelle sur du papier ordinaire à l'aide d'une calculatrice possédant la fonction log.

### Comment graduer une échelle logarithmique ?

Supposons qu'on veuille étaler 20 à 20000 Hz sur 150 mm de papier. Pour aller de 20 à 20000 il faut multiplier trois fois par dix ( $20 \times 10 \times 10 \times 10 = 20000$ ), ce qui fait trois unités de log, qui auront donc  $150/3 = 50$  mm chacune. Positionnons quatre traits à 5 cm de distance que nous appelons 20 - 200 - 2000 et 20000 Hz. Reste à compléter avec les autres fréquences.

La calculatrice nous dit  $\log. 20 = 1,30$  (c'est notre origine) et  $\log. 50 = 1,7$  soit une différence de  $1,7 - 1,3 = 0,4$  unité de log. Comme sur notre graphique une unité de log. (facteur 10) mesure 50 mm, le point 50 Hz est à  $0,4 \times 50 = 20$  mm du point origine 20 Hz. Traçons-le, puis de 5 en 5 cm, traçons 500 et 5000 Hz.

De même la calculatrice nous indique  $\log. 100 = 2,0$ . Le point 100 Hz est donc à  $2,0 - 1,3 = 0,7$  unité de log., soit à  $0,7 \times 50 = 35$  mm de l'origine 20 Hz. De 5 en 5 cm traçons alors 1000 et 10000 Hz. On peut si on le désire continuer avec les multiples de 30, 70 et 150. Un conseil, essayez tout de suite de porter ces points sur une droite à l'aide d'un double décimètre, et les log seront définitivement ancrés dans votre esprit. (voir l'échelle de la fig. 3).

A quoi bon expliquer les règles profondes du calcul de log puisque la calculatrice les connaît mieux que nous ? Mais attention ! Il y a souvent deux touches marquées « log »...

Nous n'avons parlé que des log normaux, ou « décimaux » ou « à base 10 » (car  $\log. 10 = 1$ ), lesquels s'écrivent log avec un l minuscule. A ne pas confondre avec la touche d'à côté « Log » avec un L majuscule qui signifie « Log népérien », du

nom de son inventeur (vers 1590...). On écrit aussi « ln » ou «  $\text{Log}_e$  », « log à base e » car  $\text{Log}_e = 1$ . Ce nombre  $e = 2,718$  est une valeur tout aussi particulière que  $\pi = 3,1416$ . En électronique courante on n'utilise pratiquement pas les log népériens, mais par contre on rencontre le nombre  $e$  dans la formule fondamentale des condensateurs, celle qui donne la tension instantanée  $E$  au temps  $t$  au cours de la décharge d'un condensateur, primitivement chargé à la tension  $E_0$  et se déchargeant à travers une résistance  $R$ .

$$E = E_0 \times e^{-\frac{t}{RC}}$$

(Prononcez « E zéro facteur de e exposant moins t sur RC »).

On remarque que pour  $t = RC$  la formule se simplifie en donnant

$$E = E_0 \times \frac{1}{2,718} = E_0 \times 0,368$$

Disons plus simplement qu'au bout d'un temps  $t$  tel que  $t = R \times C$  ( $t$  en s ;  $R$  en  $\Omega$  et  $C$  en F), un condensateur n'a plus que les 36,8 % de sa charge.

Le principe même du capacimètre digital présenté dans « Electronique Pratique » nouvelle série n° 2 page 115, était basé sur cette formule liée à la définition mathématique et physique du Farad. Ce qui explique qu'un simple pont diviseur à 37 % dispensait de tout étalonnage. Comme quoi un peu de maths est parfois très profitable...

**Nota :** si vous voulez connaître la valeur de la tension  $E$  pour différents temps, vous aurez une rare occasion de vous servir des Log népériens avec la formule :

$$\text{Log. } E = \text{Log. } E_0 - \frac{t}{RC}$$

**Autre remarque :** lorsque l'on possède la valeur d'un log. 3,41 par exemple, et que l'on veut savoir à quel nombre il correspond, c'est-à-dire l'opération inverse, on affiche sur la calculatrice Texas TI 30 la valeur du log puis on presse les touches « INV » et « LOG », il apparaît alors le nombre initial, ici 2.570, qu'on appelle aussi l'« anti-log » de 3,41.

### Les allures de courbes

Dans le texte expliquant le fonctionnement d'un circuit électronique certains auteurs aiment à émailler leurs phrases

de qualificatifs mathématiques qui rendent perplexes beaucoup d'entre vous. A nous de traduire ce jargon tout en faisant un petit récapitulatif.

- Quand un graphique illustre une multiplication, exemple :  $E = RI$ , c'est une droite (fig. 2a). On parle alors de « variation linéaire ». C'est courant et déjà vu.

- Quand une variable est au carré, exemple  $P = RI^2$  de la fig. 1, la courbe est une « parabole », d'où variation parabolique.

- Quand une variable est à l'état de diviseur, telle la résistance dans la formule  $I = E/R$  (fig. 2b), la courbe obtenue est une hyperbole, d'où « progression hyperbolique ». On dit aussi que  $I$  varie « en raison inverse de  $R$  ».

- Enfin, si une valeur varie avec le logarithme d'une autre (décharge ou charge d'un condensateur), la courbe représentative est une « exponentielle ».

- Rendons hommage à la précision du vocabulaire mathématique, bien que les synonymes y soient trop nombreux, mais gardons nous des excès, ainsi si on fait varier une tension avec un potentiomètre à progression logarithmique, un 47 kB par exemple, il est alors facile d'en « mettre plein la vue » en parlant de la « variation exponentielle du potentiel divisé en fonction de la progression angulaire du curseur... » (authentique !).

Enfin deux petites remarques pour en terminer avec les log. :

- Sur l'échelle log d'un graphique le zéro origine ne figure jamais. Cela peut être gênant au plan pratique mais c'est hélas impossible au plan mathématique, exemple sur notre échelle en fréquence de la fig. 3, le point 0 Hz se trouverait à des kilomètres à gauche du point 20 Hz ! Pourquoi ? Parce que  $\log. 0 = -\infty$ .

- Les échelles log ne figurent pas uniquement que sur certains papiers millimétrés, mais elles constituent le mode de graduations des règles à calculs, aujourd'hui un peu désuètes. Merci donc à Sir John Neper (1550-1617)...

### Les décibels

Pour M. Toulemonde le décibel est l'unité de bruit, pour l'électronicien c'est tout autre chose et qui n'a que peu de rapport avec la résistance de nos tympans.

En fait le décibel (dB) mesure une **variation de la puissance électrique**. La puissance de base ou moyenne prise en référence, une valeur tout à fait arbitraire, est alors baptisée 0 dB. Si la puissance double on note + 3 dB, si elle quadruple + 6 dB, soit toujours **3 dB par facteur de  $\times 2$** , ou - 3 dB pour facteur de  $\times 1/2$ . Voilà pour la définition et revenons à notre tracé de la courbe de réponse d'un ampli.

Il n'est guère commode de mesurer une puissance électrique sur la sortie Hp d'un ampli, alors qu'il est facile de mesurer la tension alternative de sortie avec un contrôleur en position  $V \approx$  ou avec un oscilloscope.

$$\text{Or, } P = \frac{E^2}{R}$$

R étant la résistance fixe de sortie et E la tension à ses bornes. Pour travailler en silence remplaçons le HP par une résistance R de 560  $\Omega$ . La puissance est donc proportionnelle au carré de la tension de sortie et nos + 3 dB pour une puissance double sont atteints avec seulement une multiplication de la tension par 1,414 ( $=\sqrt{2}$ ) soit plus simplement pour une augmentation de 40 % environ. De même nous aurons une baisse de - 3 dB pour les 70 % de la tension initiale :

$$0,7 = \frac{1}{1,414}$$

Inutile de retenir ces calculs, servez-vous plutôt du **tableau 1** qui donne la correspondance dB/variation de puissance/variation de tension. Au cas où vous voudriez des valeurs intermédiaires, la calculatrice vous les donnera avec ces deux formules de bases :

$$\text{dB} = 20 \times \log\left(\frac{E}{E_0}\right)$$

$$\text{ou dB} = 10 \times \log\left(\frac{P}{P_0}\right)$$

$E_0$  et  $P_0$  étant les références que vous vous êtes fixées pour le zéro dB.

