

Electronique pratique

I.S.S.N. 0243 4911

Sommaire détaillé page 46

14'

N° 84 NOUVELLE SÉRIE JUILLET-AOÛT 1985

BELGIQUE 97 FB - CANADA \$ 2,00 - ESPAGNE 220 Ptas - ITALIE 4 800 Lires - SUISSE 4,00 FS - TUNISIE 1,38 Din

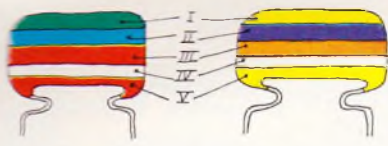
UN BAROMÈTRE ÉLECTRONIQUE

**UN COMPTEUR HORAIRE
AVEC CALCULATRICE**

**UN GÉNÉRATEUR
BASSE-FRÉQUENCE**

**UNE COMMANDE SONORE
'LE SONOMATIC'**





5600 pF

47000 pF

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

V : tension
rouge 250V
jaune 400V

I 1 ^{er} chiffre	II 2 ^{ème} 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



tolérance: or $\pm 5\%$ argent $\pm 10\%$

1^{ère} bague 1^{er} chiffre
2^{ème} bague 2^{ème} chiffre
3^{ème} bague multiplicateur

I	II	III
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	

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



Société anonyme au capital de 300 000 F.
2 à 12, rue Bellevue, 75940 Paris Cedex 19.
Tél. : 200.33.05. - Télex PVG 230 472 F

Directeur de la publication : A. LAMER
Directeur honoraire : Henri FIGHIERA « Le précédent numéro a été tiré à 112 700 ex. »
Rédacteur en chef : Bernard FIGHIERA
Maquettes : Jacqueline BRUCE

Couverture : M. Raby. Avec la participation de M. Archambault, A. Garrigou, G. Isabel, R. Knoerr, J. Legast, P. Patenay, R. Rateau, D. Roverch.

La Rédaction d'Électronique 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

Chef de Publicité : Alain OSSART
Assisté de : Sabine REYNAUD
Abonnements : Odette LESAUVAGE
Promotion : Martine BERTHE et Michèle POMAREDE

ABONNEMENTS : Abonnement d'un an comprenant : 11 numéros ELECTRONIQUE PRATIQUE - Prix : France : 115 F. Etranger : 201 F

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

LE HAUT-PARLEUR + ELECTRONIQUE PRATIQUE à 210 F - Etranger à 390 F

SONO + LE HAUT-PARLEUR + ELECTRONIQUE PRATIQUE à 315 F - Etranger à 577 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 ... 14 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° 84 JUIL / AOUT 1985

S
O
M
M
A
I
R
E

PAGE

REALISEZ VOUS-MEMES

Un jeu de loto	47
Un dispositif de commande sonore : le Sonomatic	54
Un gradateur mural	59
Un compteur horaire avec une calculatrice	66
Un pupitre d'expérimentation : le générateur BF	78
Un fréquencemètre digital	83
Un baromètre électronique	89
Coupure automatique d'un fer à repasser	113

EN KIT

Le temporisateur programmable TSM 165	62
Le vumètre stéréo à LED « RAM »	64
Le kit CELESTION Ditton 250 XR	72

PRACTIQUE ET INITIATION

Quelques applications du 4011	119
Le langage machine sur ZX 81 : II ^e partie	123

DIVERS

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





LE LOTO ELECTRONIQUE

La sphère de ce loto est une horloge électronique.
Dès la mise sous tension, elle tourne en
permanence et les « boules » passent devant la
porte de sortie à la cadence de 500 par seconde.



U

ne simple impulsion sur le bouton du tirage de ce loto fait apparaître un des 49 numéros sur les afficheurs, avec un maximum de hasard comme dans le loto national. Il suffit d'appuyer six fois consécutives sur le bouton-poussoir pour remplir une grille d'un bulletin simple et « ça peut rapporter gros ». Les composants sont très courants et il n'y a aucun réglage à effectuer. L'appareil étant portable, il est donc très pratique.

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT (fig. 1 et 2)

Dès la mise sous tension de l'appareil, l'horloge tourne en permanence avec ses 49 numéros. Elle attaque un compteur et un décodeur qui identifient les numéros des boules se présentant devant la porte de sortie, cette dernière s'ouvre dès que l'on appuie sur le bouton poussoir qui commande le tirage de la

première boule. A cet instant t, le numéro décodé est transmis sur les afficheurs. Pendant le tirage l'horloge simulant la sphère continue de tourner et de brasser les boules.

Une remise à zéro des compteurs est réalisée automatiquement au n° 50 de façon à ce que les numéros de sortie ne dépassent pas 49. Dès que l'on relâche le bouton Bp, les afficheurs s'éteignent. Cela augmente le hasard du tirage et diminue la consommation à vide du

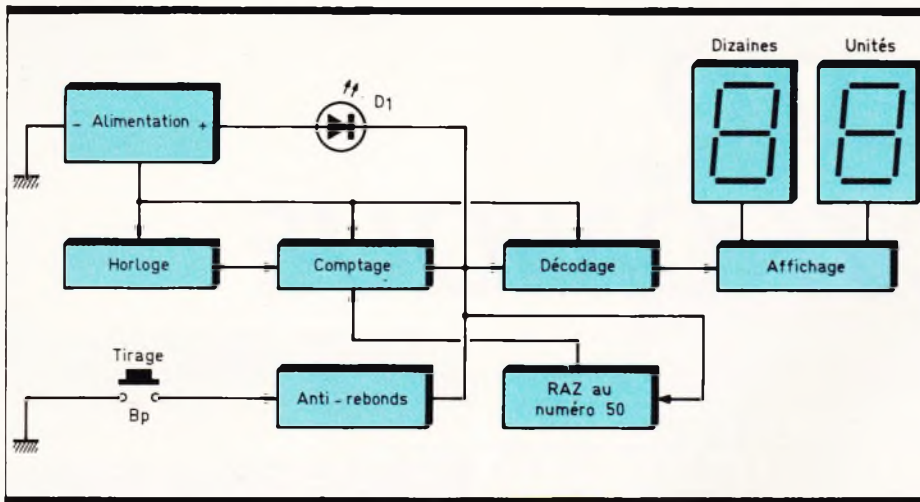


Fig. 1 Synoptique du montage équipé de deux afficheurs.

IV de IC₄ commande la RAZ. La sortie 14 de IC₃, étant toujours à zéro, est laissée en l'air, alors que l'entrée 6 de IC₂ est maintenue à la masse pour éviter un affichage supérieur à 49.

La sortie 11 de IC₃ commande également T₁ et la LED D₁ par R₁₈ et R₁₉. Cette LED D₁ visualise que l'appareil est sous tension et que l'horloge ou « sphère » tourne. La consommation à vide n'est en moyenne que de 1 mA lorsque BP₁ est relâché, et de 18 à 45 mA pendant l'affichage.

montage. Une LED permet de visualiser le fonctionnement de l'horloge et la mise sous tension.

FONCTIONNEMENT ELECTRONIQUE (fig. 3)

Dès la fermeture de l'interrupteur It₁, la batterie 6 V constituée de quatre piles de 1,5 V alimente l'ensemble des circuits. La porte inverseuse I du trigger IC₄ est montée en oscillateur et la fréquence d'horloge (500 Hz) dépend de C₂ et R₁₅ et du seuil d'hystérésis du trigger IC₄. Cette horloge transmet les signaux aux deux compteurs IC₃ (4518) montés en cascade, puis aux deux décodeurs BCD-7 segments IC₁ et IC₂ (4511); mais les afficheurs à cathode commune A₁ et A₂ restent éteints : les entrées 4 et 5 de IC₁ et IC₂ sont en effet à zéro par la sortie de la porte III de IC₄ car R₁₇ est au plus.

Pour le tirage du premier numéro, il suffit d'appuyer sur BP₁ qui met à zéro l'entrée de la porte III de IC₄ et autorise l'affichage de la première boule. C₁ évite aux rebonds de BP₁ de franchir la porte III de IC₄ et permet ainsi d'obtenir un affichage non parasité par BP₁.

Pour remplir la grille complète d'un bulletin simple, il faut donc appuyer six fois consécutives sur BP₁ et noter les numéros sortants. Pour arrêter le comptage au numéro 49, il faut faire une remise à zéro au numéro 50 : c'est la fonction des portes II et IV de IC₄ qui détectent le passage à 50. A ce moment-là, les sorties 11 et 13 du 2^e compteur IC₃ sont à 1, la porte Nand trigger

Fig. 2 Oscillogrammes caractéristiques.

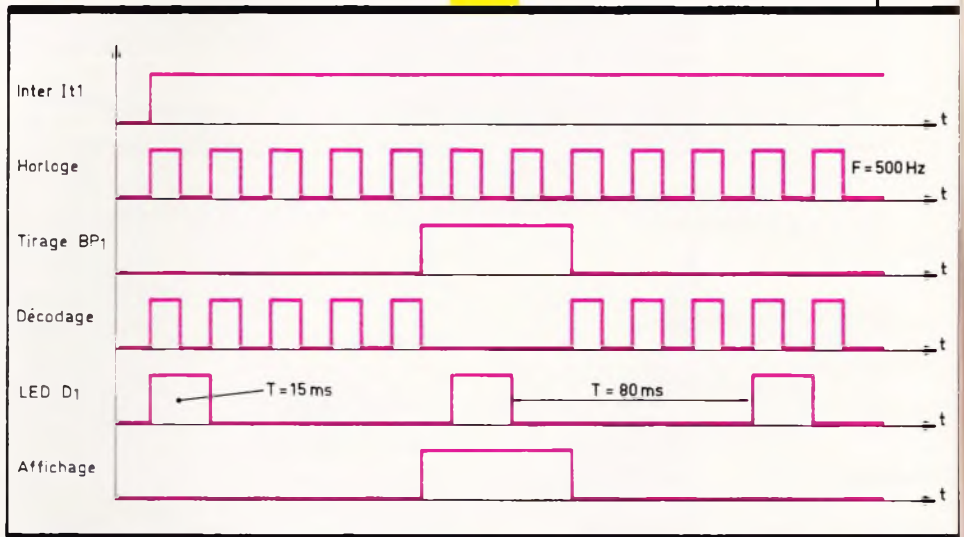
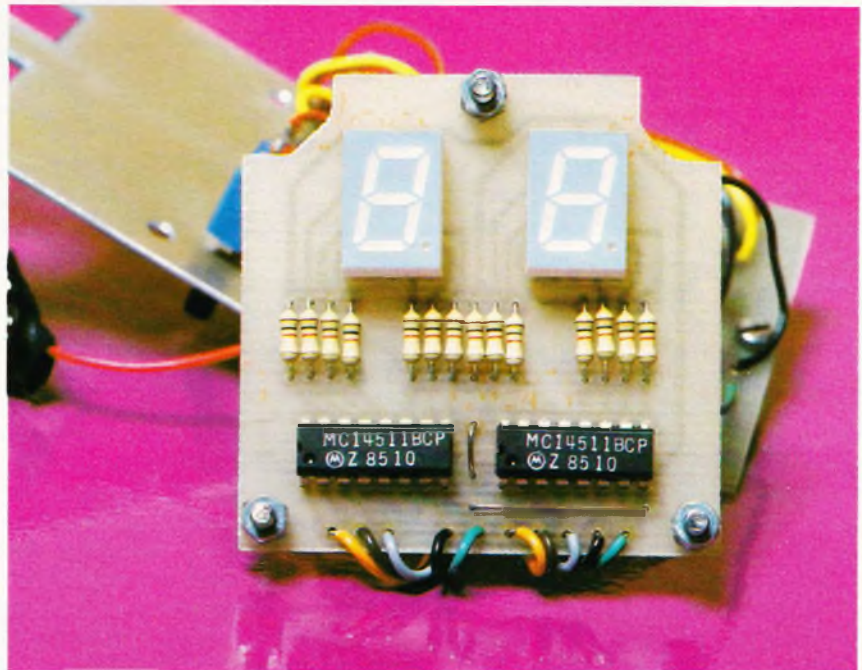


Photo 2. - Le module d'affichage équipé de 4511.



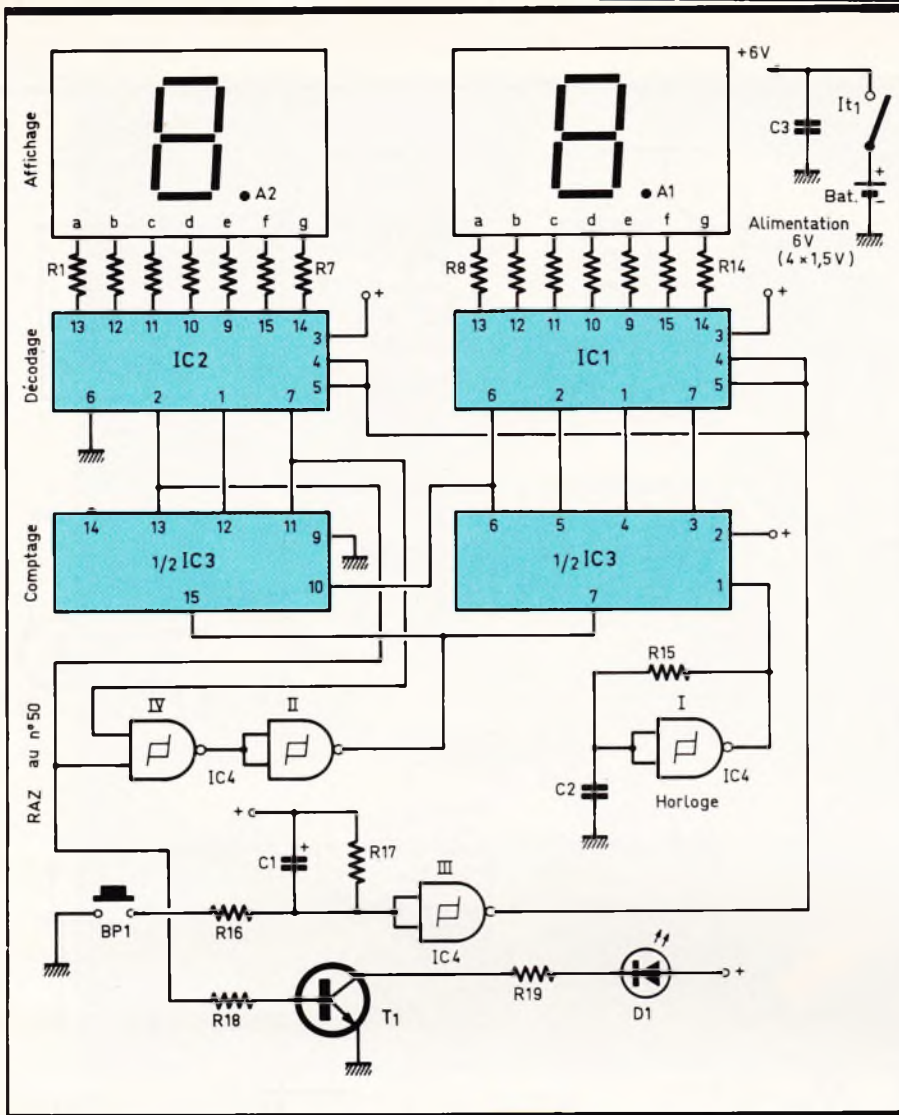


Fig. 3 Schéma de principe.

REALISATION PRATIQUE

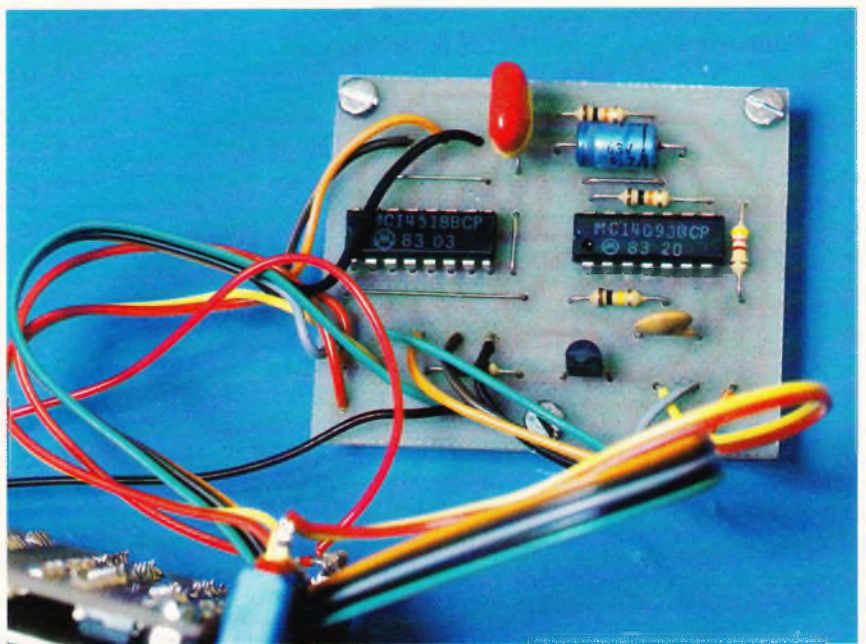
a) Le circuit du module d'affichage

1. Le circuit imprimé (fig. 4)

Il est réalisé en verre époxy et représenté grandeur nature. Il pourra être reproduit facilement soit par la méthode photographique plus pratique, soit à l'aide d'éléments transferts Mécanorma disponibles chez la plupart des fournisseurs de composants électroniques. Plonger le circuit dans un bain de perchlorure de fer afin d'obtenir la gravure.

Percer le circuit avec les forets suivants : \varnothing 0,8 pour les circuits intégrés IC₁ et IC₂ ; \varnothing 1 mm pour les deux straps de liaison, les résistances et les afficheurs ; \varnothing 1,2 pour les dix trous de sortie, et enfin \varnothing 3,5 pour les trois trous de fixation avec la face avant.

Photo 3. - Aspect du module horloge.