### Comment tracer une courbe de réponse ?

Vous alimentez votre ampli avec un générateur de fréquences pouvant varier de 20 Hz à 20 kHz mais à **niveau cons-**

**tant**. On peut facilement construire un tel appareil avec un CI spécial XR 2206 ou ICL 8038. (Voir « Electronique Pratique » nouvelle série n° 6 page 97).

A 1000 Hz vous mesurez en sortie la tension de référence  $E_0 = 2,6 \text{ V}$  par exemple. C'est votre 0 dB. (voir **fig. 3**).

Correspondance des décibels et des rapports de puissances et de tensions de sortie		
dB	P/P <sub>0</sub>	E/E <sub>0</sub>
- 80	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-4</sup>
- 40	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-2</sup>
- 20	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-1</sup> (0,1)
- 15	1/30	0,18
- 10	1/10	0,32
- 9	1/8	0,35
- 6	1/4	0,5
- 3	1/2	0,7
0	1	1
+ 3	2	1,4
+ 6	4	2
+ 9	8	2,8
+ 10	10	3,3
+ 15	32	5,6
+ 20	100	10
+ 40	10 <sup>4</sup>	100
+ 80	10 <sup>8</sup>	10 <sup>4</sup> (10000)

Inutile de calculer la puissance sur la résistance de charge dont la valeur n'a d'ailleurs aucune importance.

- Diminuer la fréquence jusqu'à obtenir une chute de - 3 dB, soit les 70 % de  $E_0$ .

c'est-à-dire  $E = 2,6 \times 0,7 = 1,8 \text{ V}$ . Noter la fréquence par exemple 60 Hz. Continuons jusqu'à - 6 dB qui correspond à  $E_0 \times 0,5$  soit 1,3 V, on a alors 30 Hz.

- Passons maintenant dans les hautes fréquences. La tension recommence à chuter vers 5 kHz, atteint 1,8 V (- 3 dB) à 13 kHz et 1,3 V (- 6 dB) à 19 kHz. Vous avez suffisamment de points pour tracer la courbe de réponse, que vous pourrez comparer avec celles publiées dans la littérature. Celle de la **figure 3** n'est pas Hi-Fi...

Le mode opératoire est exactement le même pour un préampli micro, mais  $E_0$  sera peut-être de l'ordre de 120 mV et R de 47 k $\Omega$  environ.

Le décibel est une unité pratique mais grossière, approximative : il serait ridicule de parler de 2,82 dB, on arrondit à 3.

Si le cadran de votre contrôleur à aiguille a une échelle allant au moins de - 6 à + 6 dB, les mesures n'en seront que plus simples : à 1000 Hz amenez l'aiguille sur 0 dB en jouant sur le calibre et sur le potentiomètre de volume. Faites varier la fréquence et vous aurez la lecture directe en décibels (voir **fig. 4**). Il arrive parfois que l'on ait une augmentation de niveau de 1 à 2 dB entre 2 et 8 kHz. Prendre 1000 Hz comme fréquence de référence est une norme internationale.

Vous pourrez aussi vérifier si votre préampli PU a une correction RIAA correcte, à l'aide des valeurs normalisées figurant sur la **figure 5**, mais rassurez-vous là encore c'est de l'approximatif, même pour le matériel de très haute qualité.

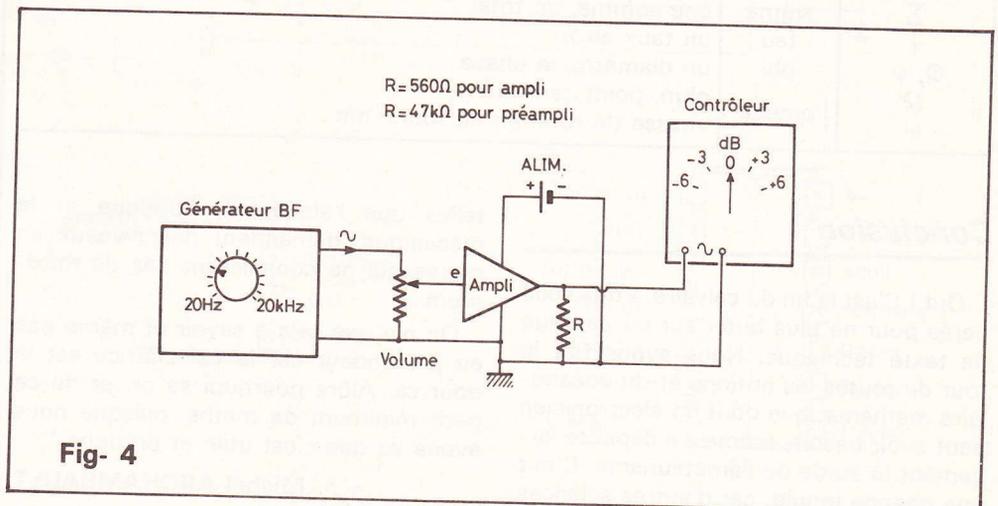


Fig- 4

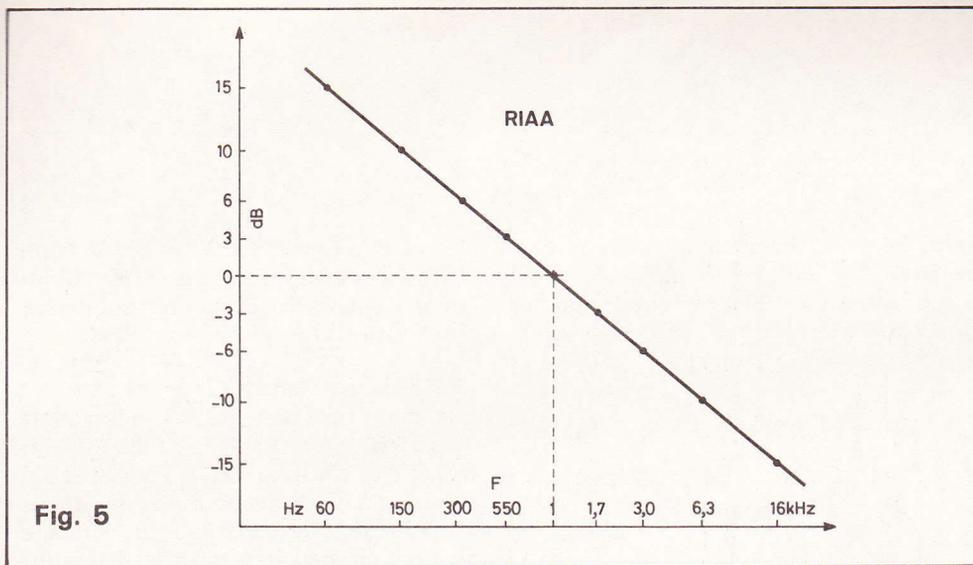


Fig. 5

## Et les décibels bruits ?

L'oreille humaine ressent l'augmentation du bruit en fonction du logarithme de la puissance dissipée sur le HP, d'où la création à l'époque d'un décibel bruit défini très arbitrairement avec la référence 0 dB = 1 mW, et ce sur un haut-parleur (ou écouteur) de 600 Ω recevant donc une tension alternative de 0,775 V efficace en 1000 Hz. De là on a extrapolé des sonomètres gradués jusqu'à 120 dB,

de quoi rendre sourd en quelques secondes. Le dB bruit est donc une unité d'acoustique peu précise mais pratique. On ne s'en sert pratiquement jamais en électronique.

## Les lettres grecques

Vous avez déjà rencontré ces signes, mais il est commode de connaître leur prononciation et leurs usages courants, bien qu'ils ne soient pas exclusifs.

Lettre	nom	utilisée souvent pour désigner...
$\alpha$	alpha	un angle, gain en tension d'un ampli op
$\beta$	béta	le gain d'un transistor en émetteur commun
$\gamma$	gamma	un angle de rotation, 1/1000 <sup>e</sup> de mg
$\Delta$ $\delta$	delta	un écart, une différence, variation
$\epsilon$	epsilon	une quantité très très petite
$\eta$	éta	la viscosité d'un liquide
$\theta$	théta	la température, un petit angle
$\lambda$	lambda	coefficient de dilatation linéaire, indice de réfraction
$\mu$	mu	préfixe micro (10 <sup>-6</sup> ); 1/1000 <sup>e</sup> de mm (micron)
$\pi$	pi	3,1416, une demi-circonférence
$\rho$	rhô	un rapport, un angle de rotation
$\Sigma$	sigma	une somme, un total
$\tau$	tau	un taux en %
$\Phi$ , $\varphi$	phi	un diamètre, la phase
$\Omega$	} oméga	ohm, point central
$\omega$		vitesse de rotation en tours/mn

## Conclusion

Ouf ! C'est la fin du calvaire. Vous voilà parés pour ne plus buter sur un passage de texte technique. Nous avons fait le tour de toutes les notions et du vocabulaire mathématique dont un électronicien peut avoir besoin, même s'il dépasse largement le stade de l'amateurisme. **C'est une chance inouïe**, car d'autres sciences

telles que l'électricité, l'optique et la mécanique, demandent des niveaux en maths qui ne connaissent pas de maximum...

On n'a que cela à savoir et même pas en profondeur car la calculatrice est là pour ça. Alors pourquoi se priver de ce petit minimum de maths, puisque nous avons vu que c'est utile et pratique ?

Michel ARCHAMBAULT

## DU NOUVEAU DANS LES « TELEPHONES » LE POSTE D'URGENCE 1580 « ANEP »



Il peut s'avérer utile, voir même indispensable de disposer d'un poste téléphonique d'urgence doté d'une mémoire permanente. En effet, après programmation du numéro, une simple pression sur une touche du clavier permet la composition du numéro.

Dans ces conditions, enfant, malade, personne isolée peuvent être, par un simple geste rapidement reliés à un numéro pré-programmé.

Le modèle 1580 constitue, le bas de gamme des divers postes téléphoniques présentés par cette société. D'autres plus sophistiqués tel que le modèle « main libre 1479 » disposent d'un amplificateur incorporé autorisant toutes les opérations téléphoniques sans avoir à décrocher le combiné.

## Possibilités du « 1580 »

- Il possède une mémoire permettant de stocker indéfiniment un numéro comportant 22 chiffres ou pauses.
- En cas d'urgence, une simple pression sur le bouton permet le réappel du numéro sélectionné.
- La programmation s'effectue par le clavier en quelques secondes.
- Clavier Mémoire : Led de visualisation - permet le réappel du dernier numéro composé - mémorisation d'un ou plusieurs préfixes - capacité maximum 22 chiffres ou pauses.

Sonnerie : Electronique réglable.

- Boîtier : ABS noir
- façades-décor : Interchangeables - Champagne - Alu brossé.

Notamment en vente dans les grands magasins. ANEP 4 bis, rue de Paris, 94470 Boissy-Saint-Léger. Service de Presse : Jean-Claude Lefebvre. Tél. : 883.26.66.

# Le 555

La société Signetics a été la première à introduire le timer NE 555 sur le marché. Depuis, pratiquement tous les grands constructeurs ont commercialisé leur version sous différentes références. Notons :

- Exar : XR 555
- Fairchild : NE 555
- Motorola : MC 14555/MC 1555
- National : LM 555/LM 555C
- RCA : CA 555/CA 555C
- Texas Instruments : SN 52555/SN 75555.

Le 555 est un circuit intégré monolithique de type timer (temporisateur).

Il se présente sous trois formes différentes :

- en boîtier rond métallique 8 broches,
- en boîtier mini-dip 8 broches,
- en boîtier dip 14 broches.

Notons que plusieurs constructeurs ont encapsulé deux 555 indépendants dans un seul boîtier et l'ont appelé 556.

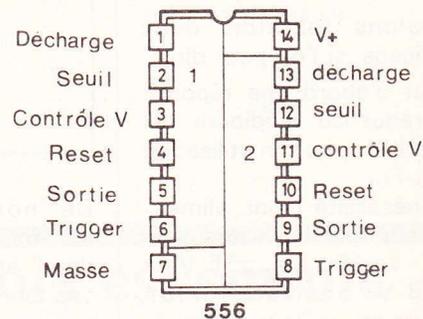
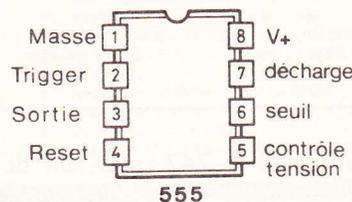
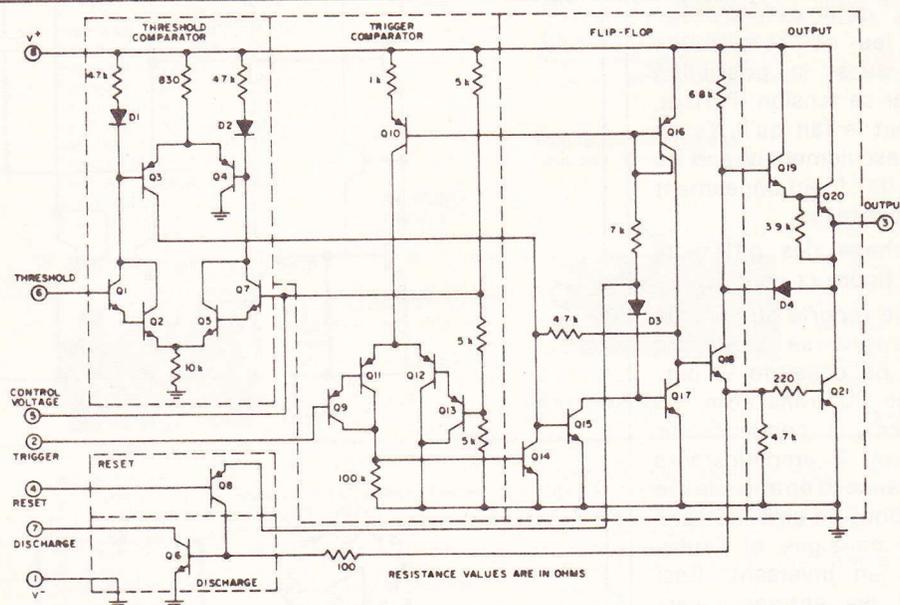
La puce d'un 555 représente l'équivalent d'environ 20 transistors, 2 diodes, 15 résistances. Nous disons environ, car cela varie d'un constructeur à l'autre.

En référence au tableau des caractéristiques techniques, on constate que ce timer possède un haut niveau de précision et de stabilité. Un minimum de composants extérieurs permettent son utilisation en multivibrateur monostable ou astable (générateur de signaux carrés).

Ce circuit, par ses capacités, reste l'élément de base de très nombreux circuits, que nous avons très largement décrits dans une rubrique qui s'intitulait : Les applications du 555 », sous la plume de M. Juster. Pour de plus amples renseignements, nous ne saurions trop vous conseiller de vous y reporter.

## Caractéristiques électriques (température ambiante 25 °C)

Paramètres	Conditions de tests	MIN	TYP	MAX	Unités
Tension d'alimentation		4,5		16	V
Courant d'alimentation	$V_{CC} = 5 \text{ V } R_L = \infty$ $V_{CC} = 15 \text{ V } R_L = \infty$		3	6	mA
Précision initiale	$R_A = R_B = 1 \text{ k}\Omega$ à $100 \text{ k}\Omega$ $C = 0,1 \mu\text{F}$		1		%
Dérive en température			50		ppm/°C
Dérive due à la tension d'alimentation			0,01		%/volt
Tension de seuil			2/3		$\times V_{CC}$
Tension de basculement	$V_{CC} = 15 \text{ V}$ $V_{CC} = 5 \text{ V}$		5 1,67		V V
Courant de basculement			0,5		$\mu\text{A}$
Tension de remise à 0		0,4	0,7	1	V
Courant de remise à 0			0,1		mA
Courant de seuil			0,1	0,25	$\mu\text{A}$
Niveau de la tension de contrôle	$V_{CC} = 15 \text{ V}$ $V_{CC} = 5 \text{ V}$	9 2,6	10 3,3	11 4	V V
Durée du passage à l'état 1			100		ns
Durée du passage à l'état 0			100		ns



# Le 741

**P**RATIQUEMENT tous les grands constructeurs de composants électroniques ont leur 741, célèbre amplificateur opérationnel « tous usages ». On le trouve sous les références suivantes :

Fairchild :  $\mu$ A 741  
 National : LM 741 C  
 Motorola : MC 1741  
 SGS/Ates : LS 141  
 Sescosem : SFC 2741C  
 Texas : UA 741

Ce circuit monolithique possède de bonnes performances qui le rendent idéal comme amplificateur sommateur, comme intégrateur, comme « calculateur » analogique. Notons que la compensation en fréquence est interne, qu'il est protégé contre les courts-circuits ; notons aussi la possibilité d'annuler sa tension d'offset, et surtout le fait qu'il n'y ait aucun basculement quand les limites de fonctionnement sont dépassées.