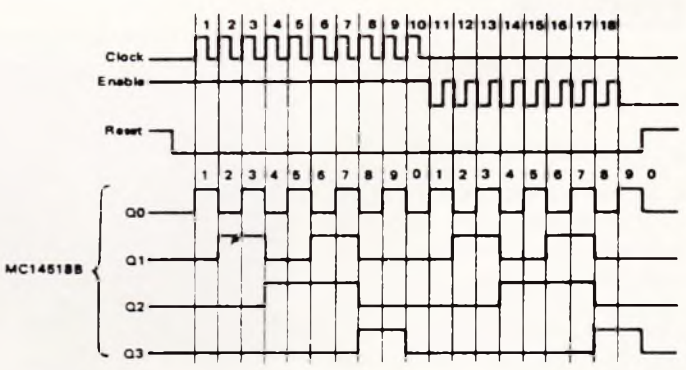
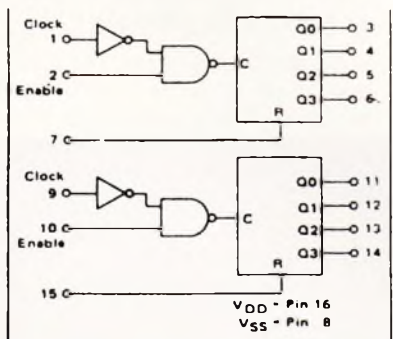
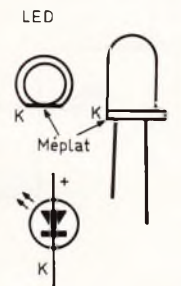
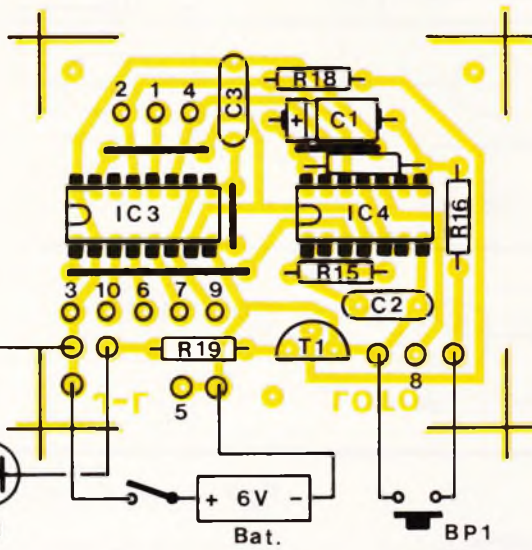
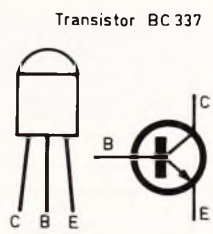
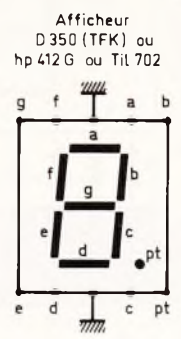
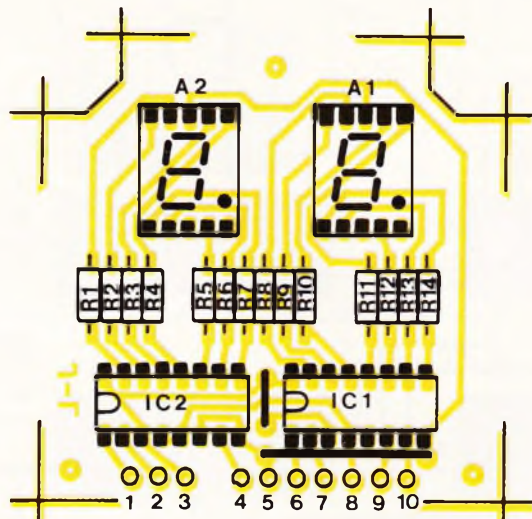
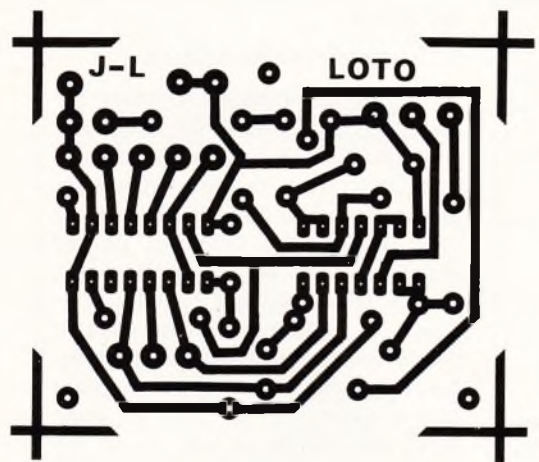
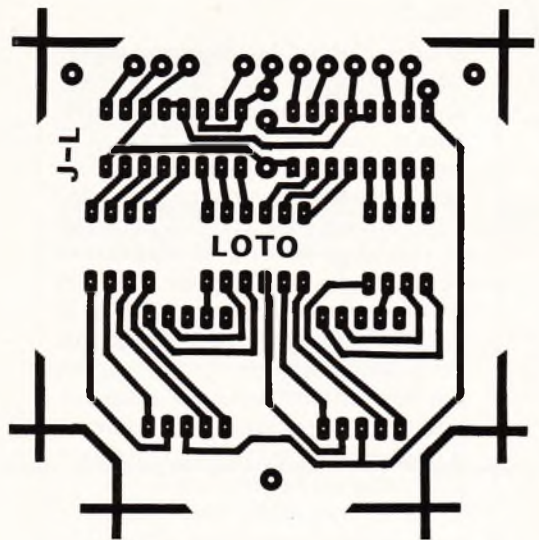
2. Implantation des composants (fig. 5)

Souder d'abord les deux straps, les 14 résistances 1 k Ω 1/4 W qui alimentent les segments des afficheurs, puis les circuits intégrés et les afficheurs sans supports en faisant attention à leur sens d'orientation. Mettre trois vis \varnothing 3 longueur 10 mm dans les trous de fixation et deux écrous par vis pour régler la hauteur entre la face avant et le circuit imprimé. Souder les dix fils de liaison de 15 cm fins et souples qui devront être reliés à l'autre circuit en respectant les numéros d'implantation correspondants de 1 à 10 entre les figures 5 et 7.

b) Le circuit d'horloge et de comptage

1. Le circuit imprimé (fig. 6)

Il est réalisé également en verre époxy de dimensions 60 x 50 mm et représenté grandeur nature. Il sera reproduit facilement de la même manière que l'autre circuit imprimé. Après gravure, percer le circuit avec les forets suivants : \varnothing 0,8 pour les deux circuits intégrés ; \varnothing 1 mm pour les quatre straps de liaison et les divers composants (résistances, condensateurs et transistor) ; \varnothing 1,2 pour les seize trous des fils de liaison, et \varnothing 3,5 pour les trois trous de fixation dans le boîtier Teko plastique P/2.



CLOCK	ENABLE	RESET	ACTION
↑	1	0	Increment Counter
0	↑	0	Increment Counter
↑	X	0	No Change
↑	0	0	No Change
↑	↑	0	No Change
X	X	1	Q0 thru Q3 = 0

X - Don't Care

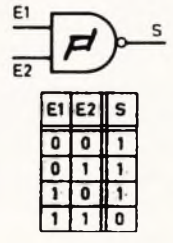
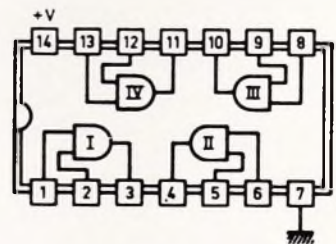


Fig. 4-5 6-7 Le montage nécessite la réalisation de deux circuits imprimés publiés grandeur nature.

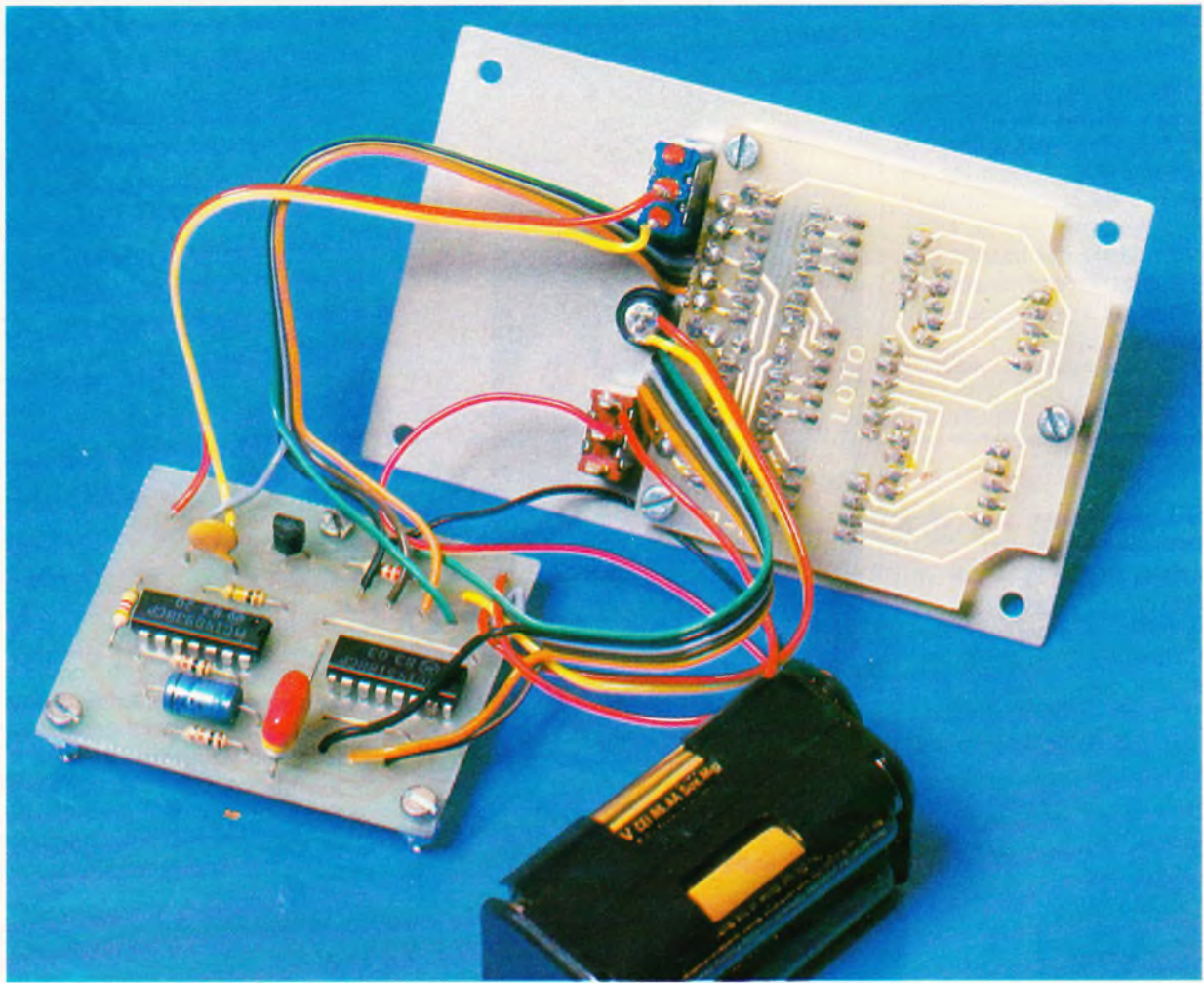


Photo 4. - Détails de fixation du module affichage.

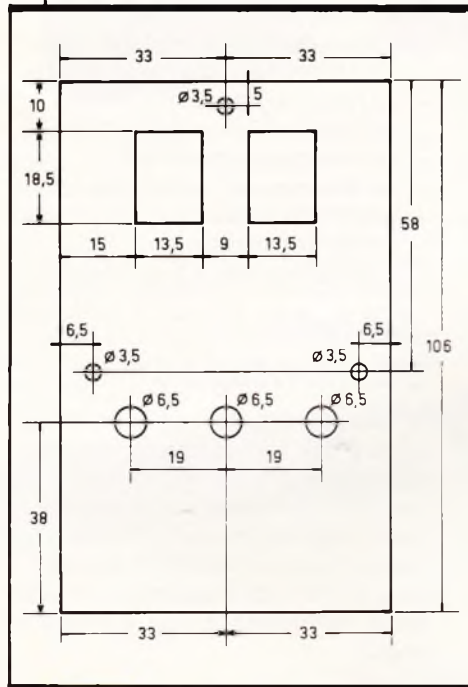


Fig. 8 Plan de découpe de la face avant du coffret Teko.

2. Implantation des composants (fig. 7)

Souder d'abord les quatre straps de liaison, les résistances circuits intégrés IC₃ et IC₄ et les condensateurs, en faisant attention à leur sens d'orientation, puis le transistor T₁.

Mettre les trois vis $\varnothing 3$ longueur 10 pour la fixation du circuit dans le boîtier.

c) Préparation du boîtier (fig. 8)

Percer les trous de la face avant du boîtier Teko plastique P/2 en suivant les cotes indiquées figure 8.

Pour les ouvertures rectangulaires des afficheurs, c'est un peu plus délicat. La méthode la plus facile est de percer un trou $\varnothing 1,5$ mm aux quatre coins des afficheurs et de découper le rectangle avec une scie à fil fin, puis de limer les bavures des ouvertures. Peindre ensuite la face avant et décalquer les lettres transfert identifiant les différentes

commandes avant de déposer un léger film de vernis de protection.

Fixer les composants de la face avant (interrupteur It₁, LED D₁ et poussoir BP₁), puis fixer le circuit du module d'affichage. Percer les trois trous $\varnothing 3,5$ de fixation du circuit de comptage au fond du boîtier Teko.

d) Câblage final (fig. 5 et 7)

Relier les divers composants de la face avant et les circuits imprimés avec des fils fins et souples, de préférence genre câble en nappe en s'aidant des figures 5 et 7 et du schéma électronique général figure 3. Pour les liaisons avec le circuit d'affichage, il faut respecter les numéros des fils de 1 à 10 indiqués sur ces figures. Fixer le circuit de comptage au fond du boîtier ainsi que le support des quatre piles 1,5 V d'alimentation, et fixer la face avant de l'appareil après avoir vérifié le câblage général.

e) Essais

Mettre l'interrupteur It_1 sur marche : la LED D_1 doit clignoter mais les afficheurs restent éteints. Appuyer sur le bouton poussoir BP_1 , les afficheurs doivent indiquer un numéro de 0 à 49 et recommencer d'appuyer BP_1 pour obtenir le tirage complet désiré des numéros de loto en excluant le chiffre zéro. Il ne reste plus qu'à vous souhaiter bonne chance.

LISTE

DES COMPOSANTS

R_1 à R_{14} : 1 k Ω 1/4 W 5 % (marron, noir, rouge)

R_{15} : 100 k Ω 1/4 W 5 % (marron, noir, jaune)

R_{16} : 4,7 k Ω 1/4 W 5 % (jaune, violet, rouge)

R_{17} , R_{18} : 10 k Ω 1/4 W 5 % (marron, noir, orange)

R_{19} : 2,2 k Ω 1/4 W 5 % (rouge, rouge, rouge)

C_1 : 4,7 μ F chimique axial

C_2 : 0,1 μ F céramique disque

C_3 : 0,22 μ F plastique métallisé

D_1 : LED rouge \varnothing 5 haute luminosité + support plastique

IC_1 , IC_2 : décodeur BCD - 7 segments MC 14511

IC_3 : compteur BCD MC 14518

IC_4 : 4 Nand trigger MC 14093

T_1 : transistor BC 237 ou BC 337

A_1 , A_2 : afficheur à cathode commune 13 mm rouge hp 412 G ou D350 (TFK) ou Til 702

BP_1 : bouton poussoir ouvert au repos (miniature)

It_1 : interrupteur miniature (ou inverseur)

1 support pour 4 piles 1,5 V type R6 à sortie pression

1 connecteur pression pour pile 9 V

1 boîtier Teko plastique P/2

4 piles bâton 1,5 V type R6

Jacques LEGAST

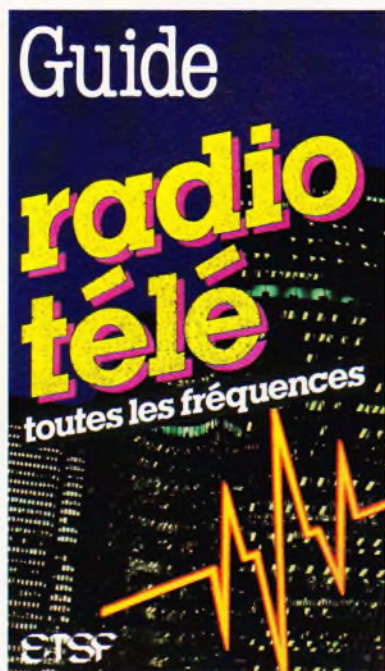
Faites-nous part de vos expérimentations personnelles en nous soumettant une maquette électronique

ELECTRONIQUE PRATIQUE

2 à 12, rue de Bellevue
75019 PARIS

GUIDE RADIO, TELE toute les fréquences

B. FIGHIERA et P. GUEULLE



Aux Editions Techniques et Scientifiques Françaises, voici le guide pratique le plus attendu.

Pour tous les auditeurs, des branchés des radios libres aux passionnés d'écoute des stations ondes courtes, cet ouvrage est indispensable.

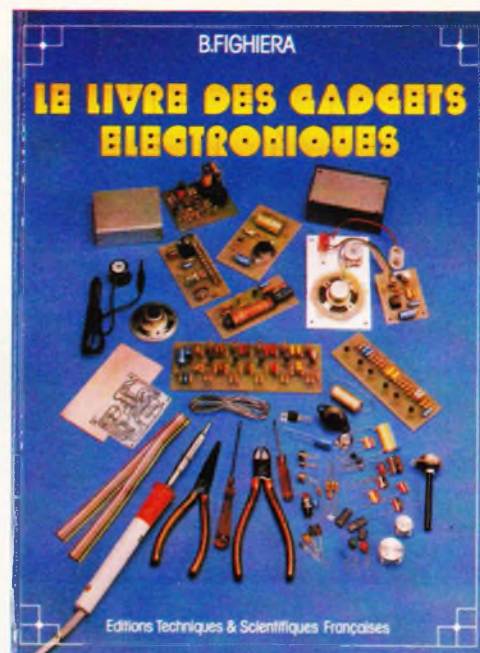
Très utile également aux téléspectateurs, les habitués des chaînes nationales comme les curieux qui cherchent à capter les télévisions étrangères.

De nombreux tableaux indiquent très clairement les fréquences et présentent une large sélection des émetteurs tant publics que privés.

Vous y trouverez :

- Répartition des fréquences
- Moyens de réception radio-TV
- Radio et télévision françaises
- Les radios libres
- Les satellites
- A l'écoute du monde
- Les fréquences radio maritimes.

Prix pratiqué : 69 F (franco : 79 F) par la Librairie Parisienne de la Radio, 43, rue de Dunkerque, 75480 Paris Cedex 10.



Chaque livre, et on peut l'appeler livre à juste titre (couverture cartonnée, format 190 x 260), comporte une feuille de transfert autorisant six circuits imprimés qui permettent par association quatorze montages « tremplin ». Dans ces conditions, et à l'aide de peu de composants, l'amateur parviendra, à moindre frais, à un maximum de possibilités.

Les montages « tremplin »

- L'amplificateur de base.
- L'amplificateur téléphonique.
- L'interphone.
- Le module récepteur.
- La sirène à effet spatial.
- L'alimentation universelle.
- Le déclencheur photo-électrique.
- Le faisceau infrarouge.
- Le détecteur de température.
- Le détecteur d'humidité.
- Le détecteur de secousses.
- Le temporisateur.
- Le jeu de réflexes.
- L'orgue miniature avec vibrato.

Au total 35 montages

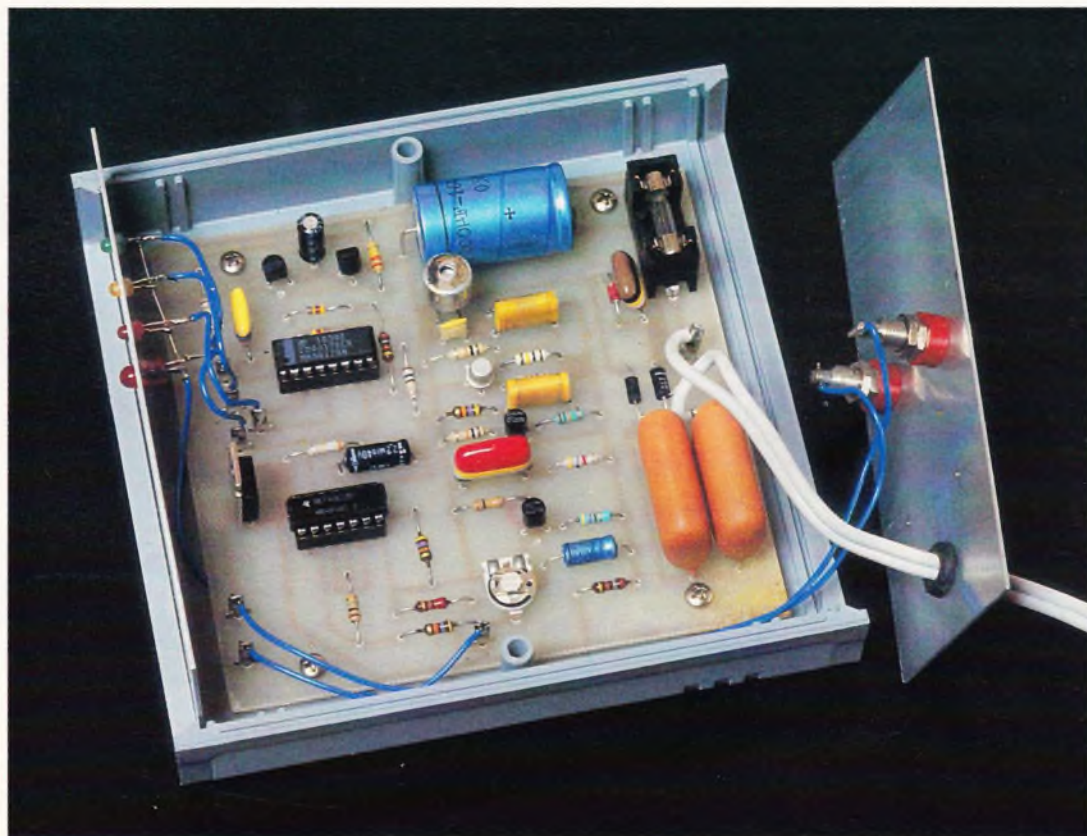
Une nouvelle présentation, beaucoup plus claire et agrémentée de très nombreux croquis, de la couleur très attrayante, des composants disponibles partout, et la feuille transfert inciteront, compte tenu du prix, de très nombreux amateurs, débutants ou non, à s'offrir ce plaisir.