Le brochage des différents boîtiers figure ci-contre.

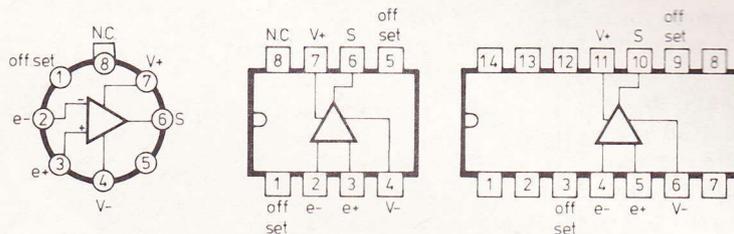
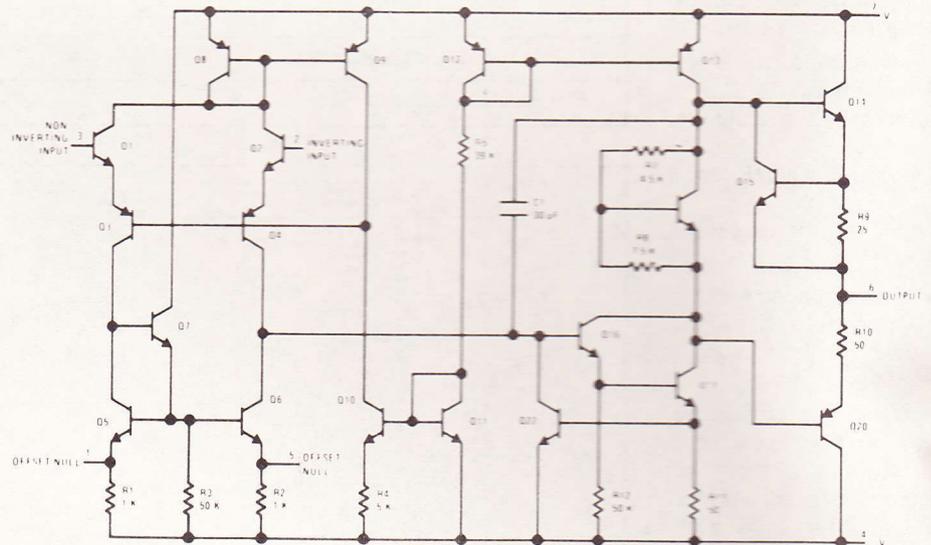
Si l'on se reporte au schéma représentant sa structure interne, on constate la présence de 20 transistors, 12 résistances, 1 condensateur constituant 2 amplificateurs d'impédance d'entrée élevée (1 M $\Omega$ ) dont un amplifie sans changer de signe et l'autre amplifie en inversant. Ceci explique les entrées inverseuse et non inverseuse.

Signalons toutefois deux handicaps, si l'on peut dire :

- tout d'abord une réponse en fréquence médiocre qui proscrit un peu son utilisation en Hi-Fi,
- la nécessité d'une alimentation double de valeurs pouvant varier de  $\pm 5$  V à  $\pm 18$  V environ (selon l'excursion de la tension de sortie désirée).

## Caractéristiques électriques du $\mu$ A 741 à $V_S = \pm 15$ V et $T_A = 25$ °C

Caractéristiques		Conditions	MIN	TYP	MAX	Unités
Tension d'offset entrée		$R_S < 10$ k $\Omega$		1,0	5,0	mV
Courant d'offset entrée				20	200	nA
Résistance d'entrée			0,3	2		M $\Omega$
Capacité d'entrée				1,4		pF
Echelle de réglage de la tension d'offset				$\pm 15$		mV
Résistance de sortie				75		$\Omega$
Courant de court-circuit (sortie)				25		mA
Courant d'alimentation				1,7	2,8	mA
Puissance consommée				50	85	mW
Réponse transitoire gain unité	temps de montée	$R_L = 2$ k $\Omega$ $V_{IN} = 20$ mV		0,3		$\mu$ s
	Overshoot	$C_L \leq 100$ pF		5,0		%



De nombreux montages réclament non pas un mais deux, et souvent plus, 741. Les fabricants y ont pensé et commercialisent, sous la référence 747 ( $\mu$ A 747, LM

747, etc.), un double ampli opérationnel qui est exactement un double 741. Seule l'alimentation est commune aux deux AOP.

## Technologie des composants :

**L**ES condensateurs au papier datent des débuts de l'électricité et de l'électronique. Ils avaient leur place, aussi bien dans les installations électriques que dans les châssis radio. Le développement rapide des condensateurs isolés par un film plastique a restreint leur champ d'activité, surtout en électronique. Cependant, ils conservent toute leur importance en électricité industrielle. Les condensateurs haute tension et à haute énergie, ceux pour la correction du facteur de puissance sont toujours fabriqués avec un diélectrique en papier. Malgré cela nous pensons qu'il est intéressant de les décrire, même dans une revue d'électronique, car leur technologie bobinée est à la base de la fabrication de nombreux types de condensateurs utilisant d'autres diélectriques. De plus, l'étude de la correction du facteur de puissance constitue une application des caractéristiques générales des condensateurs et des bobinages en courant alternatif.

### 1. Le papier

C'est un papier spécial fabriqué à partir de pâtes de bois à la soude provenant de Scandinavie.

La pâte de bois est broyée finement de façon à former de minuscules fibres en suspension dans l'eau. L'eau doit être très pure et ne pas contenir de sels dissous; elle est désionisée.

La machine de fabrication reçoit la solution aqueuse contenant environ 0,3 % de fibre de bois. Par égouttages, aspirations et passage entre des rouleaux chauffés, la feuille de papier prend naissance. C'est un feutre constitué par les fibres de bois entrelacées.

Le papier pour condensateurs est pur, il ne contient ni charges comme le papier journal, le papier bible ou le papier à cigarettes, ni colles comme le papier à écriture ou le papier photographique. L'analyse chimique décèle seulement quelques traces de silice, de fer, d'alumine, de calcium ou de cuivre. Sa densité est comprise entre 0,8 et 1,3 selon les types de condensateurs à construire.

Le principal fabricant français, les **Papeteries Bolloré** présentent les variétés suivantes :

– **Isovolt** en trois qualités :

- densité 1,17 entre 9 et 14  $\mu\text{m}$ , papier très homogène pour les condensateurs à faibles pertes et fortes capacités utilisés en courant continu ;

- densité 1,12 entre 12 et 14  $\mu\text{m}$ , pour les condensateurs de puissance basse tension ;

- densité 1 entre 13 et 15  $\mu\text{m}$  pour les mêmes applications et à nombre de points conducteurs réduits.

– **Voltam**, usage général pour les condensateurs de faible ou de moyenne puissance, en alternatif et en continu. Densités : 1,20 - 1,10 - 1,00, épaisseurs entre 5 et 20  $\mu\text{m}$ .

– **Isolam**, papier très pur à faibles pertes aux basses températures pour la fabrication des condensateurs de grande puissance sous moyenne et haute tension alternative. Densité : 0,78 entre 14 et 25  $\mu\text{m}$ .

– **Voltam H.S.**, papier très homogène avec très peu de défauts et une rigidité diélectrique élevée (150 à 200 V/ $\mu\text{m}$ ). Densités : 1,20 et 1 entre 8 et 18  $\mu\text{m}$ .

Lors de la fabrication du papier des particules métalliques peuvent se détacher des tapis filtrants. D'autre part, l'imbrica-

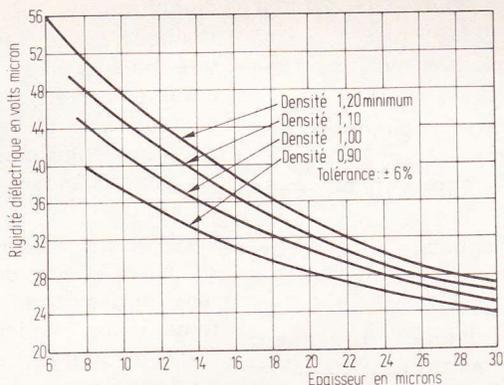


Fig. 1

tion des filtres de bois ne peut être parfaite et des trous microscopiques sont présents dans la feuille. Ces deux causes produisent des points conducteurs. On appelle « point conducteur » tout endroit de la feuille de papier qui sous 110 V continu présente une résistivité inférieure à 1,2 MΩ.