Prix pratiqué : 92 F (avec feuille de transfert), franco 102 F, par La Librairie Parisienne de la Radio, 43, rue de Dunkerque, 75480 Paris Cedex 10.



COMMANDE SONORE: LE «SONOMATIC»

Ne vous est-il jamais arrivé d'avoir souhaité une troisième main pour mener à bien un travail minutieux ? Ou encore, pour commander un appareil électrique, l'idée ne vous a-t-elle jamais effleuré qu'il serait agréable de n'avoir qu'un mot à dire pour se faire obéir ?



U

code précis.

n esclave électronique en somme, totalement dévoué à vos ordres, à votre voix, selon un

C'est en quelque sorte ce que nous vous proposons ce mois-ci, en pensant que cette réalisation aura sans doute de nombreuses autres applications inédites.

PRINCIPE

DE FONCTIONNEMENT

Nous souhaitons réaliser un dispositif permettant de mettre en ser-

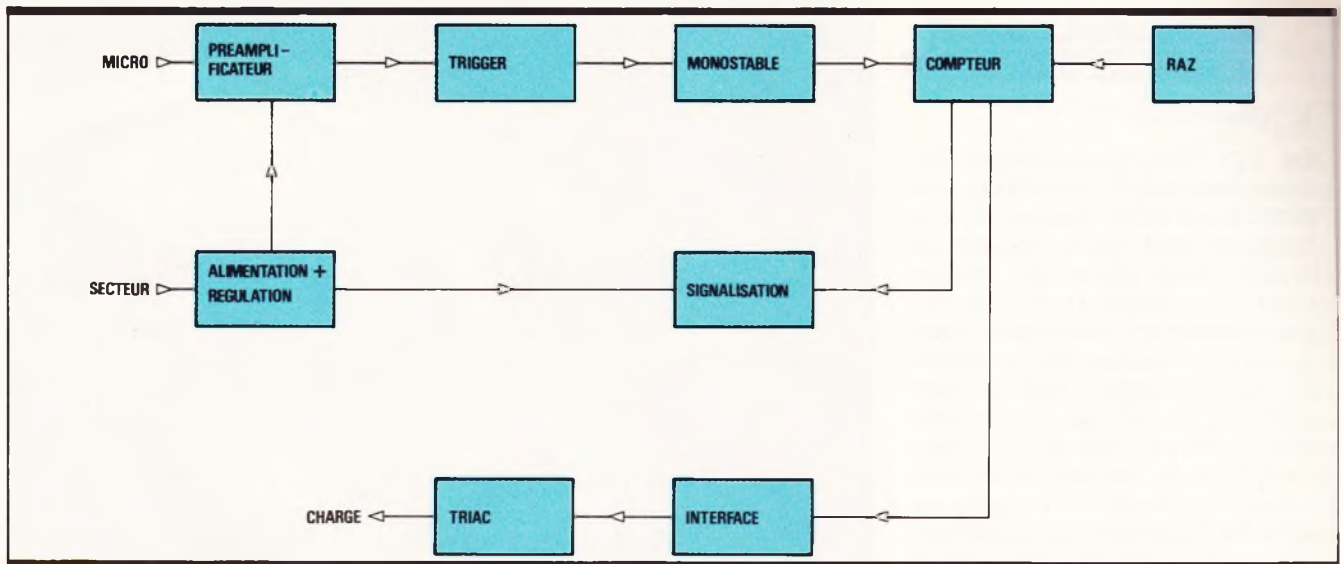


Fig. 1 *Synoptique complet du montage en question.*

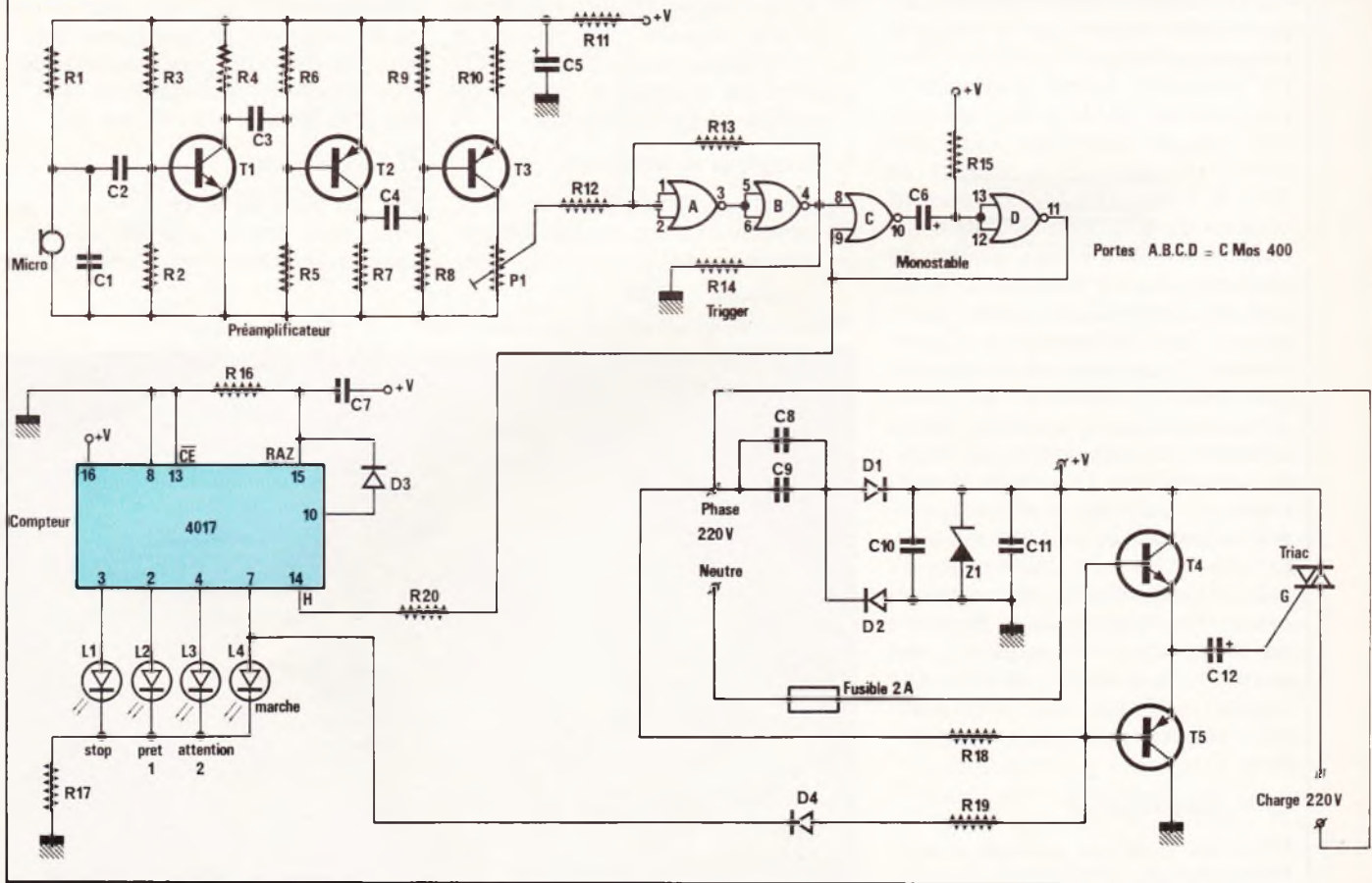
vice un appareil électrique quelconque à l'aide seulement de la voix. En effet, il arrive quelquefois, notamment pour la mise au point des maquettes que nous vous présentons régulièrement, qu'il soit nécessaire de manipuler un potentiomètre, placer une sonde d'oscilloscope

Fig. 2 *Schéma de principe général.*

et à la fois mettre sous tension l'alimentation ou un autre appareil de mesure, quand ce n'est pas le fer à souder!... D'où l'idée, certes pas nouvelle, de mettre à contribution l'électronique pour disposer d'un véritable esclave obéissant à la voix de son maître. En outre, pour éviter des enclenchements intempestifs, il est judicieux de doter l'ensemble de quelques témoins lumineux renseignant l'utilisateur sur l'imminence

ou non de la mise en marche du récepteur à commander.

Un réglage soigneux de la sensibilité permettra à cette réalisation de ne pas réagir trop facilement aux bruits ambiants. L'étage de puissance sera confié à un triac qui assurera ce travail sans produire le moindre son audible (comme le ferait un relais électromécanique), et donc sans éveiller l'attention du micro toujours opérationnel.



1. Alimentation

La très faible consommation des divers éléments de ce montage nous permettra d'éviter l'utilisation d'un transformateur lourd, encombrant et cher. Nous allons donc simplement faire appel à la « résistance » que présente un condensateur pour se laisser traverser par le courant alternatif (on appelle ceci la capacité). La chute de tension sera donc réalisée à l'aide des condensateurs C_8 et C_9 , montés en parallèle afin d'obtenir une valeur plus importante. Ce sont des condensateurs non polarisés dont la tension d'isolement sera au moins de 400 volts (630 sur la maquette) pour prévenir tout risque de claquage et tout vieillissement prématuré. La tension de 220 volts que délivre le secteur correspond à une valeur efficace inférieure de 1,4 fois environ de la valeur maximale atteinte, soit 311 volts.

L'intérêt du système est que le condensateur ne dissipe pas de puissance, donc pas de dégagement de chaleur par effet Joule ; le courant qui traverse le condensateur est déphasé de 90 degrés par rapport à la tension appliquée.

On considère d'autre part qu'à la fréquence de 50 Hz, il faut compter une capacité d'environ $1 \mu\text{F}$ pour espérer disposer d'un courant de 30 mA. Les diodes D_1 et D_2 seront choisies dans la série 1N 4000 sachant que leur tension inverse ne dépassera pas 10 volts. Nous réalisons ici un montage double alternance. Les condensateurs C_{10} et surtout C_{11} assurent un filtrage très efficace de l'ensemble. La diode Zener Z_1 limite la tension de sortie à environ 10 volts, valeur de Zener. Si la réalisation d'une telle alimentation reste simple et efficace, rappelons une fois de plus que son utilisation exige un minimum de précautions, même après avoir débranché le cordon secteur, en raison de la présence des capacités qui gardent longtemps encore une charge suffisante pour vous attribuer une généreuse secousse électrique.

2. Préamplificateur

C'est un classique schéma à trois transistors qui sera chargé d'ampli-

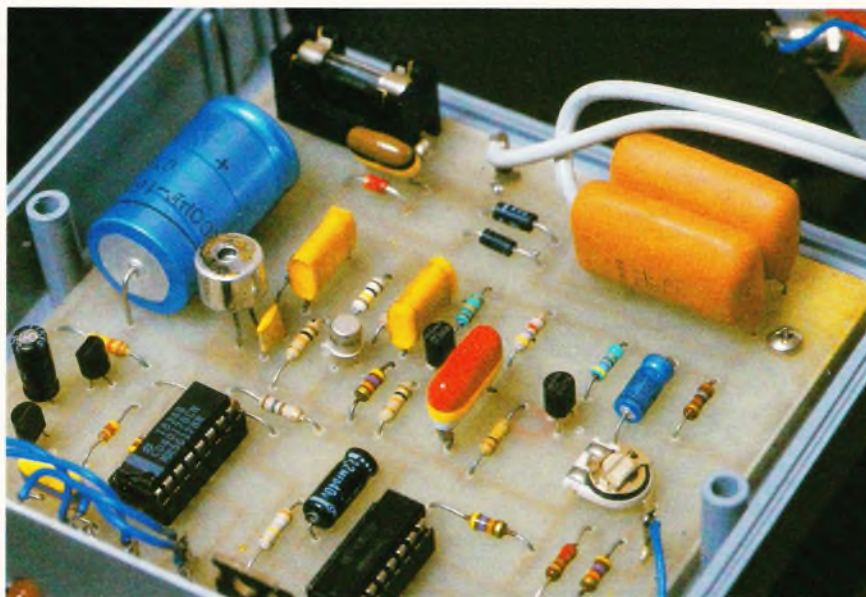


Photo 2. - A côté du condensateur bleu, on aperçoit le micro.

fier suffisamment le signal capté par le microphone de type électret, minuscule capsule polarisée. Le condensateur C_1 élimine les fréquences indésirables tandis que C_2 attaque le premier étage bâti autour du transistor NPN T_1 , monté ici en émetteur commun. Les deux étages suivants utilisent eux un transistor PNP ; dans le collecteur du transistor T_3 , on trouve l'ajustable P_1 qui permet d'ajuster la sensibilité du dispositif. La résistance R_{11} et le condensateur chimique C_5 assurent un découplage correct de l'ensemble de l'amplificateur.

3. Trigger et monostable

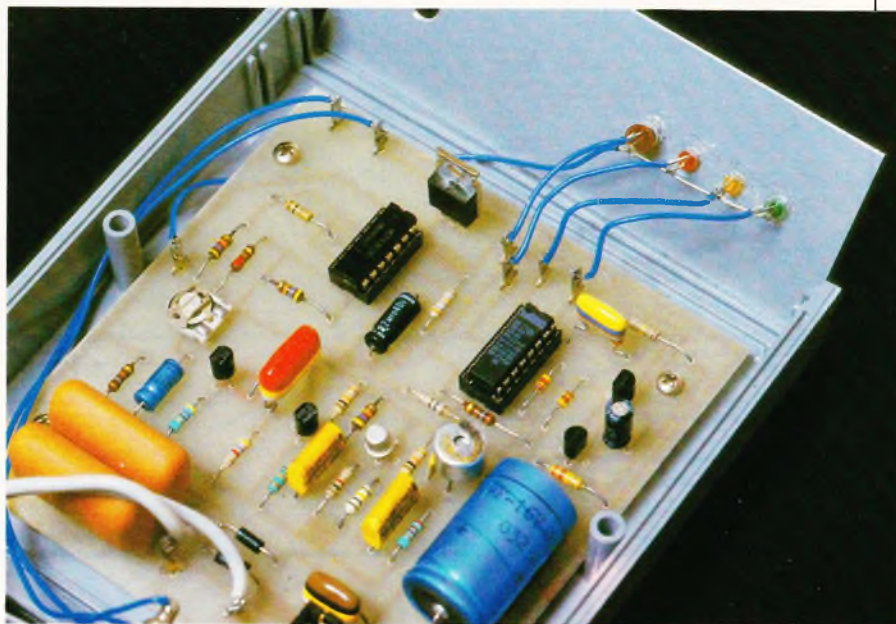
Le signal sonore capté par le micro est en réalité un signal dont l'image est relativement capricieuse. Pour

mettre en forme ce signal, nous allons faire appel aux propriétés bien connues du trigger de Schmitt ; les portes NOR A et B, ainsi que les résistances R_{12} et R_{13} réalisent parfaitement cette fonction ; la résistance R_{14} force à la masse l'entrée 8 du monostable formé avec les portes NOR C et D. La période d'un tel monostable dépend à la fois de C_6 et de R_{15} . Nous obtenons ainsi un signal de longueur constante et aux flancs bien nets, permettant une commande plus régulière du compteur 4017 très sensible aux rebonds inutiles.

4. Le compteur

Pas de surprise à ce niveau ! En effet, nous ferons une fois de plus appel au célèbre compteur décimal

Photo 3. - Détail de câblage des diodes LED.



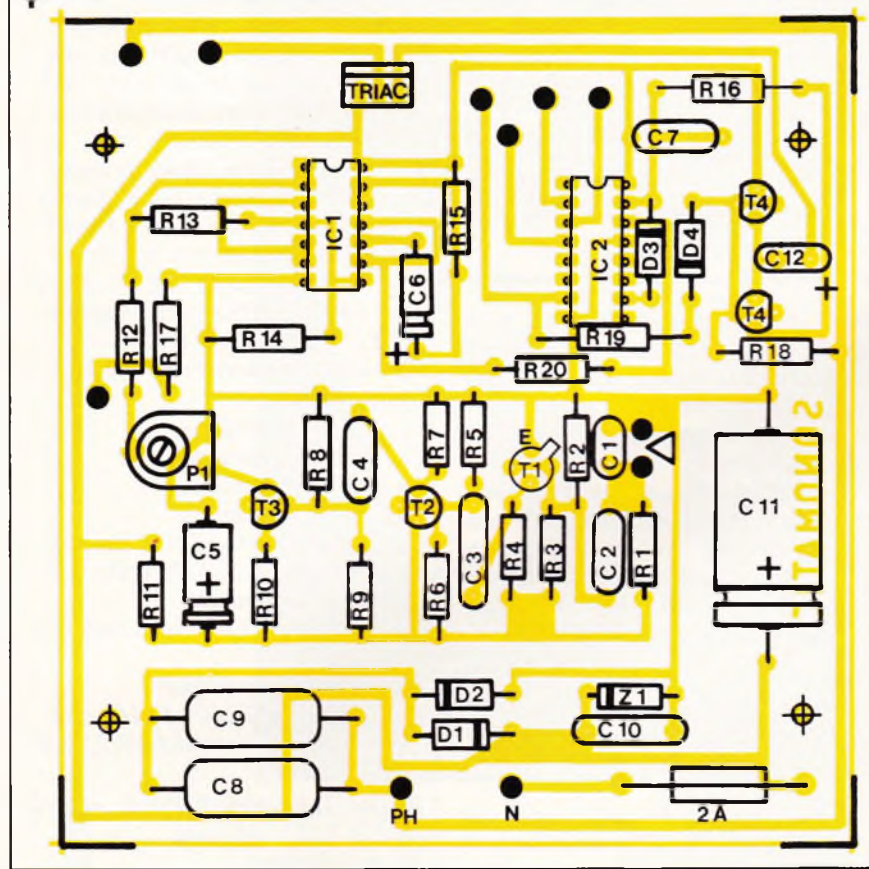
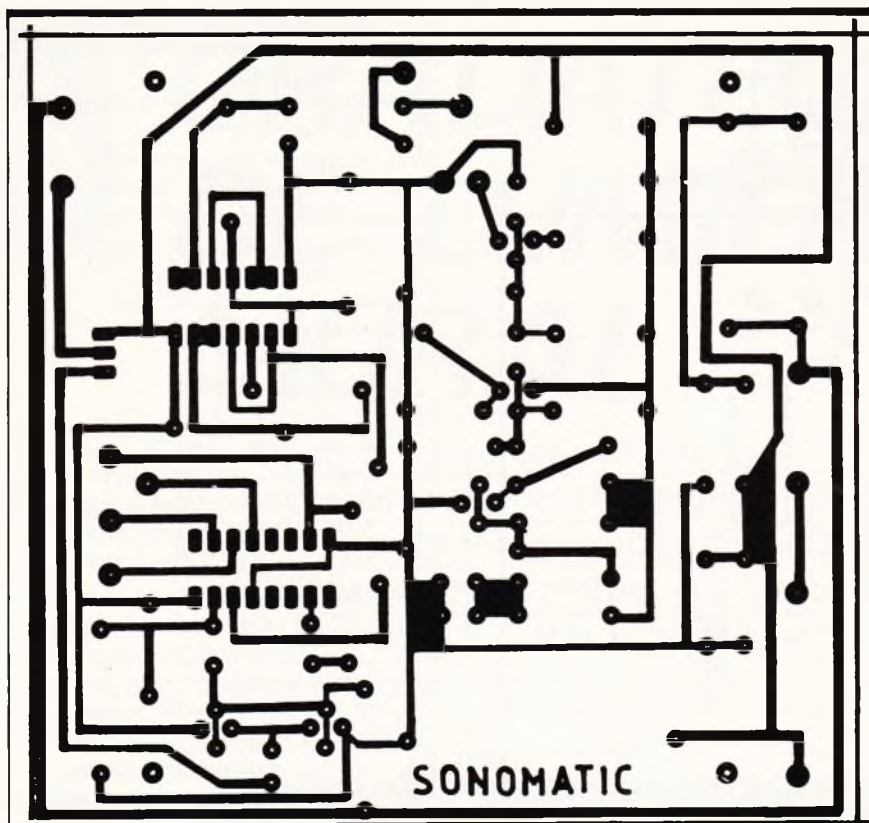


Fig. 3
Fig. 4

Pour une meilleure reproduction, le tracé du circuit imprimé et l'implantation des éléments sont à l'échelle.

C-MOS 4017 souvent mis à contribution dans nos montages. Seules les quatre premières sorties (3, 2, 2 et 7) furent utilisées ici, la cinquième (10) étant reliée à la

borne de remise à zéro (15). Par ailleurs, à la mise sous tension, le condensateur C_7 se comporte comme un véritable court-circuit et initialise lui aussi le compteur 4017. La première sortie de IC_2 commande la diode électroluminescente L_1 qui correspond au repère STOP. Le récepteur n'est pas en service, comme il ne le sera pas d'ailleurs, L_2 ou L_3 s'illuminent, mais une impulsion de plus sur l'entrée horloge 14 du compteur assure l'allumage de la LED L_4 et par la même occasion la commande de l'étage de puissance. Une autre impulsion, donc un ordre de plus ramène le compteur au départ. La résistance R_{17} assure la limitation d'intensité de l'unique diode en service.

5. Etage de puissance

Le triac se trouve en série avec le secteur et avec la charge. Pour le commander, il suffit de donner une impulsion sur sa gâchette à chaque nouvelle alternance. C'est le rôle des transistors complémentaires T_4 et T_5 dont les bases réunies sont reliées au compteur à travers D_4 et R_{19} .

Nous n'avons pas prévu ici d'anti-parasitage qu'il appartiendra au lecteur de confectionner si quelques effets indésirables se manifestaient.

REALISATION UTILISATION

L'ensemble des composants prend place sur un circuit imprimé unique donné à la **figure 3**. Pour une parfaite reproduction, nous ne saurions trop vous conseiller d'avoir recours à une méthode photographique ou à la rigueur à l'application de pastilles et de bandes sur une plaquette soigneusement décapée. Après la gravure au perchloreure de fer et un sérieux rinçage, il est possible de percer toutes les pastilles à 1 mm et 1,5 mm pour les picots et l'ajustable. Pour une fois, il n'y a aucun strap, chose étonnante pour une densité aussi forte de composants. Ceux-ci seront mis en place selon les indications de la **figure 4**, en débutant par les supports de circuit intégré puis les résistances, les condensateurs, et enfin les composants actifs, plus sensibles à un

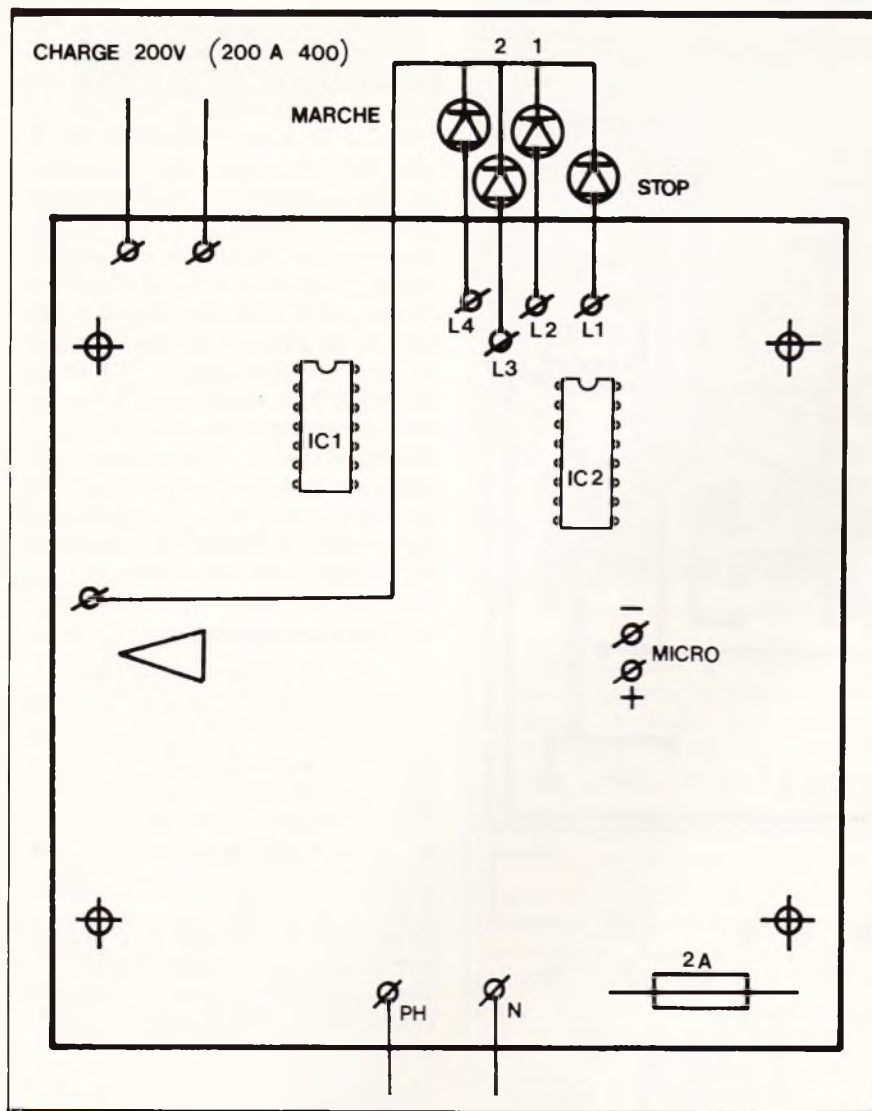


Fig. 5

Raccordement des divers composants extérieurs à la carte imprimée.

excès de chaleur. Veillez simplement à l'orientation des composants polarisés tels que transistors, diodes, triac et circuit intégré. Après un dernier et sérieux contrôle, il vous reste à procéder aux raccordements des quelques composants externes. Attention, le micro également est polarisé. Un

essai peut immédiatement être tenté, et si aucune charge n'est connectée à la maquette, vous pourrez tout de même suivre le fonctionnement du compteur sur les LED de signalisation.

Vous voici en possession d'un véritable esclave électronique qu'il vous appartient de solliciter à votre guise, tel Aladin avec sa lampe merveilleuse : « Parle, Ô Parle, Maître, je t'écoute !... »

Guy ISABEL

Le montage en coffret Teko.

LISTE DES COMPOSANTS

Semi-conducteurs

IC₁ : portes A, B, C, D quadruple NOR C-MOS 4001

IC₂ : compteur décimal C-MOS 4017

1 support à souder 14 broches

1 support à souder 16 broches

T₁ : transistor NPN 2N 2222

T₂, T₃ : transistor PNP BC 327

T₄ : transistor NPN BC 238

T₅ : transistor PNP BC 308

1 triac 6 A/400 V.

D₁, D₂ : diode 1N 4007

D₃, D₄ : diode 1N 4148

Z₁ : diode Zener 10 volts

L₁ : diode LED Ø 3 mm verte

L₂ : diode LED Ø 3 mm orange

L₃ : diode LED Ø 3 mm rouge

L₄ : diode LED Ø 5 mm rouge

Résistances toutes valeurs : 1/4 W

R₁ : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)

R₂ : 10 kΩ (marron, noir, orange)

R₃ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)

R₄ : 1 kΩ (marron, noir, rouge)

R₅ : 47 kΩ (jaune, violet, orange)

R₆ : 18 kΩ (marron, gris, orange)

R₇ : 10 kΩ (marron, noir, orange)

R₈ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)

R₉ : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)

R₁₀ : 470 Ω (jaune, violet, marron)

R₁₁ : 180 Ω (marron, gris, marron)

R₁₂ : 47 kΩ (jaune, violet, orange)

R₁₃ : 1 MΩ (marron, noir, vert)

R₁₄ : 47 kΩ (jaune, violet, orange)

R₁₅ : 390 kΩ (orange, blanc, jaune)

R₁₆ : 150 kΩ (marron, vert, jaune)

R₁₇ : 220 Ω (rouge, rouge, marron)

R₁₈ : 330 kΩ (orange, orange, jaune)

R₁₉ : 180 Ω (marron, gris, marron)

R₂₀ : 180 Ω (marron, gris, marron)

P₁ : ajustable horizontal 2,2 kΩ

Condensateurs

C₁ : 4,7 nF céramique

C₂ : 100 nF céramique

C₃ : 100 nF céramique

C₄ : 220 nF céramique

C₅ : chimique 10 µF/25 volts

C₆ : chimique 2,2 µF/25 volts

C₇ : 47 nF céramique

C₈, C₉ : 330 nF / 600 volts (mini 400 volts)

C₁₀ : 100 nF céramique

C₁₁ : chimique 2 200 µF/ 16 volts

C₁₂ : chimique vertical 1 µF/25 volts

Divers

Boîtier Teko série Cabinet, modèle 011 (128 × 135 × 46 mm)

Micro à électret

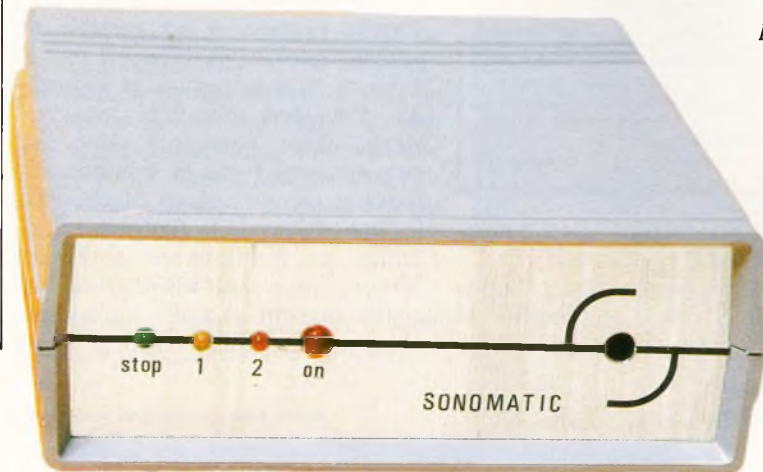
2 douilles banane Ø 4 mm, châssis isolé

Support fusible + cartouches 2 ampères

Cordon secteur

Picots à souder

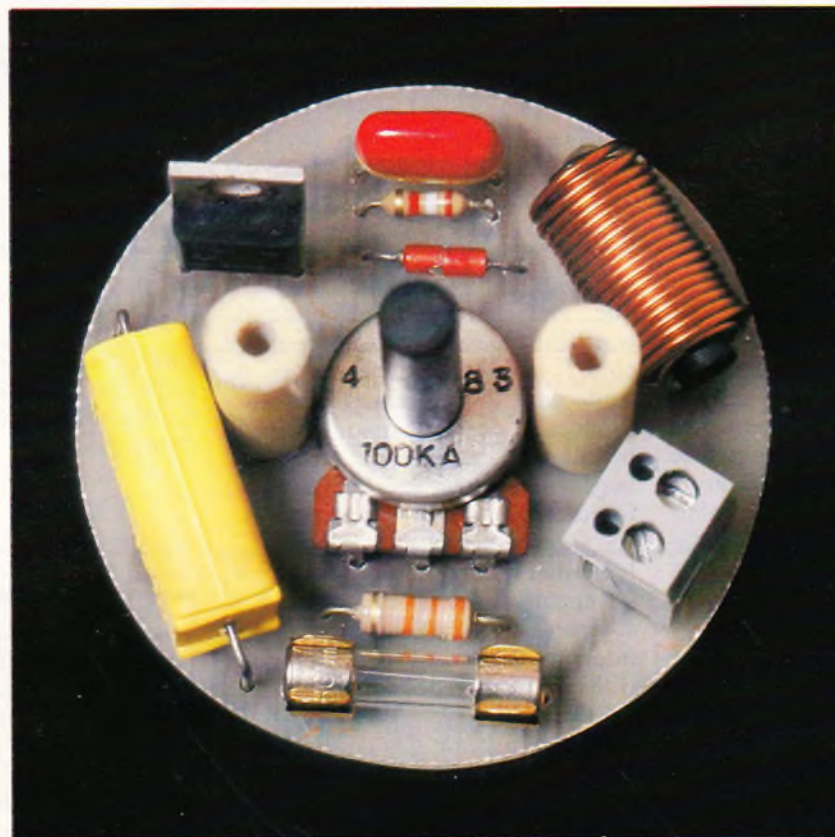
Fil souple, époxy





GRADATEUR DE LUMIERE MURAL

La plupart des gens connaissent les gradateurs ou variateurs de lumière. Celui-ci s'adapte directement à la place de l'interrupteur mural. Il est simple à réaliser et à brancher. C'est un appareil pratique, très utile et économique, qui permet de régler l'intensité lumineuse d'une pièce suivant ses besoins.



Le schéma général n'est constitué que de dix composants. D'origine, l'interrupteur marche-arrêt I_t alimente directement la lampe L à sa puissance maximum (voir **fig. 1a**). Pour obtenir un réglage progressif de l'inten-

sité lumineuse, il suffit de brancher le gradateur à la place de l'interrupteur I_t (voir **fig. 1b**).

Son fonctionnement est le suivant : la lampe L se trouve alimentée à travers le fusible F , le triac T , la self S et l'interrupteur I_{t1} qui est associé au potentiomètre P . Le triac

n'étant pas toujours passant, la lampe L s'allume puis s'éteint à la fréquence de 100 hertz, la persistance rétinienne ne permet pas de le voir. Lorsque P est à sa valeur maximum, le courant de gâchette I_g du triac T est faible et ne laisse passer le courant dans T que pen-

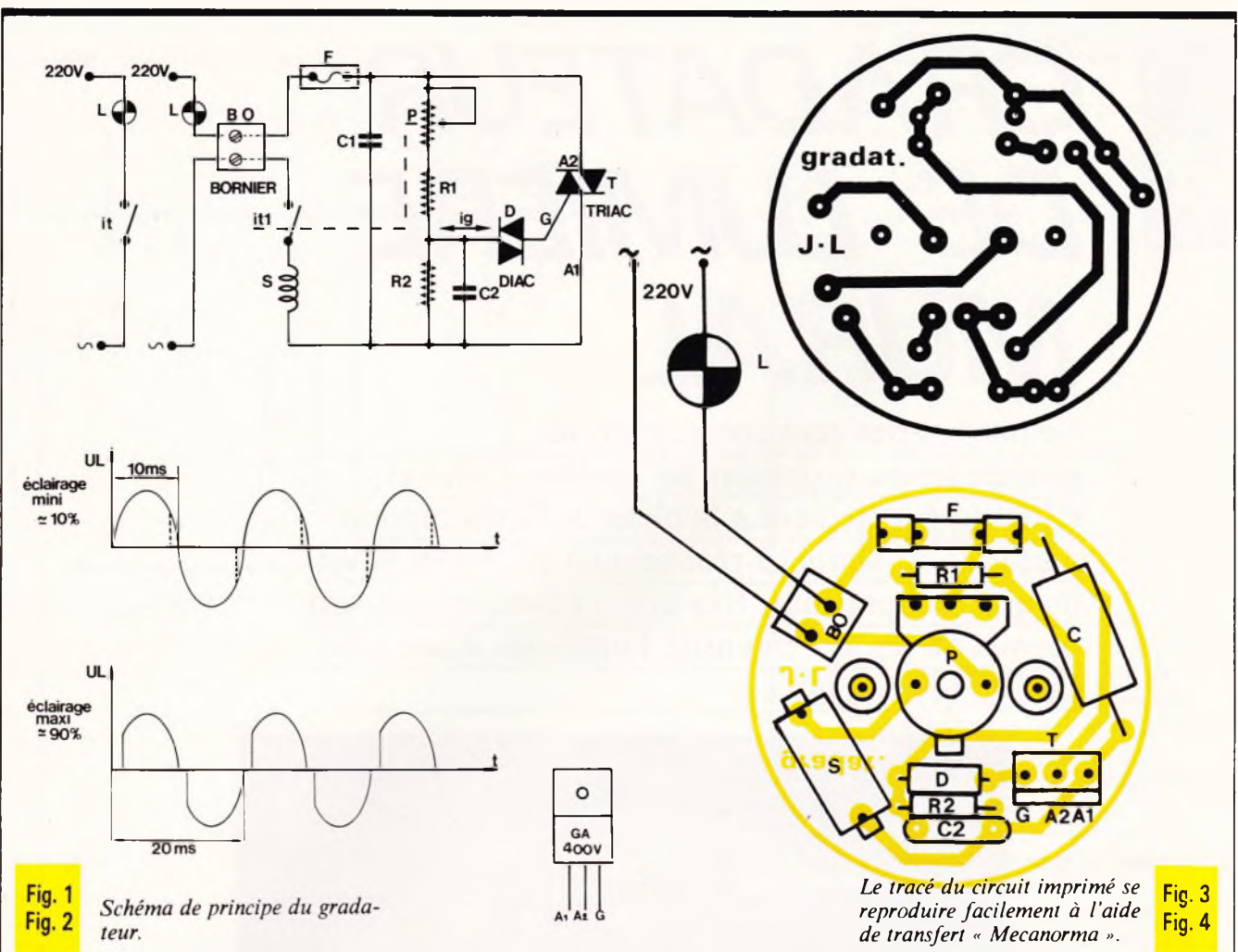


Fig. 1 Schéma de principe du gradateur.
Fig. 2

Fig. 3 Le tracé du circuit imprimé se reproduire facilement à l'aide de transfert « Mecanorma ».
Fig. 4

nant 10 % environ, donc l'éclairage est faible. Lorsque P est sa valeur minimum, le courant I_g à travers le diac D est grand, le déclenchement du triac T est alors de 90 % environ et la lampe s'allume fortement. Les signaux de la tension aux bornes de la lampe sont représentés figure 2 avec le potentiomètre P au minimum et au maximum. Lors du déclenchement du triac, les fronts de tension sont rapides et provoquent des parasites secteur et radio-électriques, les condensateurs C_1 , C_2 et la self S diminuent fortement ces effets. R_2 diminue les scintillements de la lampe dus aux variations de la tension secteur, C_2 intègre également ces variations.

REALISATION PRATIQUE

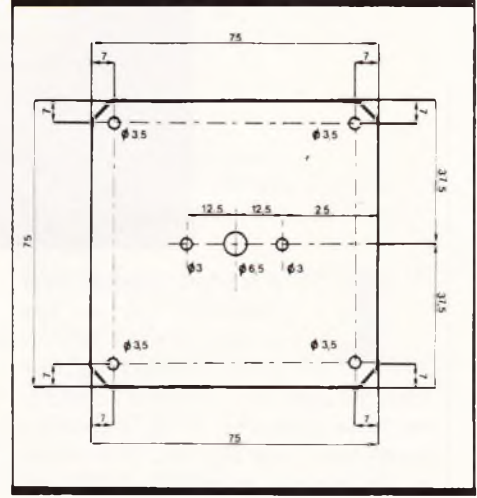
1) Le circuit imprimé (fig. 3)
Il est réalisé en verre époxy et représenté grandeur nature. Ce circuit rond d'un diamètre de 55 mm sera reproduit facilement soit par la

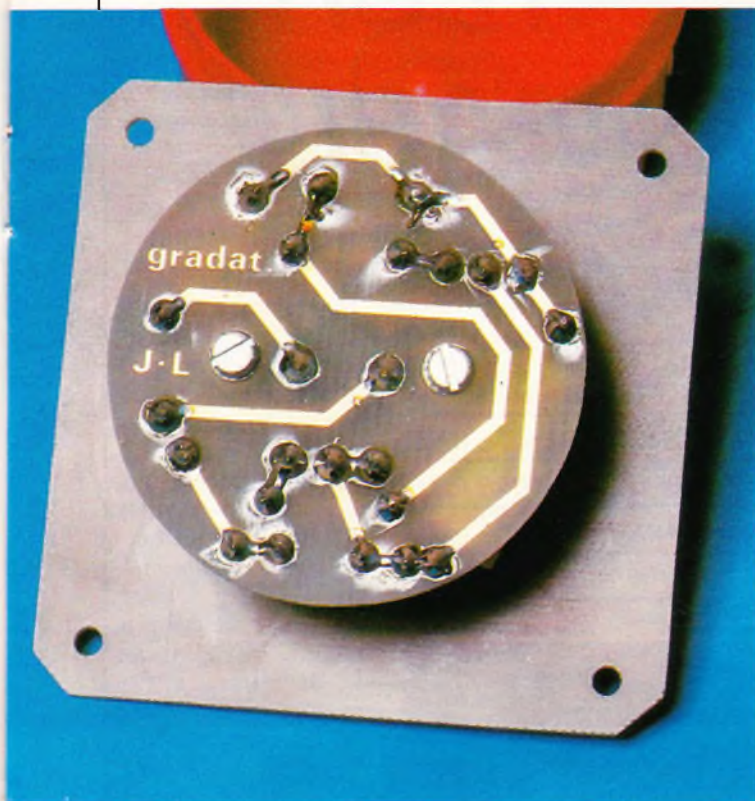
méthode photographique très pratique, soit à l'aide d'éléments de transfert Mecanorma disponibles chez la plupart des fournisseurs de composants électroniques. Plonger le circuit dans un bain de perchlorure de fer afin d'en obtenir la gravure. Percer le circuit avec les forets suivants : \varnothing 1 mm pour R_1 , R_2 , C_2 et le diac D ; \varnothing 1,2 pour C_1 , le bornier d'alimentation, le triac T, le support de fusible et la self S ; \varnothing 1,4 pour le potentiomètre P et son interrupteur ; \varnothing 3 pour les deux trous de fixation des entretoises.