Le nombre de points conducteurs admissible est fixé par une norme AFNOR, il est inversement proportionnel à l'épaisseur du papier. Ainsi, une feuille de 5 μm peut avoir 60 points conducteurs par mètre carré, tandis qu'un papier de 25 μm n'en a plus que 1 ou 2.

La figure 1 donne la rigidité diélectrique en fonction de l'épaisseur et de la densité du papier. On observe que, proportionnellement, un papier de faible épaisseur supporte une tension relative plus importante qu'un papier plus épais. Il s'agit d'une loi générale applicable à presque tous les diélectriques.

C'est à cause de ces points conducteurs que l'on place au moins deux feuilles de papier entre chaque électrode des condensateurs, afin d'être certain d'obtenir un bon isolement.

De même, lorsque la tension de service augmente on préfère placer plusieurs feuilles de papier (jusqu'à 6) entre chacune des armatures, plutôt que d'adopter un papier plus épais; on supporte ainsi une tension de service plus élevée. On admet que la rigidité diélectrique croît sensiblement comme le carré du nombre de couches.

Le papier n'est jamais utilisé seul, mais toujours imprégné par des cires ou par des huiles minérales ou synthétiques.

## 2. La fabrication

### 2.1. Le bobinage

Un condensateur est constitué par le bobinage de deux feuilles d'aluminium pur, séparées par plusieurs feuilles de papier.

L'aluminium doit être très pur (99,99%), afin qu'il ne s'oxyde pas pendant la fabrication. Son épaisseur est comprise entre 5 et 10 μm pour les condensateurs tubulaires et entre 60 et 100 μm pour les condensateurs en boîtiers de forte capacité et pour tensions élevées.

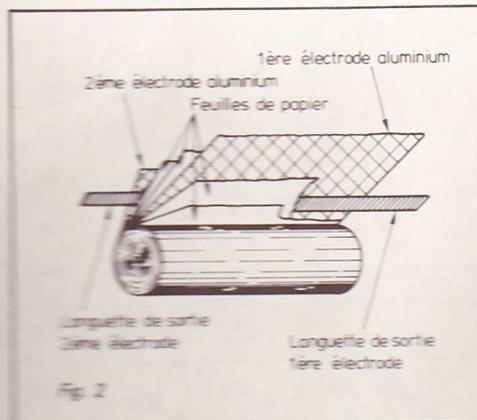
Une machine à bobiner (fig. 2) comprend :

- deux bobines d'aluminium pour constituer les électrodes,
- au moins quatre bobines de papier et jusqu'à douze, soit six feuilles entre chacune des électrodes.

Pour évaluer l'épaisseur du diélectrique on se base sur une tension de service comprise entre 15 et 25 V/μm. On ne dépasse pas 3 000 V par élément; au-dessus on place plusieurs éléments en série dans le même boîtier.

Les sorties sont effectuées selon trois procédés :

- Des languettes d'aluminium ou de cuivre étamé sont introduites en cours de bobinage, permettant de « sortir » les électrodes. Ce procédé est simple, mais il donne des condensateurs dont la résistance série et l'inductance sont appréciables. Le contact entre l'électrode et la languette risque de s'oxyder. Un tel condensateur ne doit être employé qu'avec une tension appréciable aux bornes qui perce l'oxyde et rétablit la sortie.



- Les languettes ont une plus grande surface et sont soudées aux électrodes. On fabrique ainsi les condensateurs industriels à capacité élevée.

- Les feuilles de papier sont un peu moins larges que les feuilles d'aluminium qui sont décalées, l'une vers la droite, la seconde vers la gauche (fig. 3). Les sorties sont soudées chacune sur une coupelle qui est enfoncée à force sur le bobinage. Ainsi toutes les spires des électrodes sont en contact avec les coupelles. Le condensateur est non inductif et sa résistance série est faible. C'est ainsi que sont fabriqués, entre autres, les condensateurs d'antiparasitage.

### 2.2. L'imprégnation

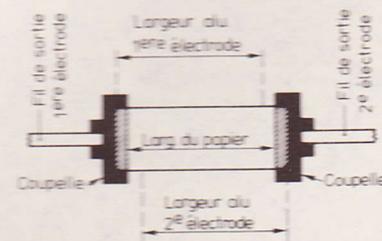
Le bobinage est monté dans son boîtier qui reste ouvert afin de procéder à l'imprégnation.

On assèche le condensateur en étuve à 100 °C pendant au moins 24 heures. Puis, il est placé dans la cuve d'imprégnation. Le vide est effectué dans la cuve; le produit d'imprégnation est chauffé et dégagé de façon qu'il soit bien fluide. Il est introduit dans la cuve. Il remplit tous les vides du condensateur laissés libres par l'évaporation de l'humidité. Une mise sous pression de la cuve parfait cette imprégnation.

Les condensateurs dont le boîtier n'est pas parfaitement hermétique sont imprégnés à la cire microcristalline qui permet un fonctionnement sous une ambiance jusqu'à 70 °C. En effet, ces cires se ramollissent vers 100 °C. Les condensateurs sous boîtiers étanches sont généralement imprégnés à l'huile minérale ou synthétique qui permettent un fonctionnement jusqu'à + 85 °C ou + 125 °C.

### 2.3. Les différentes présentations

- L'enrobage de cire synthétique pour les modèles tubulaires à faible énergie.



- Le tube d'aluminium avec sorties isolées étanches pour courants continu et alternatif, liaison ou découplage.

- Le boîtier parallélépipédique ou circulaire généralement en acier, avec des sorties par perles de verre ou par des colonnettes de céramique. Il s'agit de condensateurs à haute énergie imprégnés à l'huile.

### 3. Les caractéristiques

Elles dépendent du produit d'imprégnation.

- **Les huiles minérales** donnent des condensateurs dont les caractéristiques sont pratiquement stables dans une large plage de température : - 55 à + 85 °C et

au-delà. La constante diélectrique n'est pas très élevée (vers 3,5) et de ce fait leur encombrement est important.

La **figure 4** donne les trois courbes principales :

a) variation de la  $tg\delta$  (angle de pertes) en fonction de la température, à 50 Hz et à 1 000 Hz ; elle est importante aux basses températures ;

b) variation de la capacité en fonction de la température par rapport à 20 °C ; elle atteint presque  $\pm 10\%$  ;

c) variation de la résistance d'isolement en fonction de la température ; cette forte diminution est générale pour tous les types de condensateurs. De ce fait le courant de fuite augmente, ce qui tend à échauffer l'imprégnant. La tension disruptive baisse, elle est deux fois plus faible à 100 °C qu'à 20 °C. C'est pourquoi il faut réduire la tension de service maximale lorsque la température augmente. Les fabricants publient des courbes de réduction pour chacun de leurs modèles.

- **Les huiles synthétiques** (diphényl chloré) ont des qualités différentes. Elles donnent aux diélectriques une permittivité plus élevée (vers 5,5), mais leurs caractéristiques sont modifiées à basse température. Elles sont rigoureusement ininflammables ce qui est important pour les condensateurs industriels utilisés en alternatif.

La **figure 5** donne les trois courbes similaires à celles de la **figure 4** pour faire ressortir les différences entre le comportement des condensateurs imprégnés à l'huile minérale et ceux isolés à l'huile synthétique.

a) Variation de la  $tg\delta$  (angle de pertes) en fonction de la température, à 50 Hz et à 1 000 Hz ; elle montre une très forte augmentation des pertes entre - 20 et - 40 °C.

b) Variation de la capacité en fonction de la température par rapport à 20 °C ; on observe une très importante diminution à partir de - 20 °C qui atteint 30 % à - 40 °C.

c) Variation de la résistance d'isolement en fonction de la température ; la courbe montre une valeur supérieure à celle tracée pour les condensateurs à l'huile minérale. A 60 °C l'isolement est de  $10^3 M\Omega/\mu F$  pour le diphényl chloré contre  $5 \cdot 10^2 M\Omega/\mu F$  pour l'huile minérale.

- **Utilisation sous tension alternative** : En aucun cas la somme de la tension continue et de la tension alternative de crête appliquée à un condensateur ne doit dépasser la tension nominale de service ( $U_n$ ) à la température d'emploi.

A 50 Hz, la tension alternative efficace est beaucoup plus réduite que la tension continue nominale ( $U_n$ ) à 20 °C. Les fabricants donnent les valeurs pour chacun de leurs modèles ; en première approximation il ne faut pas dépasser 33 %. Les condensateurs sous boîtiers tubulaires classiques sont limités à 380  $V_{eff}$  50 Hz.

A titre d'exemple voici les valeurs données par SIC-SAFCO pour leurs condensateurs en boîtiers parallélépipédiques NOR-CF1.

En filtrage la composante alternative à 50 Hz ne doit pas dépasser 20 % de la tension continue. Ce pourcentage diminue lorsque la fréquence augmente ; à

Fig. 4

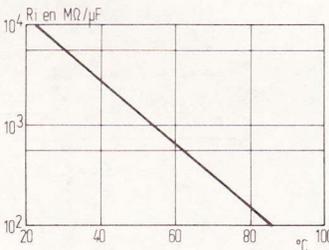
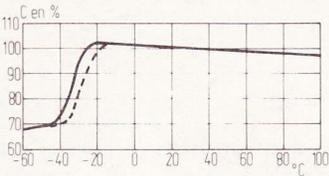
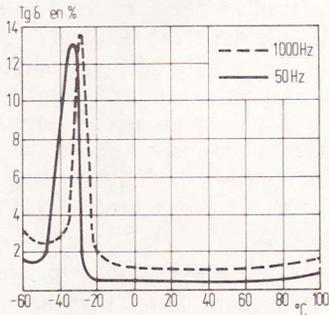
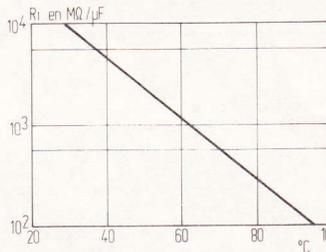
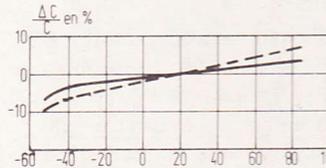
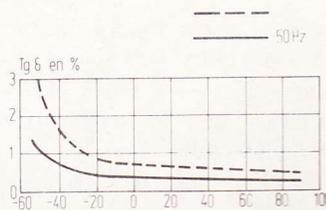


Fig. 5



$U_n V_{CC}$	160	250	630	1 000	1 600	2 500	4 000	6 300	10 000
$U_n V_{eff}$ 50 Hz	75	110	300	400	500	850	1 500	2 200	3 500

100 Hz il est de 15 % et de 10 % à 400 Hz. On sait que l'alimentation à bord des avions est assurée sous 400 Hz afin d'alléger les circuits magnétiques, des générateurs, des moteurs et des transformateurs.

#### 4. La correction du facteur de puissance

Les transformateurs et les moteurs prennent au réseau qui les alimente :

- une énergie active **A** transformée en travail utile : elle est exprimée en kilowatts-heure (kWh). La puissance active **Pa** est exprimée en kW et le courant correspondant **la** en ampères ;

- une énergie réactive **R** servant à produire le flux dans le circuit magnétique et ne produisant aucun travail. Elle est exprimée en kilovolts ampères réactifs heure (kVARh). La puissance réactive est **PR** (kVAR ou Siemens) et le courant réactif **IR** ;

- le courant actif **la** est en phase avec la tension **U** ;

- le courant réactif n'est pas en phase, il est retardé et déphasé de 90° en arrière par rapport à **la** et à **U**.

On voit que pour une bobine c'est le courant qui est retardé, tandis que c'est l'inverse pour un condensateur dont la tension est retardée par rapport au courant. Par conséquent une certaine compensation est possible ; un condensateur doit pouvoir compenser l'action d'une bobine en courant alternatif ;

- L'angle de déphasage  $\varphi$  est déterminé par la composition géométrique de la figure 6. On obtient le vecteur OL qui représente soit :

- l'énergie totale **T** (ou apparente) en kVAh

- le courant total **It** en A
- la puissance totale **Pt** en kVA.

Le rapport de l'énergie active à l'énergie totale ou du courant actif au courant total ou de la puissance active à la puissance totale, se nomme **facteur de puissance** ou  $\cos \varphi$  :

$$\cos \varphi = \frac{A}{T} = \frac{A}{\sqrt{A^2 + R^2}}$$

$$\cos \varphi = \frac{I_a}{I_t} = \frac{I_a}{\sqrt{I_a^2 + I_R^2}}$$

$$\cos \varphi = \frac{P_a}{P_t} = \frac{P_a}{\sqrt{P_a^2 + P_R^2}}$$

en monophasé :  $P_t = UI$ ,  $P_a = UI \cos \varphi$   
 $P_R = UI \sin \varphi$

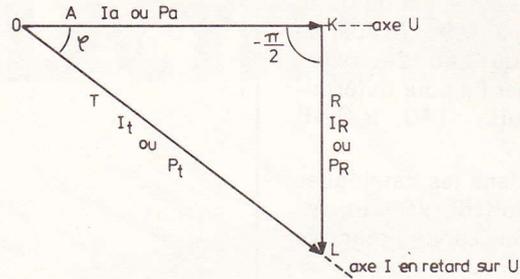


Fig. 6

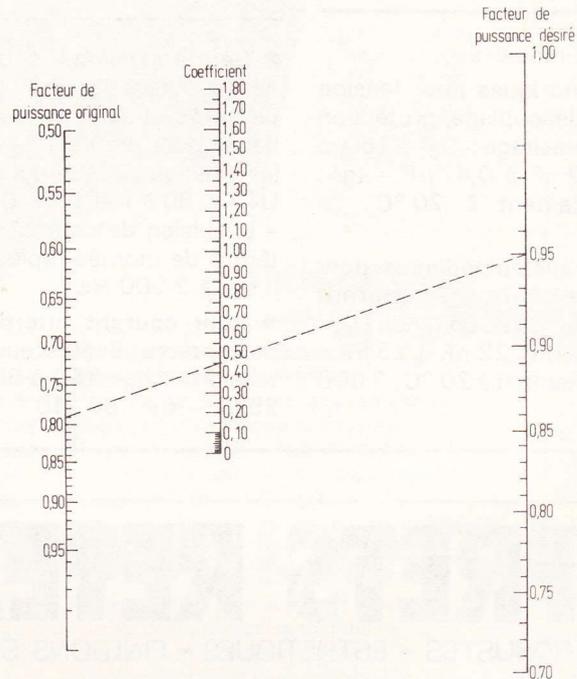


Fig. 7

en triphasé :  $P_t = UI\sqrt{3}$ ,  $P_a = UI\sqrt{3} \cos \varphi$   
 $P_R = UI\sqrt{3} \sin \varphi$

L'industriel a intérêt à diminuer l'énergie réactive et à amener le  $\cos \varphi$  le plus près possible de l'unité. En effet :

- Il peut ainsi disposer d'une puissance de distribution plus importante, car la puissance réactive échauffe inutilement les conducteurs en circulant en sens inverse de la puissance active.

- Il réalise des économies et ne risque pas d'être pénalisé par l'E.D.F. qui facture l'énergie réactive si elle est trop importante.

#### - Mesure du facteur de puissance

Les industriels disposent généralement de deux compteurs donnant l'énergie active et l'énergie réactive à ce moment :

$$\cos \varphi = \frac{A}{\sqrt{A^2 + R^2}}$$

Si l'industriel ne possède qu'un compteur d'énergie active on mesure le  $\cos \varphi$  au moyen d'un wattmètre qui donne la puissance active  $P_a$ , d'un voltmètre qui mesure  $U$  et d'un ampèremètre pour  $I$ . On calcule ainsi la puissance totale :  $P_t = UI$ .

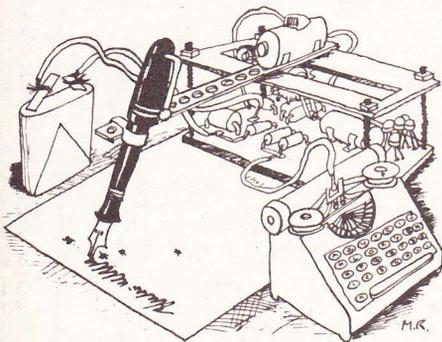
$$\cos \varphi = \frac{P_a}{P_t}$$

Si on ne possède pas un wattmètre on peut se servir du compteur. Il porte sur la plaque l'indication d'équivalence d'un tour de disque en watt-heure. On compte le nombre de tours pendant une minute et on le multiplie par 60. On obtient ainsi la puissance active.