2) Implantation des composants (fig. 4)
Souder d'abord les résistances R_1 et R_2 puis le diac D, le support de fusible F, C_2 , la self S, le bornier d'alimentation B_0 , C_1 , le triac en écartant légèrement ses pattes, et ensuite le potentiomètre après en avoir coupé l'axe qui devra dépasser la face avant de 8 à 10 mm. Fixer les deux entretoises avec 2 vis \varnothing 3 mm, L 8 mm.

3) Préparation de la face avant (fig. 5)
Elle est réalisée également en verre époxy de dimensions 75 x 75 mm. Son plan de découpe est représenté figure 5.

Fig. 5 Détail de réalisation de la face avant.





Un aperçu du tracé du circuit imprimé.



Présentation originale du gradateur.

Brosser légèrement la face cuivrée après perçage avec un papier de verre très fin avant de passer une légère couche de vernis de protection, puis décalquer à l'aide d'éléments transfert les divers sigles identifiant la commande et redonner une petite couche de vernis.

4) Réalisation de la self et des entretoises

La self est constituée de 60 à 80 spires de fil \varnothing 0,6 à 0,8 mm émaillé bobiné sur un mandrin en ferrite \varnothing 6 mm et de longueur 20 mm, vernir le fil pour que les spires collent entre elles. Certains fournisseurs vendent ce genre de self d'anti-parasitage 4 à 6 ampères pour triacs sous cette appellation.

Les entretoises en nylon \varnothing 6 à 8 mm et de longueur 22 mm séparent le circuit imprimé de la face avant, elles sont fixées de part et d'autre par des vis \varnothing 3 mm, longueur 8 mm.

5) Branchement et essais

Avant de brancher l'appareil, vérifier si le triac est soudé dans le bon

sens, mettre un fusible verre de 1 ampère sur son support et relier le bornier à vis sur une lampe 220 V 25 W et au secteur comme indiqué figure 4. Tourner doucement le potentiomètre P dans le sens des aiguilles d'une montre, la lampe 25 W doit s'allumer progressivement. Si l'éclairage minimum reste trop fort, il faut augmenter la va-

leur de R_1 (39 k Ω ou 47 k Ω au lieu de 33 k Ω). L'appareil étant réglé, monter la face avant sur les entretoises après avoir relié le circuit à la place de l'interrupteur mural. Fixer l'appareil au mur à l'aide de 4 vis \varnothing 3mm et mettre le bouton de commande d'éclairage.

Jacques LEGAST

LISTE

DES COMPOSANTS

$R_1 = 33 \text{ k}\Omega$ 1/2 W 5% (orange, orange, orange) voir texte

$R_2 = 39 \text{ k}\Omega$ 1/4 W 5% (orange, blanc, orange)

P = potentiomètre miniature \varnothing 16 100 k Ω linéaire avec inter pour circuit imprimé vertical

$C_1 = 0,22 \mu\text{F}$ 400 V plastique axial

$C_2 = 0,22 \mu\text{F}$ 100 V plastique radial

1 support fusible pour circuit imprimé

1 fusible 1 ampère \varnothing 5 mm (verre)

1 bornier à vis pour circuit imprimé (2 bornes)

1 diac

1 triac 4 à 6 A, 400 V

1 self antiparasitage (voir texte)

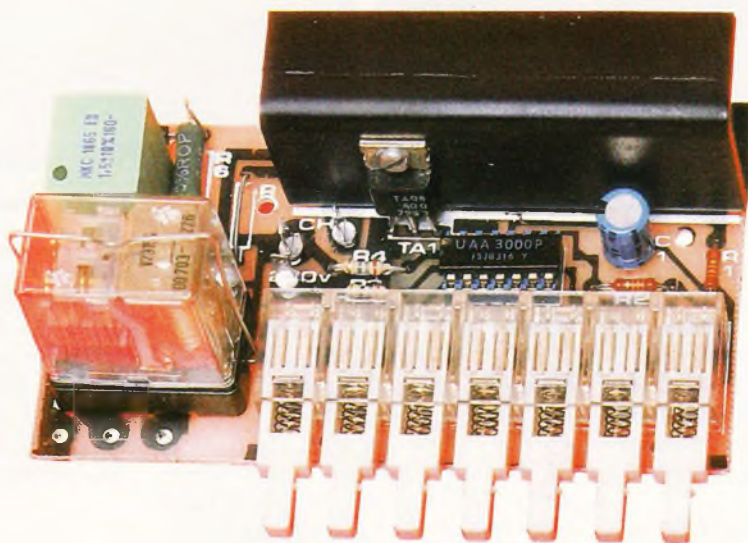
2 entretoises nylon L = 22 (voir texte)

1 bouton chromé \varnothing 35 pour axe \varnothing 6 mm



TEMPORISATEUR PROGRAMMABLE T S M 165

Parmi toute la panoplie de kits désormais disponible sur le marché, les temporisateurs tiennent une importante place, mais au fil des années, ils deviennent de plus en plus performants.



La firme « TSM », connue pour la diversité de ses kits, propose dans cet esprit un temporisateur programmable qui permet de commuter sur charge résistive 1,5 kW et sur charge inductive 1 kW. Ce kit porte la référence TSM 165.

LE SCHEMA DE PRINCIPE

La figure 1 propose le schéma de principe retenu par le constructeur. Les nouveaux circuits intégrés permettent de simplifier les montages, ici la preuve en est faite.

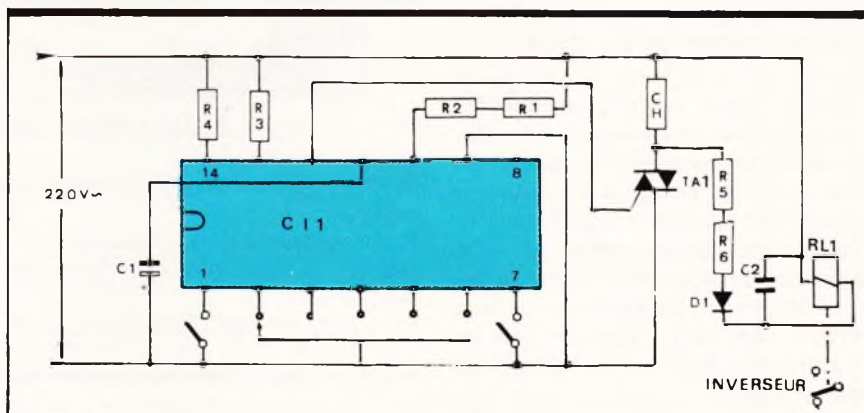


Fig. 1

Un schéma de principe qui se réduit à sa plus simple expression.

Le schéma s'articule autour d'un circuit UAA 3000 qui résume toutes les fonctions.

En effet, la structure interne de ce dernier autorise les fonctions suivantes :

- source de tension stabilisée ;
- détecteur de passage à zéro ;
- filtre secteur ;
- prédivison par 3000 (minutes) ou par 18 000 (heures) ;
- division programmable de 1 à 15 ;
- sauvegarde en cas de coupure du secteur de quelques secondes.

La sortie du circuit permet également de piloter directement un triac avec la possibilité de régler le courant de gâchette par variation de la résistance R_3 .

La sortie s'effectue alors sur un relais spécial 4RT qui autorise un pouvoir de coupure de 7 A en 220 V ou bien 12 A en 12 V continu.

Une sortie directe par triac est également prévue (CH), mais en cas d'utilisation partielle (seulement sur relais) il faudra disposer une petite charge au niveau du triac (par exemple un condensateur de 220 nF/400 à 600 V aux bornes de CH).

Cette dernière précaution s'impose car la sortie triac alimente le relais. Pour le fonctionnement, diverses touches (start, heure/minutes, 1, 2, 4, 6 et 8) assurent les sélections de temps désirées de 1 mn à 15 mn ou de 1 heure à 15 heures grâce à plusieurs poussoirs.

Par exemple :

- appuyer sur la touche 2 pour la sélection des minutes (touche relevée = heure) ;
- enfoncer les touches désirées (2) (3) et (5) et l'on obtient $(1 + 4) = 5$ minutes ;
- pour la mise en marche de la temporisation on appuie alors sur (1) start, et une fois la touche relâchée la charge est commutée.

LE MONTAGE

Comme il s'agit d'un ensemble commercialisé sous la forme d'un kit complet, la tâche de l'amateur se résumera à l'insertion des composants conformément à l'implantation fournie.

Le circuit imprimé est prêt à l'emploi, c'est-à-dire percé et sérigraphié afin de minimiser les erreurs d'insertion des éléments.

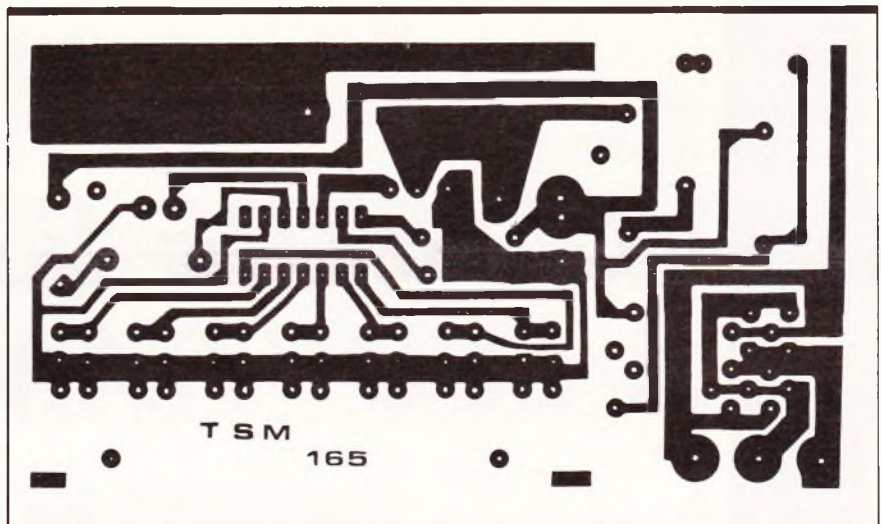
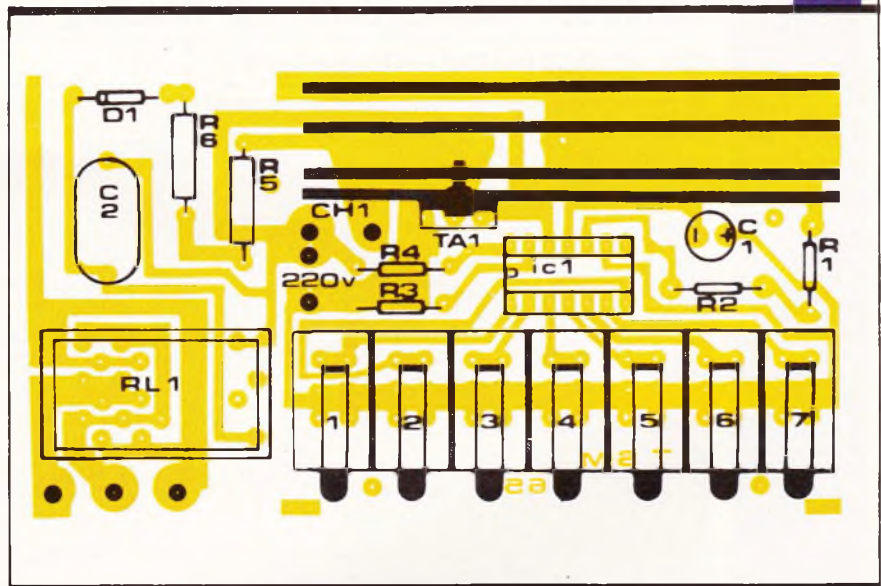


Fig. 2 Tracé du circuit imprimé retenu par le constructeur.

Implantation des éléments. Fig. 3



Bien entendu, le triac dispose d'un dissipateur afin de pouvoir commuter les 1,5 kW annoncés.

Par ailleurs, le bloc poussoir ne posera pas de problèmes de fixation grâce à ses nombreuses sorties rigides.

Les figures 2 et 3 précisent le tracé du circuit imprimé à l'échelle et l'implantation des éléments retenus par le constructeur.

Avant mise sous tension, on prendra toutes les précautions nécessaires compte tenu de la présence du 220 V.

LISTE DES COMPOSANTS

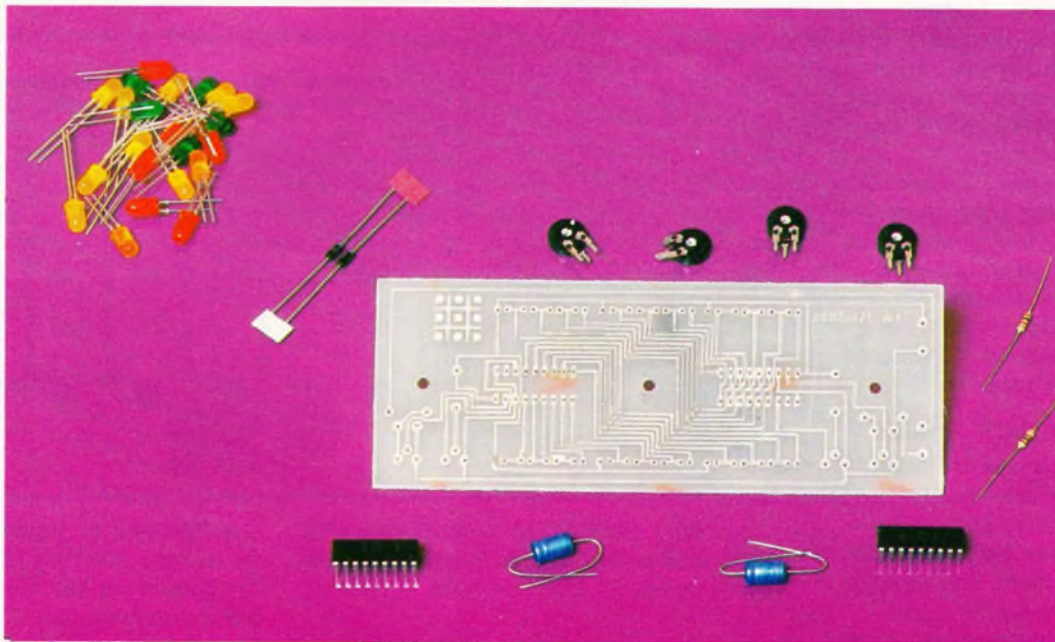
R_1, R_2 : 33 k Ω (orange, orange, orange)
 R_3 : 18 Ω (marron, gris, noir)
 R_4 : 1,8 M Ω (marron, gris, vert)
 R_5, R_6 : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)
 D_1 : diode 1N4004 ou 1N4007
 C_1 : 68 à 100 μ F/16 V

C_2 : 1,5 μ F/160 V
 $TA1$: triac 8 A/400 V
 $IC1$: UAA 3000
 1 support circuit intégré
 1 dissipateur + vis
 1 support relais
 $RL1$: relais 4RT (120 V)
 1 commutateur 7 touches
 1 circuit imprimé



VUMETRE STEREO A LED 'RAM'

Les fabricants de kits électroniques proposent désormais une gamme complète, mais de nombreux modèles dans cette diversité ne revêtent que le qualificatif de gadgets.



Les établissements « RAM » ne proposent que quelques kits mais d'intérêt ou d'utilité, tels que le vumètre stéréophonique à LED.

LE SCHEMA DE PRINCIPE

La figure 1 propose le schéma de principe d'une des deux voies puisqu'il s'agit d'un système stéréophonique. Le vumètre se construit autour d'un classique UAA 180 qui pilote une douzaine de diodes électroluminescentes.

La juxtaposition de ces diodes

donne l'illusion d'une colonne lumineuse ou d'un ruban lumineux plus moins grand variant au rythme de la modulation.

Le signal audio, prélevé aux bornes du haut-parleur (ou bien du potentiomètre de volume) s'applique à une diode de redressement et à un potentiomètre ajustable.

L'entrée des signaux se réalise au niveau de la borne (17) mais on veillera à ne pas dépasser une tension supérieure à 6 V.

Aux autres bornes se raccordent judicieusement les 12 diodes LED tandis que les bornes (1) et (18) servent à l'alimentation.

Un autre potentiomètre ajustable

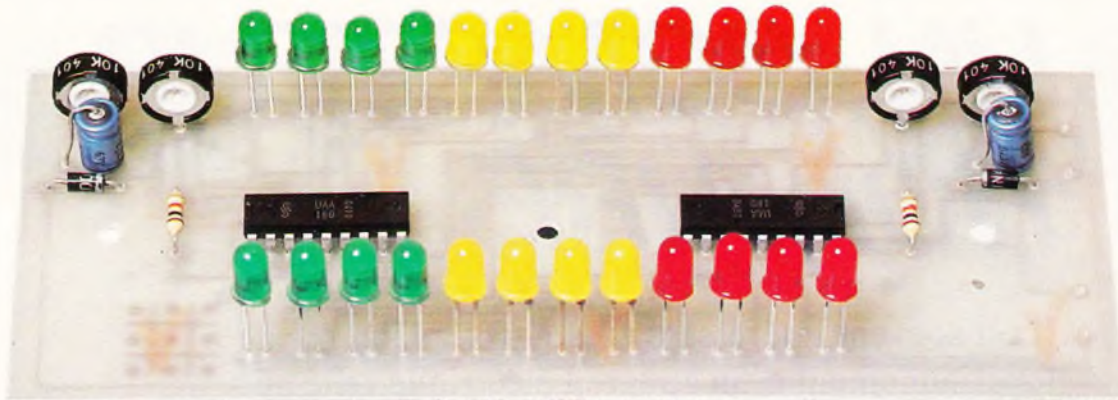
détermine par sa position le mode d'allumage et d'extinction des LED.

Pour un passage abrupt il faut à la borne (3) une tension d'environ 4 V, et pour un passage en douceur une tension de 1,2 V.

L'ensemble s'alimente sous 12 V de tension.

LE MONTAGE

Comme il s'agit d'un ensemble commercialisé sous la forme d'un kit qui comprend toutes les 24 diodes LED, les deux circuits intégrés, les quelques composants discrets et surtout le circuit imprimé,



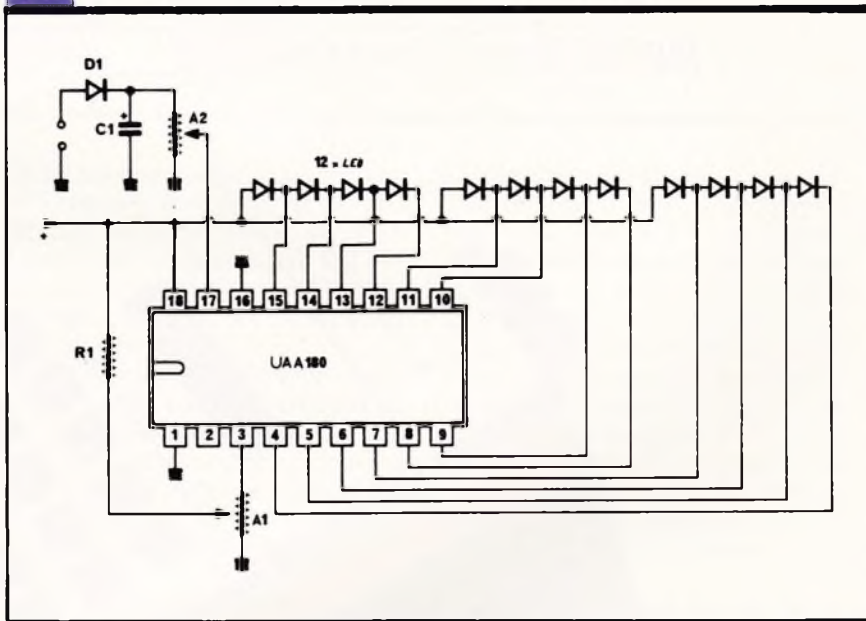
la tâche de l'amateur sera facilitée. Le tracé du circuit imprimé retenu par le constructeur. Etamé, percé et en verre époxy offrira toute la fiabilité nécessaire. L'implantation des éléments de la figure 2 réclamera en revanche tout le soin destiné à bien orienter les diodes LED d'une part, et à bien les aligner d'autre part.

**LISTE
DES COMPOSANTS**

- C_1, C_2 : 2,2 $\mu F/16 V$
- R_1, R_2 : 10 $k\Omega$ (marron, noir, rouge)
- D_1, D_2 : 1N4001
- A_1, A_2, A_3, A_4 : potentiomètres ajustables 10 $k\Omega$
- IC_1, IC_2 : UAA 180
- 1 circuit imprimé
- 8 diodes LED rouges
- 8 diodes LED jaunes
- 8 diodes LED vertes

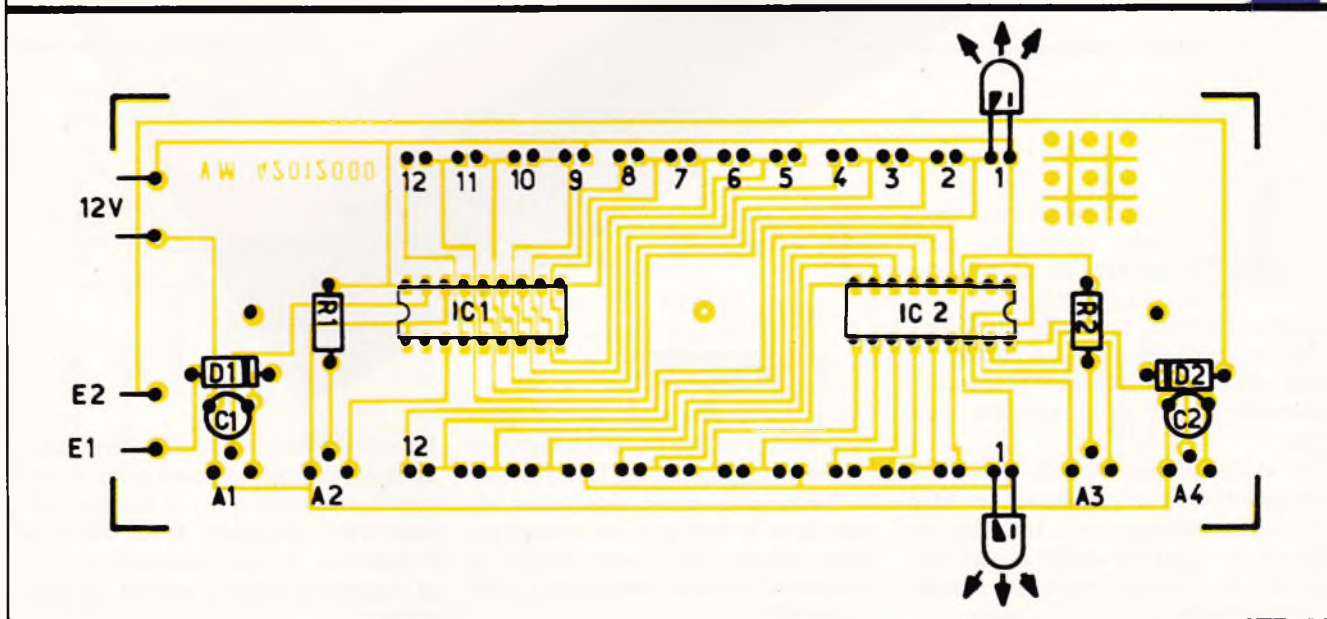
Fig. 1

Un schéma de principe classique mais désormais éprouvé.



Implantation des éléments.

Fig. 2





UN COMPTEUR HORAIRE

Il est souvent intéressant de contrôler la durée de fonctionnement d'un appareil électrique relié au secteur 220 V (convecteur, chauffe-eau, chaudière, etc.). Afin d'obtenir une précision satisfaisante, la mesure doit s'effectuer sur un laps de temps important.



La réalisation que nous vous proposons permettra de déterminer avec précision le temps d'action. La lecture est donnée en secondes à l'aide d'une simple calculatrice que l'on trouve désormais à des prix vraiment très bas.

Ce montage est réalisé avec des composants très classiques et très facilement disponibles. La mise au point ne demande enfin aucun appareil de mesure, mais un simple chronomètre.

I - PRINCIPE

De nombreuses réalisations utilisant une calculatrice ont été décrites dans ces colonnes. Le principal problème pour notre application réside dans le fait que les calculatrices modernes sont toutes dotées du système d'arrêt automatique (Auto power off).

La calculatrice ne devant être sollicitée ici que par moments, on comprend aisément que, si aucune action n'est effectuée après environ 5 minutes, la fonction entre en jeu et l'appareil s'éteint, ce qui est très gênant.

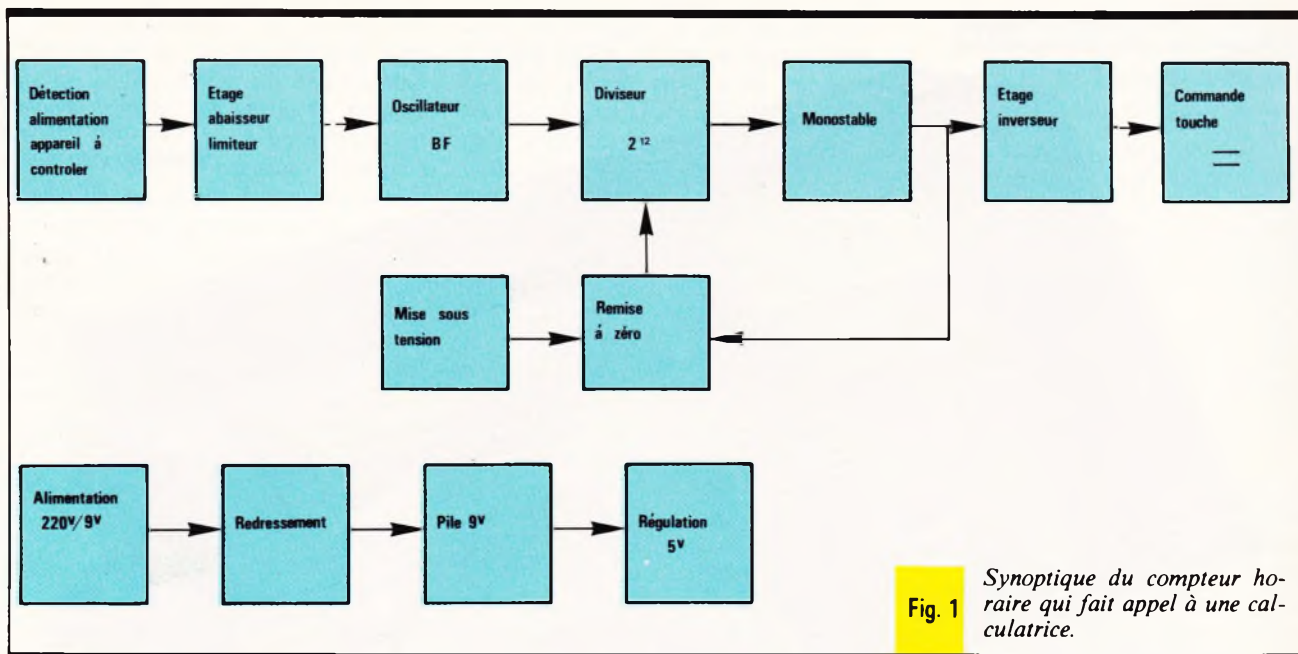


Fig. 1 Synoptique du compteur horaire qui fait appel à une calculatrice.

On pourrait penser réaliser des actions supplémentaires toutes les 5 minutes, pour éviter l'extinction, mais cette solution fausserait largement les mesures. Or la conception des calculatrices est telle que l'effacement agit 5 minutes après une action. Il suffit donc de maintenir notre touche = appuyée (électriquement) pour supprimer l'arrêt automatique. En revanche, lors du chronométrage, cette touche sera relâchée (électriquement) toutes les secondes, puis appuyée à nouveau. La tension est prélevée directement sur l'appareil à contrôler (220 V). Bien sûr, il est impératif d'abaisser ce niveau de façon à le rendre compatible avec les circuits d'entrées.

Ce signal commande un oscillateur BF classique. La fréquence est divisée par 4 096 (2^{12}). La sortie du diviseur de fréquence est à 1 Hz. On attaque ainsi l'entrée d'un monostable qui génère un signal limité dans le temps.

Simultanément le diviseur est remis à zéro, tandis que nous arrivons sur un étage inverseur. N'oublions pas, en effet, que la touche = doit être constamment appuyée, mais relâchée brièvement. Le circuit est relié à la commande de la touche = de la calculatrice.

On remarque qu'à la mise sous tension, le diviseur de fréquence est remis à zéro afin d'éviter une erreur de chronométrage. Au point de vue

alimentation, tout est classique : abaissement à 9 V, redressement puis régulation à 5 V de façon à garantir une bonne stabilité de base de temps. On peut s'étonner de la présence de la pile 9 V. Cette dernière reste indispensable en cas de coupure du secteur. Le montage ne serait plus alimenté. L'étage de sortie activant la touche = de la calculatrice ne serait plus polarisé. Ainsi, sans cette précaution, la calculatrice s'éteindrait après 5 minutes de coupure secteur avec toutes ses informations.

Il semble cependant bon de rappeler la procédure pour commander la calculatrice. Avec la base de temps à 1 Hz, on tape : 1 + 1 =. La calcu-

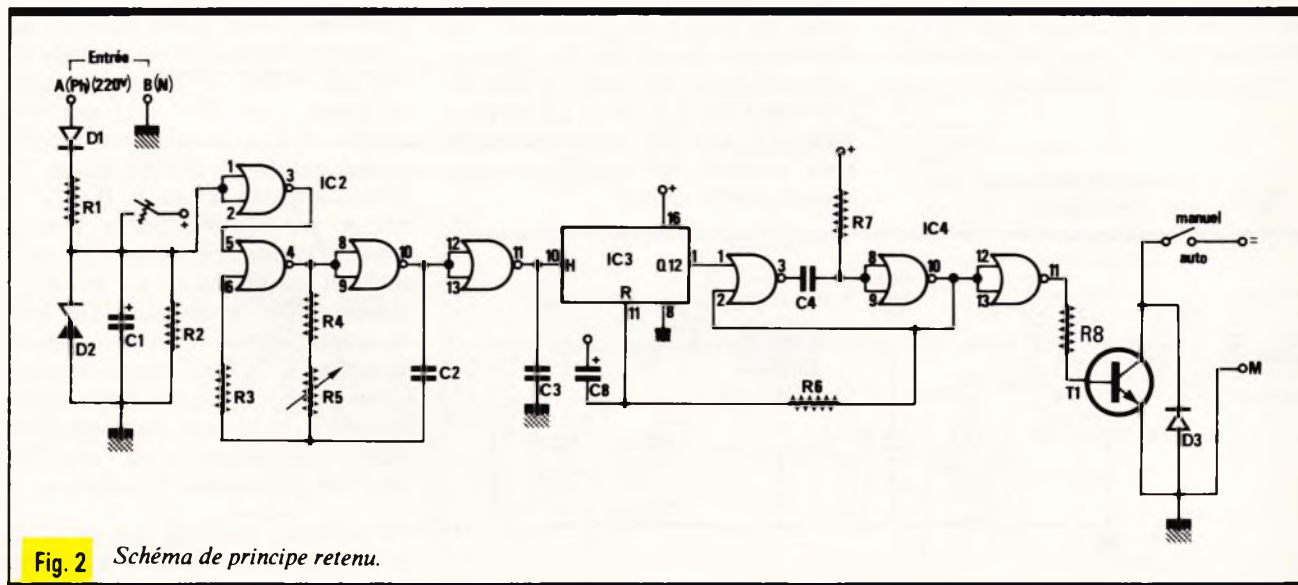
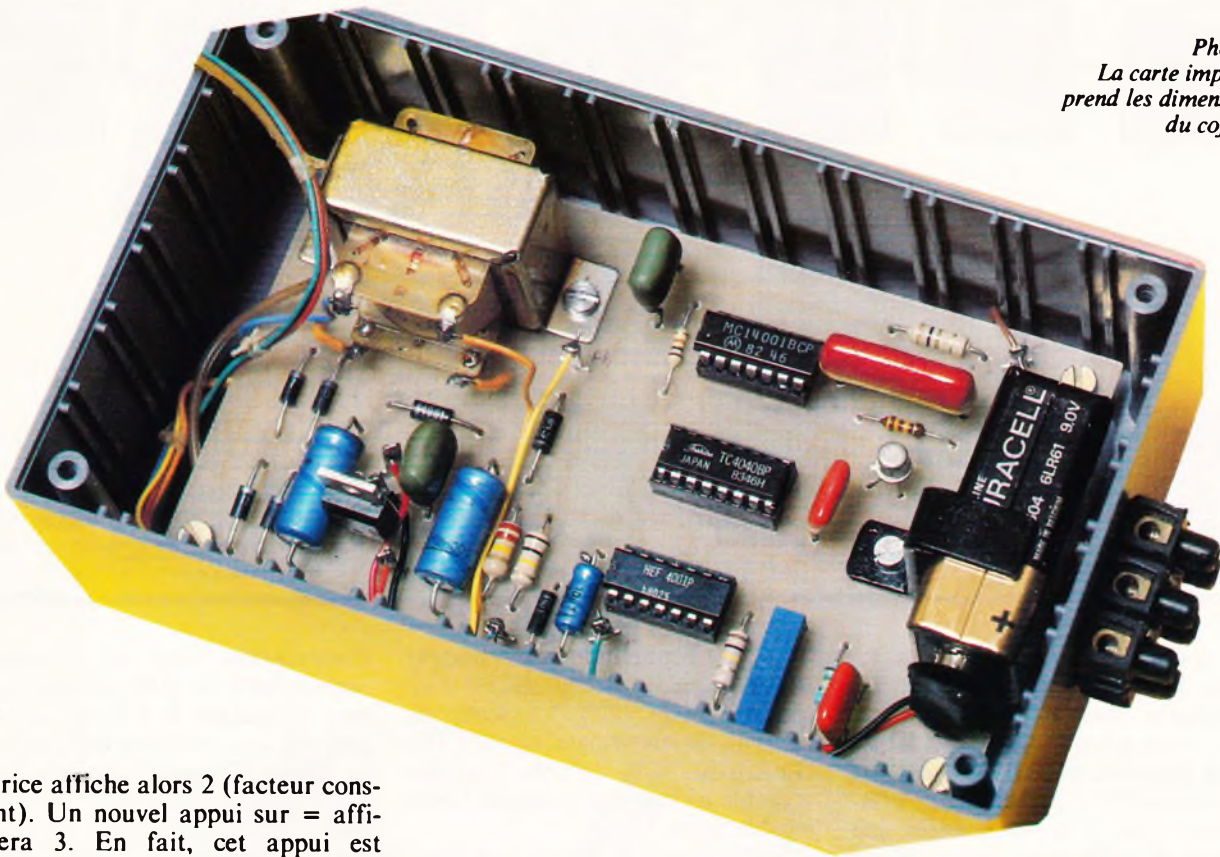


Fig. 2 Schéma de principe retenu.

Photo 2
La carte imprimé
prend les dimensions
du coffret.



latrice affiche alors 2 (facteur constant). Un nouvel appui sur = affichera 3. En fait, cet appui est réalisé automatiquement toutes les secondes par notre montage. Examinons le schéma complet de cette réalisation.

II - FONCTIONNEMENT

La figure 2 laisse apparaître l'emploi presque exclusif de circuits intégrés. Ces derniers présentent l'avantage d'une mise au point largement facilitée. La tension secteur à contrôler est reliée aux bornes A et B. Notons à ce sujet que le secteur est relié à l'ensemble du montage (masse). Il conviendra donc de

ne pas intervenir sur les composants, les bornes A et B étant branchées.

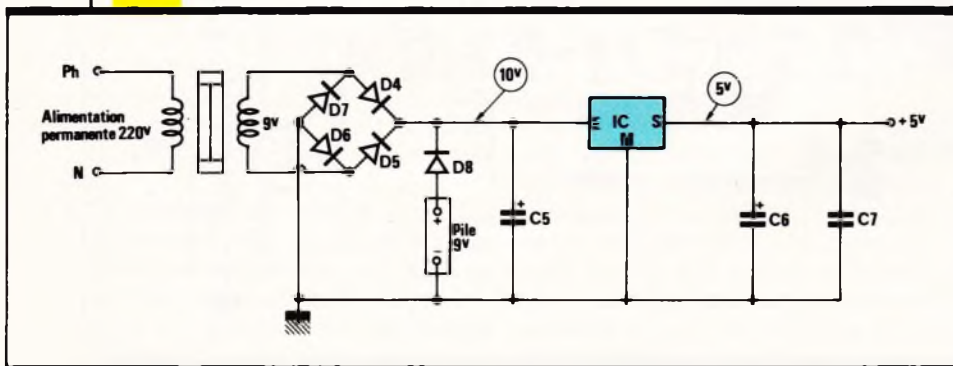
La présence de D₁ ne laisse passer que les alternances positives du secteur. La résistance R₁ abaisse fortement la tension, qui est limitée à 5,1 V par la diode Zener 5,1 V. Le redressement mono-alternance réalisé par D₁ nous donne une tension très ondulée. Le lissage s'effectue très simplement par C₁. En l'absence de tension de commande, un état bas est imposé par R₂. Dans le cas contraire, un état 1 attaque l'entrée 1 et 2 de IC₂. La sortie 3 passe à 0. Les deux portes suivantes sont montées en oscillateur commandé par ce niveau.

La fréquence de cet oscillateur est notamment déterminée par C₂, R₄ et R₅. Ce dernier est réalisé en ajustable multitours de façon à permettre un réglage précis de la base de temps. La sortie 10 est reliée directement à l'entrée 12-13 de IC₂. La sortie 11 inverse ce signal, tandis que C₃ élimine les pointes de transition pour un fonctionnement correct du diviseur.

L'entrée horloge du diviseur est actionnée directement. Le signal divisé par 4 096 (2¹²) est disponible en sortie 1 de IC₃. Dès que l'on obtient un état haut, le monostable réalisé autour de IC₄ est activé. La sortie 3 passe alors à 0. C₄ se charge par +, R₇, borne 3 et la masse. Pendant ce temps, l'entrée 8 et 9 est au niveau 0. La sortie 10 présente donc un niveau 1. Dès lors, ce niveau imposera un état bas sur la sortie 11. T₁ était auparavant polarisé par borne 11, R₈, base, émetteur de T₁ et masse. Sa conduction entraînerait le bouclage via l'inter des deux bornes reliées à la touche =.

La présence de l'état bas en 11 de IC₄ entraîne dès lors le blocage de T₁. Celui-ci ne conduit plus : la tou-

Fig. 3 Schéma de principe de la section alimentation.



che est « libérée ». Au niveau de l'affichage de la calculatrice, rien ne se passe. Après un court délai, C₄ est chargé. La sortie 11 repasse au niveau 1. T₁ est à nouveau polarisé via R₈, et conduit. Il boucle alors les bornes de la touche =. La calculatrice avance alors d'une unité. Il est clair que ce comptage s'effectue en fait toutes les secondes.

On remarque que lorsque le monostable est activé, le diviseur IC₃ est remis à zéro via R₆. Cela se produit également à la mise sous tension via C₈. D₃ protège T₁ en cas d'inversion des bornes = et M.

L'alimentation ne pose aucun souci.