#### - Calcul de la compensation

En possession du facteur de puissance de l'installation, on détermine le facteur de puissance désiré. L'abaque de la

# La page du courrier



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

## COLLABORATION DES LECTEURS

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

## PETITES ANNONCES

6 F la ligne de 34 lettres, signes ou espaces, taxe comprise.

Supplément de 6 F pour domiciliation à la Revue.

Toutes les annonces doivent parvenir avant le 5 de chaque mois.

à la Sté AUXILIAIRE DE PUBLICITÉ (Sce EL Pratique), 70, rue Compans, 75019 Paris  
C.C.P. Paris 3793-60. Prière de joindre le montant en chèque C.P. ou mandat poste.

## RECTIFICATIF

### SYNTHÉTISEUR DE BRUITS DE VAGUES

N° 30 Nouvelle série, page 81

Au cours de la description, au niveau de la réalisation pratique, nous avons parlé d'un coffret Teko P/2, alors qu'il s'agissait d'un nouveau modèle de marque M.M.P. portant la référence 221 PP.

Cette nouvelle série de coffrets en plastique

#### Série PP standard

Réf. 110 PP  
Réf. 115 PP  
Réf. 116 PP  
Réf. 117 PP  
Réf. 220 PP  
Réf. 221 PP  
Réf. 222 PP

incassable (ABS) à fixation par vis et écrous est disponible chez la plupart des revendeurs. D'astucieuses cheminées reçoivent des vis auto-taraudeuses qui permettent la fixation des circuits.

Rappelons les diverses références présentes sur le marché.

#### Dim. extérieures (mm)

115 X 70 X 60  
117 X 140 X 64  
117 X 140 X 84  
117 X 140 X 114  
220 X 140 X 64  
220 X 140 X 84  
220 X 140 X 114

La visserie est fournie avec les coffrets.

#### DISTRIBUTION EN GROS :

M.M.P., 10, rue Jean-Pigeon, 94220 Charenton. Tél. : 376.65.07.

### DOUBLE TELERUPTEUR C.MOS

N° 31 Nouvelle série, page 78

Pour que le circuit imprimé soit conforme au schéma de principe, il faut relier la borne (3) de IC<sub>1</sub> au condensateur C<sub>1</sub> dont on

voit manifestement sur l'implantation des éléments la pastille ou extrémité restée libre.



Composition  
Photocomposition : ALGAPRINT, 75020 PARIS  
Impression - couverture : S.P.I. 75019 PARIS  
Distribution : S.A.E.M. TRANSPORTS PRESSE

Le Directeur de la publication :  
A. LAMER

Dépôt légal - 4<sup>e</sup> trimestre 1980 N° 574

Copyright © 1979  
Société des PUBLICATIONS  
RADIOELECTRIQUES et SCIENTIFIQUES

La reproduction et l'utilisation même partielles de tout article (communications techniques ou documentation) extrait de la revue « Electronique Pratique » sont rigoureusement interdites ainsi que tout procédé de reproduction mécanique, graphique, chimique, optique, photographique, cinématographique ou électronique, photostat tirage, photographie, microfilm, etc.).

Toute demande d'autorisation pour reproduction quel que soit le procédé, doit être adressée à la Société des Publications Radio Électriques et Scientifiques.

Recherche Electronicien pour aide dans conception et mise au point. Contrôleur. Tél. : après 19 h au 533.99.69 qui transmettra.

Particulier vend ordinateur disque Nova 1220, 3 unités disques 3X1M25 assembleur, Fortran IV, Basic clav./écran, imprimante centronic 132 COL, Tél. (71) 61.15.87 après 19 h.

Votre C.I. sur époxy 18 F/dm<sup>2</sup>. Etamage inclus. Port 8 F en rec. Rivero, 153, rue Paradis, 13006 Marseille.

Vends modulateur micro 3 voies état neuf 170 F. Ecr. Sanchez Eric C.U. Daniel Faucher. Bât 7, CH. 1207, allée C. Soula, 31078 Toulouse Cédex.

C.I. en 24 h : epoxy 18 F/dm<sup>2</sup>. Envoi ou dépôt document + chèque + enveloppe timbrée à 1,80 F par dm<sup>2</sup> : Delau, 12, av. de Verdun, 92120 Montrouge.

Recherche n° 1455 avril 1974 ou photocopie des pages concernant l'article (la radioélectronique simplifiée) Je paye 20 F + port. Jobert, rue Cazaubon, 32100 Condom.

Face avant - toutes impression sur alu adhésif - 20 coloris - unité - séries - circuits - échantillons - catalogue : 3 timbres. Top-Président, av. Hugues, 06140 Vence.

A vendre micro-ordinateur Nascom 1 2K Rom + 2K Ram + Buffer + bus + alim. + Rack 3000 F écrire Jan Btransky, 5 av. du Gal Leclerc, 94200 Ivry.

Brevetez vous-même vos inventions, grâce à notre guide complet. Vos idées nouvelles peuvent vous rapporter gros mais cela il faut les breveter « demandez la notice 78 » Comment breveter ses inventions contre 2 timbres à Ropa BP 41, 62101 Calais.

Cherchons Vendeurs-Techniciens dégagés des obligations militaires pour : ALBION, 9, rue de Budapest, 75009 PARIS. Tél. 874.14.14 et 526.26.10.

A partir d'une photocopie je réalise votre circuit imprimé sur verre epoxy 18 F/dm<sup>2</sup>. Cède 4000 diodes 1N4148 (I.T.T.) 300 F. RIVERO, 153, rue Paradis, 13006 Marseille.

Vds oscilloscope d'occasion Tektronix. Série 500, 10 à 80 MHz. Bon état, révisés, garantis. Nombreux autres appareils de mesure, liste sur demande. Phebus, 52, rue Galliéni, 92240 Malakoff. Tél. 654.28.48.

Artisan région Est recherche personnes H. ou F. 30/40 ans. Travail en TIC pour atelier de rép. réal. étude électro. BF-MF-MC. Expér. 5 ans mini sans travail. Fournir réf. Domiciliation Revue.

Partant de tous documents, réalisons vos C.I. sur V.E. 18 F le dm<sup>2</sup> 1 face, 23 F 2 faces, film, étam, perçage inclus. Impres. face-avant de coffret (chèque à la commande + 5 F de port global). Imprelec Le Villard, 74550 Perrignier. Tél. (50) 72.41.25.

Artisan région Est recherche personnes H ou F 30/40 A. Travail en TIC pour atelier de rép. réal. Etude electro. BF-MF-MC. Exper 5 ans mini, sans travail. Fournir réf. domiciliation revue.

A partir d'une photocopie, je réalise votre circuit imprimé sur verre epoxy 18 F/dm<sup>2</sup>. Cède 4000 diodes 1N4148 (I.T.T.) 300 F. Rivero, 153 rue Paradis, 13006 Marseille.

Circuits imprimés en 24 h à Paris. Epoxy le dm<sup>2</sup> : 18 F. Envoi ou dépôt, document + chèque + 1,80 F timbre/dm<sup>2</sup> : C.I. Delau, 12, av. de Verdun, 92120 Montrouge.

vendus selon le TARIF DU CONSTRUCTEUR OU DE L'IMPORTATEUR LUI-MEME. L'un de ces appareils répond à vos besoins... REGARDEZ BIEN et COMPAREZ. N'OUBLIEZ PAS QUE NOUS SOMMES A VOTRE SERVICE DEPUIS DEJA 32 ANS!...

## TELEQUIPMENT



D 32

● **Type D 32**  
2 voies, 10 MHz.  
Batteries incorporées.  
Prix avec 2 sondes TP2 ..... **5 850 F**  
Pour cet appareil, prévoir un délai.