On constate que la pile de secours 9 V est isolée en temps normal par D₈. De même, en cas de coupure secteur, D₄ et D₅ évitent le débit de cette pile vers le transfo. C₅ permet, outre le filtrage indispensable, le passage de 10 V (présence secteur) à environ 9 V (absence secteur) en douceur afin d'éviter toute anomalie. La régulation à 5 V est réalisée très classiquement avec un régulateur intégré. Ce dernier ne nous offre que des avantages (simplicité, régulation, protection).

Le poussoir test permet d'effectuer le réglage sans relier les bornes A et B. L'inter manuel/auto est indispensable pour « couper » la boucle de la touche =, ceci afin de taper sur la calculatrice 1+1=, ce qui s'avérerait impossible sans cette coupure.

III - CIRCUIT IMPRIME

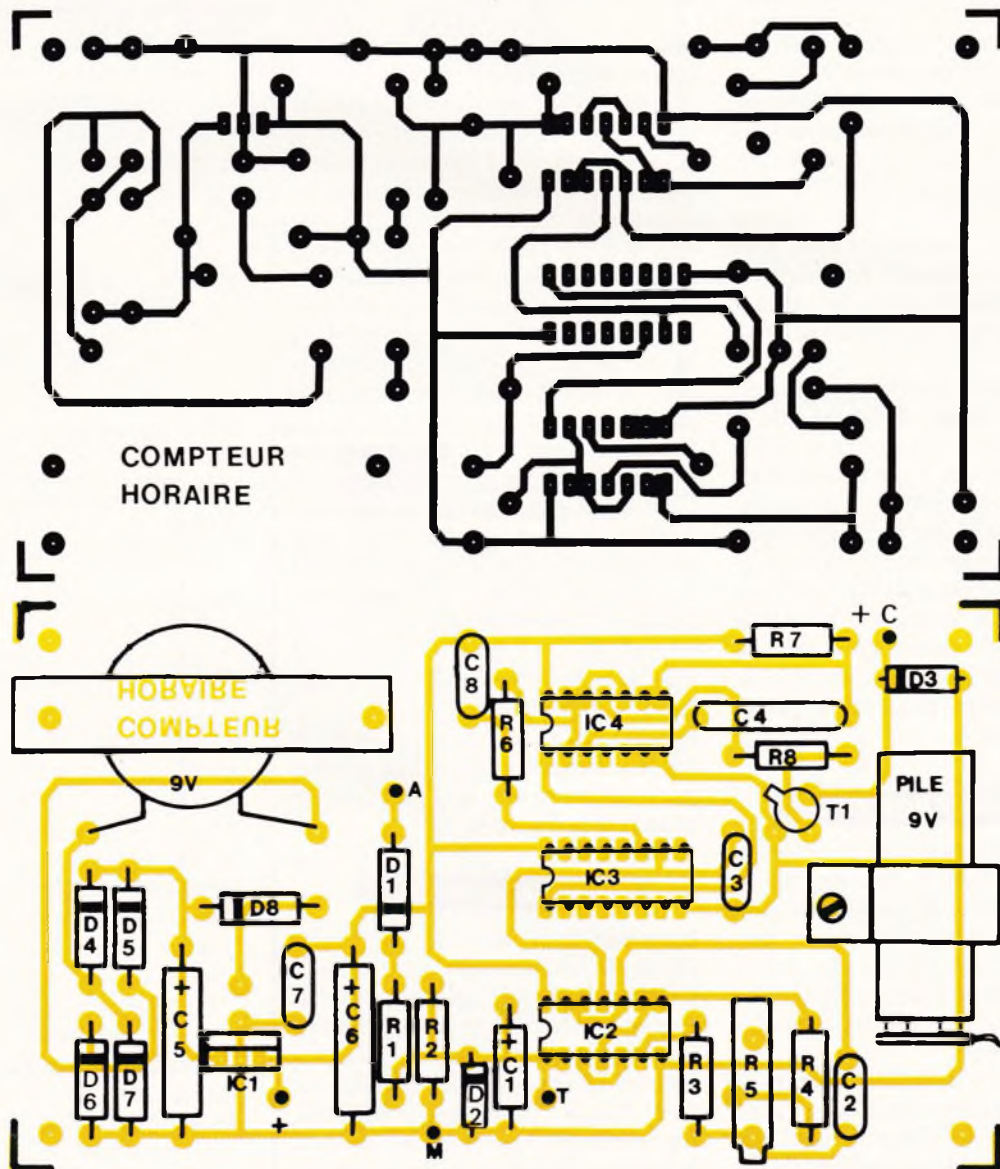
Le tracé est représenté à la figure 3 pour une meilleure reproduction.

Préparer la carte vierge aux dimensions légèrement supérieures. Nous conseillons, eu égard à la disposition des éléments, de recourir à la méthode photographique, dans le but évident d'éviter toute erreur.

Pour les lecteurs non encore équipés pour cette technique, la méthode gravure directe reste possible à condition d'employer, bien sûr, des transferts.

Graver la carte dans la solution de perchlorure de fer que l'on aura de préférence préchauffée vers 40° afin d'activer cette opération, que tout le monde considère comme fastidieuse. Il conviendra alors d'effec-

Fig. 4 Tracé du circuit imprimé et implantation des éléments.



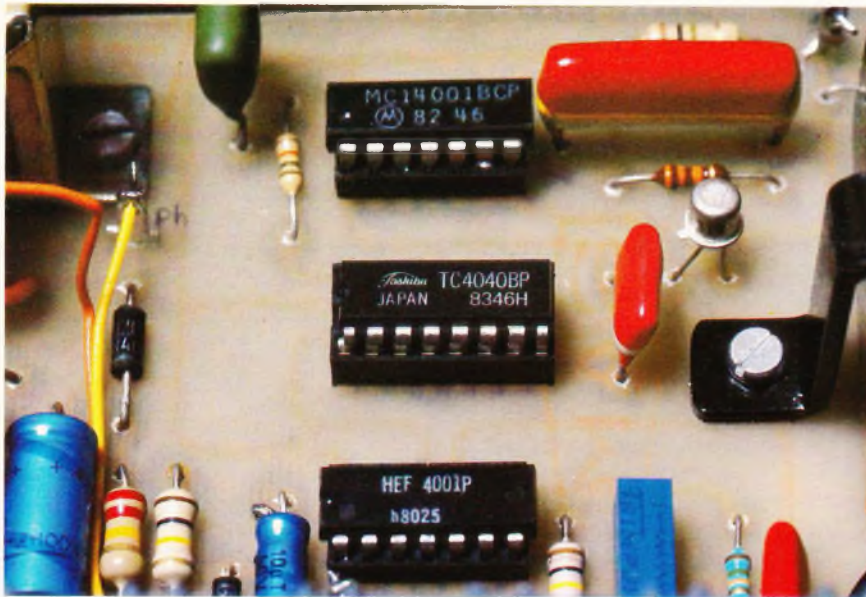


Photo 3. – Les circuits intégrés seront montés sur des supports.

tuer un rinçage soigneux puis un polissage au tampon abrasif. Procéder alors aux différents perçages à 0,8 mm pour les circuits intégrés, 1,1 mm pour les composants et 3 mm enfin pour les différentes fixations. On pourra alors repérer les cosses de sorties à l'aide d'un feutre fin permanent, ceci dans le but d'éviter toute erreur de câblage et de faciliter toute maintenance ultérieure.

L'implantation des composants est donnée à la figure 4. Noter que le transfo sera fixé directement sur la carte. Prévoir des supports pour les circuits intégrés MOS. Aucune remarque particulière à ce sujet, si ce n'est les précautions concernant les polarités des composants ainsi que la qualité des soudures. La sortie 9 V du transfo sera câblée avec du fil de câblage isolé. Les circuits intégrés ne seront pas encore placés sur leur support.

IV – MONTAGE FINAL

Percer le fond du coffret selon la figure 5. Prévoir la fixation sur le dessus du coffret de la calculatrice. Pour notre part, nous avons employé une tige filetée de 3 mm convenablement cintrée. Percer les trous destinés à recevoir le poussoir et l'interrupteur.

La face arrière du boîtier recevra le domino d'électricien à quatre bornes pour le branchement de l'alimentation du montage et l'arrivée de l'appareil à contrôler.

Fixer le circuit imprimé en le surélevant légèrement avec des contre-écrous. Avant de fixer la calculatrice, il conviendra de sortir les fils de la touche =. Pour cette opération, il sera peut-être nécessaire de dégager le circuit imprimé du clavier afin de suivre les pistes. Sortir les deux fils de faible diamètre sur le côté. Refermer la calculatrice. Vérifier ce câblage en tapant 1+1 et en reliant brièvement les deux fils : la calculatrice doit alors afficher 2.

Procéder alors au câblage interne qui est représenté à la figure 6. Comme il est d'usage, nous vous invitons à employer du fil de couleur qui minimise le risque d'erreur de câblage. Après la classique vérification d'ensemble, prévoir un trou latéral situé en face de l'ajustable afin de pouvoir effectuer le réglage, la carte imprimée étant en place.

Mettre enfin les circuits intégrés sur leur support respectif en veillant particulièrement à l'orientation donnée à la figure 4.

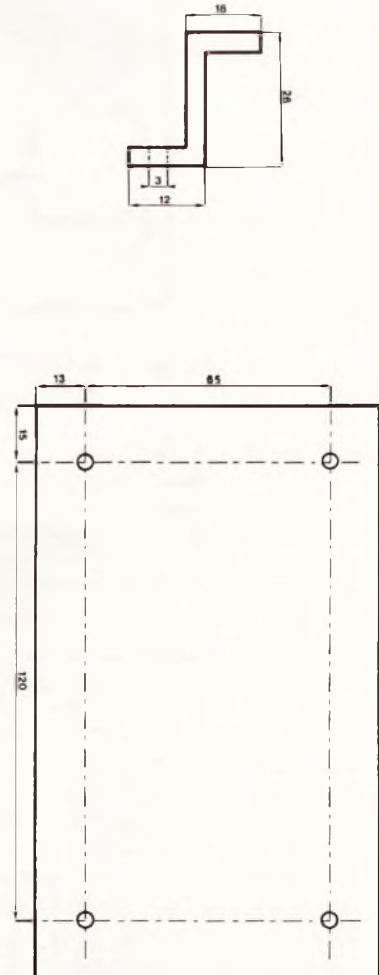
V – MISE AU POINT

Brancher le secteur sur les bornes Ph et N alimentation uniquement. La borne contrôle (A) ne sera pas encore câblée. Positionner l'interrupteur sur normal, et le second sur manuel. Taper sur la calculatrice 1+1. Passer l'interrupteur sur auto. La calculatrice doit afficher alors 2. Vérifier qu'une action sur la touche = n'a aucun effet.

Passer le premier interrupteur sur test : la calculatrice doit alors compter au rythme d'un pas par seconde. Le réglage s'effectuera bien sûr par l'ajustable. Chronométrer sur 1 mn pour une meilleure précision de réglage. Cette opération sera évidemment rapidement réalisée pour les possesseurs d'un périodimètre $t = 1\ 000\ ms$. Procéder par essais successifs. En repassant sur normal, le chronométrage est arrêté.

Laisser le montage tel quel et vérifier que la calculatrice ne s'éteint pas après dix minutes sans action. Refermer le coffret et relier la borne A « contrôle » à l'appareil à

Fig. 5 Plan de perçage du coffret.



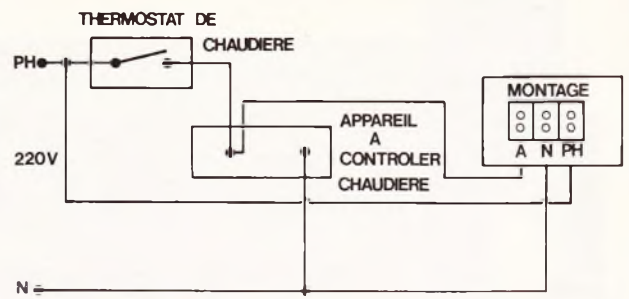
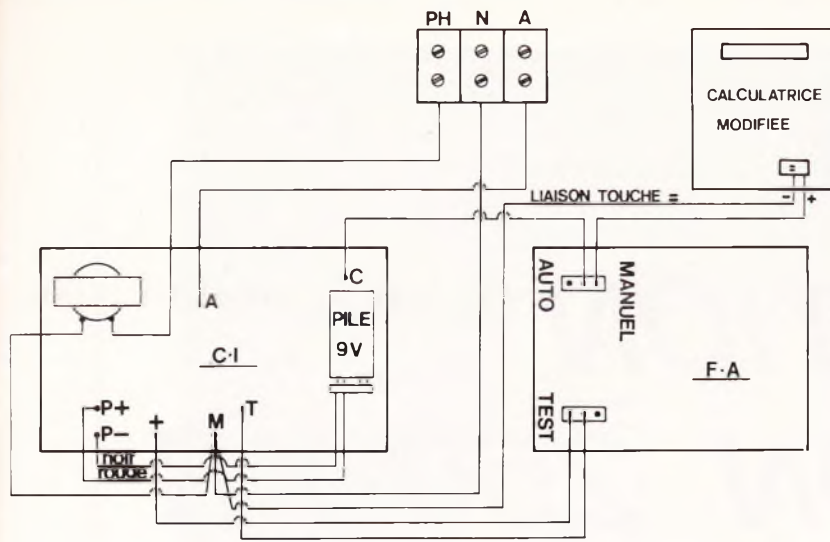


Fig. 6 et 7 Plan de câblage du montage.

- T_1 : 2N2222
- IC_1 : régulateur 5 V 7805
- IC_2 : 4001
- IC_3 : 4040
- IC_4 : 4001
- 1 coffret Retex RP 3GA
- 2 supports DIL 14
- 1 support DIL 16
- 1 inter 2P 1C
- 1 poussoir 1T
- 1 transfo 220 V/9 V 1,7 VA
- 1 pile 9 V avec branchement
- 1 domino 4 bornes
- 1 circuit imprimé
- fils, vis, picots, etc.



Photo 4. - Fixation de la calculatrice à la face avant du boîtier.

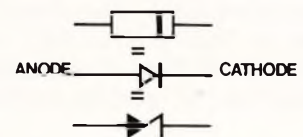
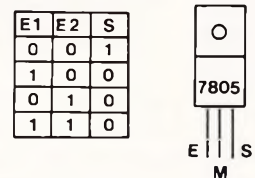
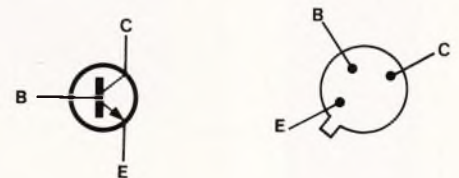
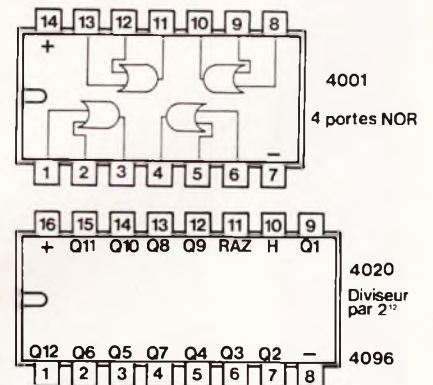
LISTE DES COMPOSANTS

- R_1 : 220 k Ω (rouge, rouge, jaune)
- R_2 : 100 k Ω (brun, noir, jaune)
- R_3 : 100 k Ω (brun, noir, jaune)
- R_4 : 15 k Ω (brun, vert, orange)
- R_5 : ajustable multitours 100 k Ω
- R_6 : 1 k Ω (brun, noir, rouge)
- R_7 : 1 M Ω (brun, noir, vert)
- R_8 : 33 k Ω (orange, orange, orange)
- D_1 : 1N4004
- D_2 : Zener 5,1 V 1/2 W
- D_3 : 1N4148
- D_4 : 1N4004
- D_5 : 1N4004
- D_6 : 1N4004
- D_7 : 1N4004
- D_8 : 1N4004
- C_1 : 10 μ F 25 V chimique
- C_2 : 2,2 nF plaquette
- C_3 : 2,2 nF plaquette
- C_4 : 0,22 μ F plaquette
- C_5 : 100 μ F 25 V chimique
- C_6 : 100 μ F 25 V chimique
- C_7 : 0,1 μ F plaquette
- C_8 : 0,1 μ F plaquette

mesurer. En appliquant le 220 V (thermostat, par exemple) le comptage doit alors s'égrener. La mise au point est terminée. Attention, le montage est alors au secteur.

Cette réalisation simple à mettre au point trouvera son application si vous désirez connaître le temps de fonctionnement d'un appareil (chauffe-eau, chaudière, pompe, etc.), sur une durée de 24 heures par exemple. Cela permettra de déterminer votre consommation sur plusieurs jours. Vous pourrez vérifier ainsi l'efficacité de votre installation de régulation du chauffage et l'intérêt de votre horloge programmable de chauffage, le cas échéant.

Daniel ROVERCH





LE KIT CELESTION DITTON 250 XR

Nous continuons notre examen de kits d'enceintes acoustiques Hi-Fi par une marque britannique qui, pour être très connue, n'offre curieusement ses meilleurs modèles sous cette forme que depuis peu de temps.



En effet, tous ceux qui s'intéressent à la haute-fidélité connaissent depuis plusieurs années Celestion, dont l'enceinte Ditton 66 resta pendant très longtemps une référence incontestée. Aujourd'hui, la gamme comporte

de très nombreux modèles et, à l'image de ses productions « sono » professionnelles, Celestion vient de décider de proposer ses haut-parleurs et filtres Hi-Fi « au détail », laissant à chacun le soin de composer le modèle de ses rêves. Pour cette première étude, nous nous

contenterons plus sagement de vous présenter les éléments constitutifs et la façon de fabriquer la copie conforme d'un modèle existant dans la gamme : la Ditton 250 XR. Vous verrez que cette fabrication ne comporte aucune difficulté majeure...



Photo 2. – Le filtre avec tous ses composants.

LA DITTON 250 XR

Il s'agit d'une enceinte de milieu de gamme qui remporte un grand succès pour l'ensemble de ses qualités. Elle utilise trois haut-parleurs : un boomer de 20 cm de diamètre, un médium à membrane papier de 13 cm de diamètre, et enfin un tweeter à dôme de 25 mm. Ses principales caractéristiques sont les suivantes :

- Réponse en fréquence : 55 Hz-20 kHz \pm 3 dB.
- Impédance nominale : 8 Ω .
- Sensibilité en milieu semi-réverbérant : 90 dB/1 W/1 m.
- Puissances d'amplificateur recommandées : 10 à 100 W.
- Dimensions de l'enceinte (L \times H \times P) : 295 \times 570 \times 240 mm.
- Masse : 10,9 kg.

LES HAUT-PARLEURS ET LE FILTRE

Un mot tout d'abord sur la technologie employée sur ses transducteurs par Celestion. Ce constructeur utilise depuis plusieurs années maintenant la technique de l'inter-

férométrie laser qui permet, par de multiples points de mesure et une analyse synthétique de ceux-ci sur ordinateur, de minimiser tous les problèmes de vibrations complexes de chaque membrane de haut-parleur. Cela a entraîné la création, chez Celestion, de toute une nouvelle gamme, et ce sont bien sûr des haut-parleurs de ce type qui équipent la 250 XR. Les améliorations mesurables portent sur une réduction notable de la distorsion, une amélioration du rendement, des bandes passantes encore plus linéaires, et enfin une tenue en puissance accrue. Toutes choses totalement adaptées aux nouvelles sources numériques (Compact-Disc principalement) beaucoup plus exigeantes sur le plan de la dynamique « instantanée » que les sources traditionnelles.

Pour vous y retrouver dans la large gamme de haut-parleurs Celestion, il suffit de suivre un petit code très simple à mémoriser : tout d'abord, les haut-parleurs de grave portent la référence WF (woofer en anglais). Les haut-parleurs de médium portent la référence MD (mid), et ces deux lettres respectives sont suivies du nom de l'en-

ceinte. Dans le cas présent, il faudra donc vous procurer le WF 250 et le MD 250. Pour le filtre, le principe est le même avec les initiales XO (crossover), et il faut donc ici le XO 250. En ce qui concerne le tweeter, les choses diffèrent un peu puisque ceux-ci portent déjà des références personnalisées, ces dernières ayant toujours été indiquées sur la notice des enceintes acoustiques Celestion. Une simple consultation de cette dernière montre qu'il s'agit dans notre cas du HF (High Frequency) 1003 (qui vient d'ailleurs en remplacement du HF 1001 que l'on trouvait sur la première 250). Une fois en possession de ces quatre éléments, le travail commence...