D 67 A

● **Type D67 A. Double trace. 25 MHz**  
Surface utile de l'écran : 8 x 10 cm.  
Double base de temps.  
Sensibilité : 10 mV à 50 V/cm.  
Précision de mesure : 3 %.  
Balayage retardant, retardé et déclenché.  
Post-accelération 10 kV.  
Prix avec 2 sondes TP2 ..... **9 100 F**



DM 64

● **Type DM 64**  
2 voies, 10 MHz. Modèle à mémoire.  
Sensibilité 1 mV.  
Prix avec 2 sondes TP2 ..... **11 500 F**

### SÉRIE D 1000

Caractéristiques communes :  
● Écran rectangulaire 8 x 10 cm.  
● Vitesse 0,2 s à 40 ns/Division en X5.  
● Déclenchement automatique normal TV lignes et trames intérieur et extérieur. Entrée X.  
● Alimentation 110 et 220 volts. Poids : 8 kg.

● **D 1010**  
2 x 10 MHz. Sensibilité 5 mV  
à 20 V/Division  
Avec 2 sondes TP2 et tunnel de visée **3 540 F**

● **D 1011**  
2 x 10 MHz. Sensibilité 1 mV  
à 20 V/Division.  
Avec 2 sondes TP2 et tunnel de visée **3 890 F**

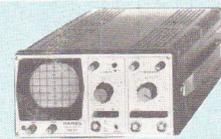
● **D 1015**  
2 x 15 MHz. Sensibilité 5 mV  
à 20 V/Division.  
Avec 2 sondes TP2 et tunnel de visée **4 470 F**

● **D 1016**  
2 x 15 MHz. Sensibilité 1 mV  
à 20 V/Division.  
Avec 2 sondes TP2 et tunnel de visée **5 110 F**



Série D 1000

## HAMEG



HM 307/3

● **HM 307/3.** Simple trace - Écran Ø 7 cm. AM-PLI Y : simple trace DC 10 MHz (-3 dB)  
Atténuation d'entrée à 12 positions ± 5 %.  
De 5 mV à 20 V/Division. Vitesse de 0,2 s à 0,5 µs.  
Testeur de Composants incorporé.  
Prix avec 1 cordon gratuit ..... **1 590 F**

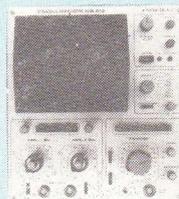


HM 312/8

● **HM 312/8 - AMPLI V :** Double trace 2x20 MHz à 5 mV/cm.  
Temps de montée 17,5 ns. Atténuateur : 12 positions. Entrée : 1 M/30 pF.

**AMPLI X :** de 0 à 1 MHz à 0,1 V/cm. B. de T. de 0,3 s/cm à 0,3 micro/s en 12 positions. Loupe électronique x 5.  
**SYNCHRO INTER. EXTER. T.V. :** Générateur de signaux carrés à 500 Hz 2 V pour étalonnage.

**Équipements :** 34 transistors, 2 circuits intégrés, 16 diodes, tube D 13 - 620 GH, alim. sous 2 kV. Secteur 110/220 V - 35 VA. Poids : 8 kg.  
Dim. : 380x275x210 mm.  
Prix avec 1 sonde 1/1 + 1/10 ..... **2 440 F**



HM 412/4

● **HM 412/4 - Double trace.** Écran de 8 x 10 cm 2x20 MHz.  
**AMPLI Y :** DC 15 MHz (-3 dB). Atténuateur d'entrée 12 positions ± 5 %.  
**AMPLI X :** déclenché DC 30 MHz. Balayage en 18 posit. Alim. stabilisée. Retard de balayage. Rotation de Traces.  
Prix avec 1 sonde 1/1 + 1/10 ..... **3 580 F**  
(Pour cet appareil, prévoir un délai.)

● **HM 512/8 - 2x50 MHz - Double trace.**  
2 canaux DC à 50 MHz, ligne à retard. Sensib. 5 mVcc-20 Vcc/cm. Régl. fin 1 : 3. Base de temps 0,5 s-20 ns/cm (+x5). Déclenchement 1 Hz à 70 MHz, +/-, touche TV. Fonction XY sur les 2 canaux av. même calibration. Somme des deux canaux. Différence par inversion du canal 1. Dim. de l'écran 8x10 cm. Accél. 12 kV, gratuite lumineuse.  
Prix avec 1 sonde 1/1 + 1/10 ..... **5 830 F**  
(Pour cet appareil, prévoir un délai.)



HM 512/8

## VOC - TRIO

(KENWOOD)



VOC 5

● **OSCILLOSCOPE** (Made in Japan)  
UN EXCELLENT APPAREIL TRÈS SOIGNÉ  
2 traces du continu à 15 MHz.  
Tube de 13 cm. Réticule lumineux.  
Entrée différentielle. Synchro TV lignes et trame.  
Base de temps de 0,5 s à 0,5 µs.  
Entièrement transistorisé.  
Fonctionnement en mode X-Y. Loupe X5.  
Livré avec 2 sondes combinées  
1/1 et 1/10 ..... **3 500 F**



OC 975

## CENIRAD

NOUVEAU ! OC 975

Double trace 2 x 20 MHz  
Prix de lancement ..... **2 950 F**

## metrix

● **OX 712 B 2x15 MHz**  
Tube avec post-accelération de 3 kV du continu.  
Sensibilité 1 mV/cm.  
Possibilité de synchro au-delà de 40 MHz.  
Fonction X-Y. Addition et soustraction des voies.  
Réglages progressifs des gains et vitesses.  
GARANTIE 2 ANS  
Prix ..... **4 500 F**

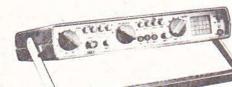


OX 713

● **OX 713 2x10 MHz** ..... **3 822 F**  
Prix

## sinclair

● **NOUVEAU : OSCILLO SC 110**  
Dimensions de l'écran : 32 x 26 mm.  
Bande passante : DC à 10 MHz, ± 3 dB à 1 div.  
Sensibilité 10mV/div. à 50 mV/div. en 12 positions.  
Alimentation par piles (option batterie rechargeable + bloc secteur chargeur)  
Prix ..... **1 950 F**

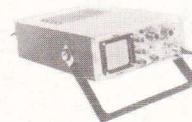


NOUVEAU : OSCILLO SC 110

## elc

PROMOTION SC 754

0 à 12 MHz 5 mV  
PORTABLE  
Base de temps déclenchée avec relaxation automatique en l'absence de signal étalonnée de 1 µs à 5 ms. en 12 positions.  
Synchronisation : positive ou négative en interne ou externe séparateur T.V.I. et T.V.L.  
Tube rectangulaire D 7201 GH.  
180-75-300 mm. Masse 3,5 kg. Prix **1 700 F**



« PC 1211 »

## SHARP

« MZ-80 K »

Ordinateur de poche utilisant le langage



BASIC. Traite des calculs complexes. Affichage avec matrice à points jusqu'à 24 chiffres avec affichage flottant. Capacité de programme 1424 pas. 26 mémoires avec protection. Programmes et données peuvent être gardés sur magnéto. (Interface en option) L'appareil ..... **1300 F**  
Avec interface pour magnéto à K7 ..... **1390 F**



Documentation sur demande

● Extension 28K ..... **780 F**  
Unité double de Floppy disques ..... NC  
Panier Interface comprenant alimentation et place pour 5 interfaces ..... NC  
Cable Interface Floppy ..... NC  
Cable Floppy ..... NC

Pour tous ces accessoires, un délai est nécessaire

Ordinateur personnel MICROPROCESSEUR Z80  
Basic étendu 14K. Rom 4K.  
Mémoire 20K RAM, extensible jusqu'à 48K. Permet de programmer par exemple : vidéo, jeux sportifs, échecs, programmes musicaux, etc.  
Comptabilité : calculs complexes, analyse de statistiques, etc.  
Prix ..... **6 900 F**

● Extension 28K ..... **1 500 F**  
Master disquettes ..... NC  
— Imprimante SHARP : 80 caractères-ligne, 40 caractères élargis, 226 caractères imprimables, 1/2 ligne/sec ..... NC  
Interface imprimante ..... NC

POSSIBILITÉS DE CRÉDIT (CREG et CETELEM) de 3 à 21 mois selon désir et réglementation en vigueur.

A PARIS : 3, Rue de Reuilly, 75012

Tél. : 346.63.76 (lignes groupées)

Ouvert tous les jours (sauf dimanche) de 9 h à 12 h 30 et de 14 h à 19 h

A TOULOUSE : 25 rue Bayard, 31000. Tél. : (61) 62.02.21

Ouvert tous les jours de 9 h 30 à 19 heures sans interruption sauf dimanche et lundi matin

EXPÉDITIONS RAPIDES PROVINCE ET ÉTRANGER