LE COFFRET

Dans ce domaine, Celestion ne donne aucune information. Il va donc falloir choisir le matériau utilisé. Sur le modèle d'origine, il s'agit de panneaux de particules (aggloméré) de 15 mm d'épaisseur. Sur les plans fournis ici, n'oubliez pas que c'est cette valeur qui a été retenue. Effectuez les modifications nécessaires en fonction de l'épais-

seur du matériau que vous aurez personnellement retenu, en attachant une importance primordiale au volume interne de l'enceinte, et non à ses dimensions externes ! Cette valeur de 15 mm, apparemment faible, se justifie par deux points : d'une part la construction industrielle du modèle « fini », qui permet d'obtenir une rigidité impossible à atteindre lors d'une construction « artisanale ». D'autre part et surtout, la densité élevée de l'aggloméré utilisé par Celestion, qui atteint 650. Cette densité est un point trop souvent ignoré des amateurs qui réalisent eux-même leurs enceintes acoustiques, et pourtant c'est elle qui conditionne, autant que son épaisseur, la qualité du matériau employé. Il est regrettable de constater que, bien souvent, les panneaux de particules vendus dans le commerce de détail sont de qualité relativement médiocre, avec une densité faible qui, d'ailleurs, est bien souvent ignorée du vendeur. Demandez et vous verrez !...

Nous vous donnerons donc les conseils suivants. Pour vous mettre à l'abri de toute mauvaise surprise (résonances parasites du coffret principalement), optez pour de l'aggloméré de 22 mm d'épaisseur minimum. Mieux, essayez le contreplaqué de 30 mm d'épaisseur ! Le prix est plus élevé, mais, de par notre expérience, nous pouvons vous assurer que les résultats sont nettement supérieurs. Le *nec plus ultra*, pour les bricoleurs les plus doués et les plus patients d'entre vous, consistera à utiliser deux épaisseurs faibles de contreplaqué (moins de 10 mm), réunies entre elles par des tasseaux périphériques (de format carré et d'environ 10 mm de côté), et dont tout le vo-

Photo 3. - Le tweeter HF 1003.

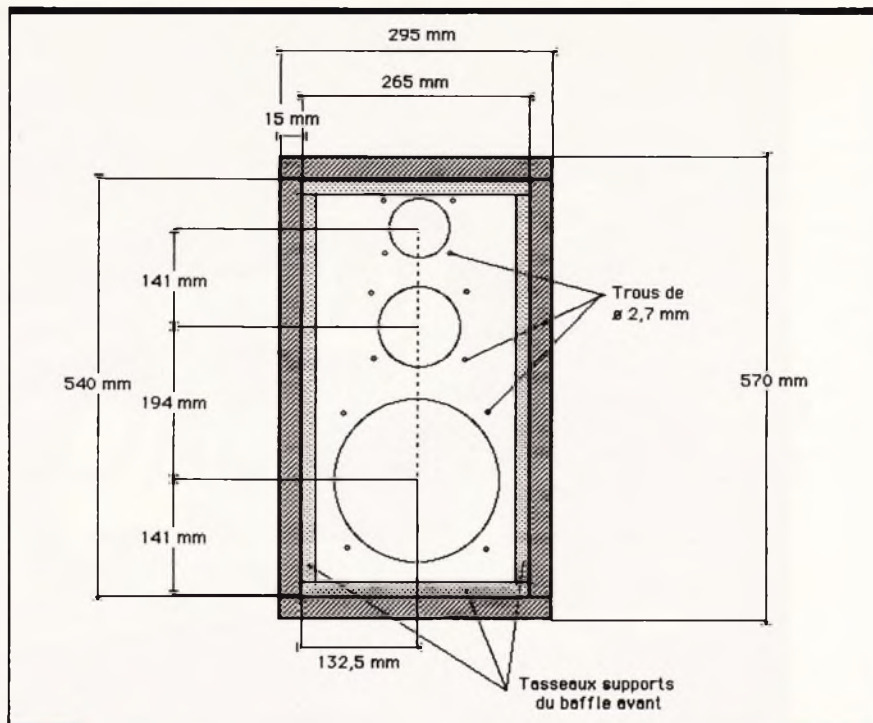
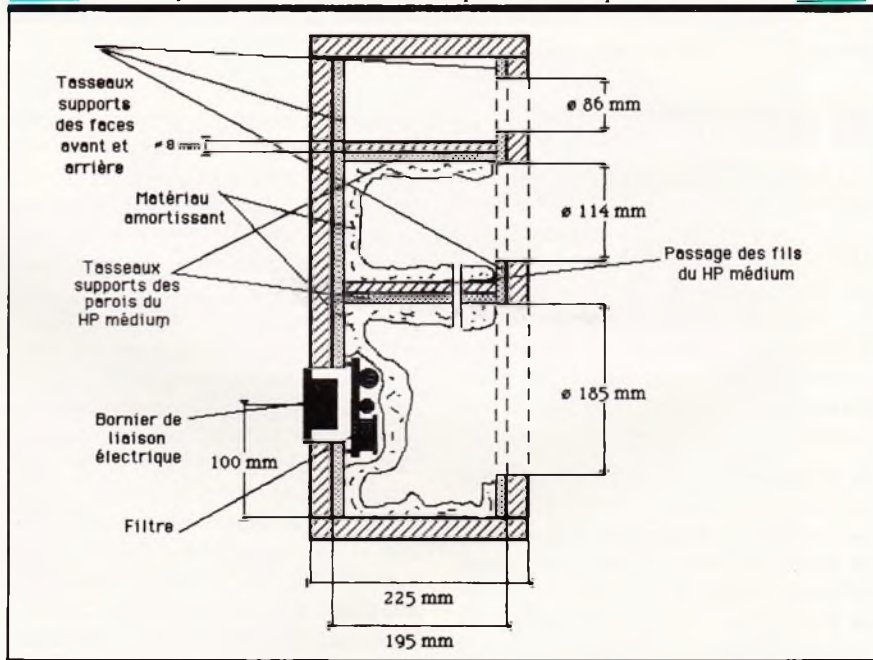


Fig. 1 Attention ! les côtes externes tiennent compte d'une épaisseur de parois de 15 mm. Notez l'emplacement du filtre, les trous circulaires à percer pour les haut-parleurs. Fig. 2



lume intérieur constitué par cet espace sera garni de sable. Un travail de longue haleine mais qui vous donnera un résultat réellement « audiophile ». La qualité des haut-parleurs Celestion justifie pleinement le surcroît de travail que nécessite cette conception particulière. Deux petites recommandations si vous êtes tentés par cette réalisation : collez très soigneusement tous les tasseaux périphériques pour éviter toute fuite de

sable, et n'utilisez que du sable assez fin et parfaitement sec ! Si cette réalisation vous affole, il est une autre solution, très récente et qui commence à être employée par de nombreux fabricants d'enceintes acoustiques très haute fidélité. Il s'agit d'un nouveau matériau, le Medite, qui se présente tout à fait comme un panneau de particules traditionnel, la différence se situant au niveau de la nature des particules employées : c'est un amalgame

de fibres végétales et de résines synthétiques. La densité proposée est, au choix, de 600, 800 ou 1200. Le travail du Medite n'est pas plus compliqué que celui de l'aggloméré traditionnel, la finition étant même simplifiée par un état de surface originel beaucoup plus régulier. Seul le prix est plus élevé, mais les économies que vous allez réaliser par rapport au modèle d'origine Celestion ne valent-elles pas ce petit sacrifice financier ?

D'un point de vue pratique, préférez un fournisseur bien équipé qui, quelle que soit la solution que vous avez retenue, pourra vous découper avec précision les différents panneaux. Donnez-lui une fiche de débit très précise, les dimensions ayant été calculées, comme recommandé plus haut, en fonction du volume interne de l'enceinte, et non des dimensions externes que nous vous donnons.

LES RECOMMANDATIONS PRATIQUES

Vous avez maintenant choisi le matériau constitutif de vos enceintes.

Pour vous faciliter la tâche, respectez les points suivants :

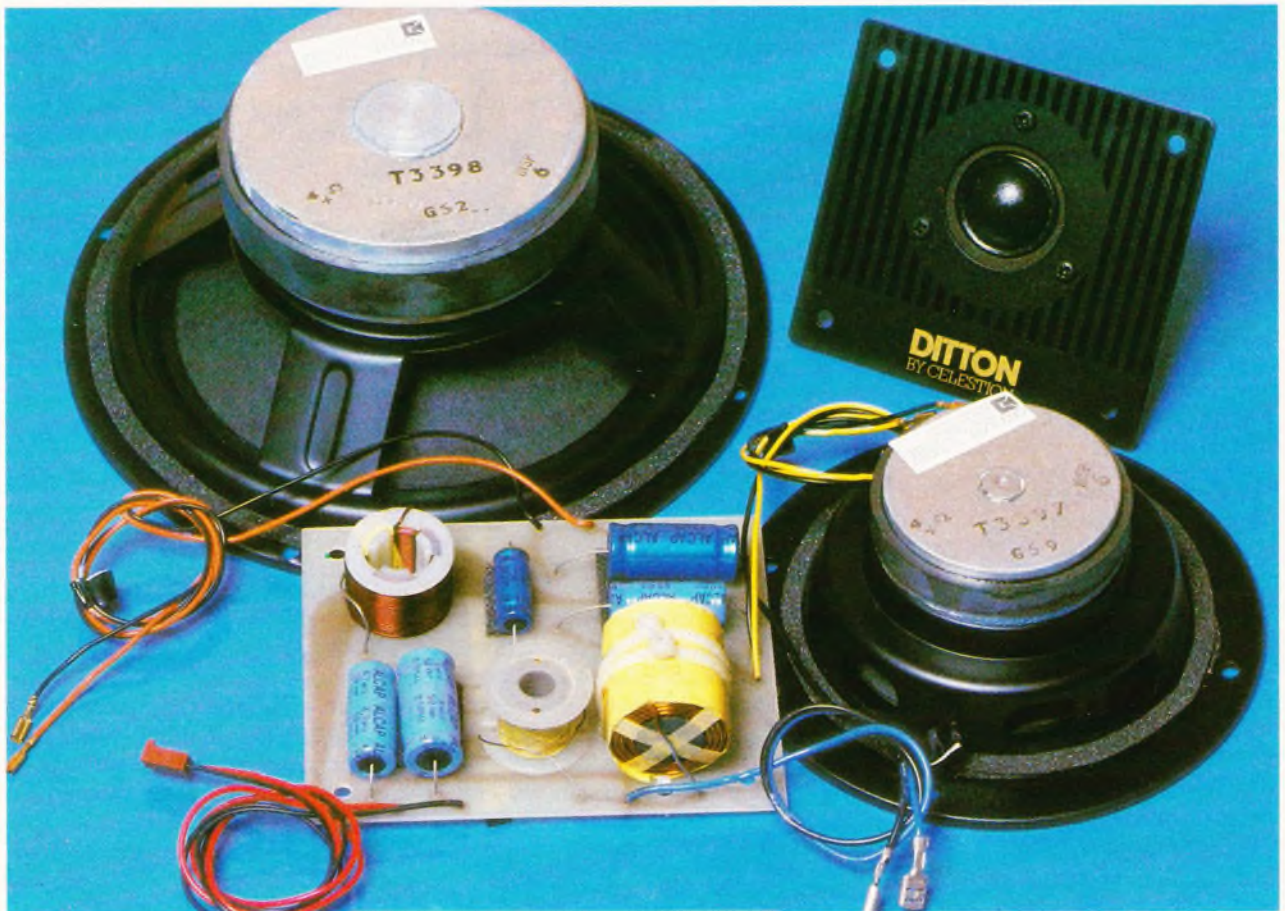
- A moins d'être un spécialiste du travail du bois (auquel cas vous n'avez pas besoin de ces conseils...), il est illusoire de vouloir faire les jonctions des différentes parois avec des angles biseautés à 45°. Faites en sorte que les panneaux supérieur et inférieur prennent directement appui sur l'épaisseur des panneaux latéraux gauche et droit. Le panneau avant et le panneau arrière viendront s'encaster à l'intérieur des parois extérieures, reposant sur des tasseaux internes fixés auparavant.

- La méthode la plus simple consiste à coller/clouer les panneaux entre eux. Le vissage ne se justifie pas vraiment, alors que la colle permet au contraire une étanchéité excellente de la caisse finie. Si vous avez des doutes sur cette étanchéité (primordiale dans le cas d'une enceinte close, comme ici), complétez le collage des parois entre elles par une induction interne de tous les joints avec une matière élastique, comme le Rubson®, par exemple.

- La face avant sera vissée/collée pour une parfaite étanchéité, après perçage des trous des haut-parleurs. Si vous avez des doutes quant à vos capacités de montage du filtre et du câblage des trois haut-parleurs après montage final de la caisse, ou encore si vous voulez bénéficier d'un accès facile à l'intérieur de l'enceinte une fois celle-ci terminée, vous pouvez simplement visser (et non coller) la face arrière. L'étanchéité sera alors assurée par un joint périphérique en caoutchouc, collé à l'extérieur des tasseaux supports de cette face arrière.

- Le perçage des trous des haut-parleurs est un des points les plus ardues de la fabrication. Si vous ne possédez pas de scie sauteuse permettant directement ce travail, percez après traçage, et à l'intérieur de ce trait, une multitude de trous périphériques avec une mèche à bois de bon diamètre (au moins \varnothing 10 mm). La partie centrale tombera ainsi facilement en fin de perçage circulaire, et vous n'aurez plus qu'à assurer la finition avec râpe et lime. Les éventuelles irrégularités sont sans importance puisque les haut-parleurs sont fixés par l'avant

Photo 4. – Tous les éléments : le WF 250, le MD 250, le filtre XO 250 et le HF 1003.



du baffle. Veillez simplement à ne pas dépasser la surface nécessaire et suffisante, et *a contrario* continuez à enlever le bois qui ne permet pas au transducteur de reposer totalement sur son pourtour. L'étanchéité finale pourra être assurée soit par un joint mousse ou caoutchouc correspondant au diamètre de chaque haut-parleur, soit par un Rubson®, si vous ne souhaitez pas redémonter les haut-parleurs par la suite.

- Le médium MD 250, étant de type ouvert à l'arrière, nécessite impérativement pour sa charge optimale une cavité interne indépendante, dans laquelle vous disposerez une petite quantité de matériau amortissant. Le plus simple pour ce faire consiste à poser deux parois (épaisseur plus fine que pour la caisse, 8 mm environ) courant de la face avant à la face arrière de l'enceinte (voir schéma). N'oubliez pas de prévoir les trous de passage des fils d'alimentation... et aussi une bonne étanchéité de ce caisson par rapport à l'enceinte.

- La fixation des haut-parleurs, et, dans une moindre mesure, du bornier de connexion, est également importante. De simples vis, même « spécial » aggloméré, ne sont pas très satisfaisantes. Préférez leur des boulons de bon diamètre avec à l'intérieur des inserts spéciaux qui s'accrochent dans le bois au premier serrage et ne bougent plus ensuite, permettant d'ailleurs d'éventuels démontages ultérieurs.

- Le filtre sera situé derrière le bornier de liaison externe. Il sera très solidement fixé, par l'intermédiaire de silent-blocs si possible, son bon découplage du reste de la caisse ayant une influence sur la qualité finale plus importante qu'on pourrait le penser de prime abord.

- N'oubliez pas l'amortissement interne de l'enceinte. Sur les modèles originaux Celestion, il s'agit de laine de verre « synthétique », c'est-à-dire une sorte de molleton d'environ 50 mm d'épaisseur, effectuant d'une part tout le pourtour latéral de la caisse, y compris en haut et en bas, et constitué enfin d'une plaque disposée le long de la face arrière de la caisse.

- Et pour terminer, voici quelques « trucs d'audiophiles » qui ont une influence plus ou moins grande sur



Photo 5. - Allure de l'enceinte montée.

la qualité musicale finale, et que vous pouvez utiliser sans grand frais :

- Essayez divers matériaux amortissants différents, dont par exemple la laine de verre véritable et aussi la plaque de mousse synthétique. Faites varier sa quantité et sa disposition. Vous obtiendrez ainsi subjectivement plus ou moins de grave, ce qui peut être intéressant en fonction de l'endroit où vous comptez disposer vos enceintes acoustiques.

- Soignez particulièrement le câblage interne. Utilisez du câble « haute définition » comme le Mogami, le Lucas, le Monster Cable ou le Leonische (toutes marques disponibles chez les spécialistes haute-fidélité).

- Utilisez des cosses à la place de simples soudures. Vous pourrez ainsi démonter très facilement les haut-parleurs pour pratiquer quelques modifications internes.

Et par exemple, si vous avez des connaissances suffisantes dans le domaine des filtres acoustiques (*Electronique Pratique* vous en a parlé à plusieurs reprises), rien ne vous empêche d'essayer quelques modifications sur le XO 250 fourni d'origine par Celestion. Evitez toutefois, sous peine de destruction des différents haut-parleurs, de faire trop varier les fréquences de coupure (respectivement 500 et 3 000 Hz) prévues par le constructeur.

LA FINITION

Dans ce domaine, nous ne saurions vous donner de conseils trop précis. Il s'agit avant tout d'une question de goût et du savoir-faire de chacun. Le plus simple consiste, après enduction et ponçage soigneux de la caisse, à la recouvrir d'une laque satinée ou brillante de la couleur de son choix. Plusieurs couches fines, soigneusement poncées, permettent d'obtenir un état de surface remarquable, et de faire disparaître les liaisons entre les panneaux constitutifs.

Plus simple et plus rapide finalement, mais plus onéreux, vous pouvez aussi opter pour le placage bois, dont la technologie moderne offre des réalisations superbes et faciles à utiliser.

Enfin, si vous voulez un cache frontal, prenez impérativement un tissu transparent acoustiquement, que vous tendrez et collerez ou agrafez sur un cadre en bois bien rigide (attention aux vibrations). Sa fixation sur l'enceinte se fera soit par des points Velcro®, soit, mieux, par quatre ou six tétons spéciaux en plastique que vous disposerez tout autour du baffle avant, et que vous trouverez sans problème chez les spécialistes du kit haut-parleur. Bon courage !

Le point le plus compliqué lors de la réalisation d'une paire d'enceintes acoustiques à partir, simplement, de haut-parleurs et d'un filtre, réside dans le fait de « se lancer » dans la fabrication de l'ébénisterie. Très vite, vous constaterez que cela est plus simple qu'il n'y paraît, et vous serez tellement ravis de votre œuvre que vous récidiverez sûrement rapidement ! En suivant ces quelques conseils, vous obtiendrez ici des résultats au moins aussi bons que ceux du modèle 250 XR d'origine. Plus tard, vous aurez certainement envie d'y apporter votre touche personnelle, aussi bien au niveau technique qu'à celui de la finition. En attendant, voici de quoi réaliser une enceinte acoustique d'excellente qualité, pour un prix incroyablement faible par rapport à sa qualité. Nous verrons certainement dans un proche avenir d'autres modèles encore plus ambitieux issus et réalisés à partir de la gamme des enceintes et haut-parleurs Celestion. ■



PUPITRE D'EXPERIMENTATION ET DE MISE AU POINT

Le mois dernier, nous avons procédé à la première description du pupitre d'expérimentation en publiant les détails nécessaires à la réalisation des alimentations AL₁, AL₂, AL₃ et AL₄. Ce mois-ci, nous entamons la construction du générateur BF, qui prendra place à l'intérieur du même coffret.

D. — LE GENERATEUR BF

Nous avons marié, dans son schéma, un amplificateur opérationnel Bi-FET à hautes performances, bien que de faible prix, et des circuits à composants discrets. L'ensemble donne d'excellents résultats, comme on en jugera par l'oscillogramme joint à notre description.

Rappel sur les oscillateurs à pont de Wien

Examinons le circuit de la figure 12 : il s'agit d'un diviseur de tension, dont les caractéristiques dépendent de la fréquence du signal d'entrée, à cause de la présence des condensateurs C₁ et C₂. Lorsqu'on

applique, sur l'entrée, une sinusoïde d'amplitude V₁ constante, on recueille, en sortie, une sinusoïde d'amplitude V₂. En faisant varier la fréquence F, le calcul et l'expérience montrent que :

— le déphasage entre V₁ et V₂ varie de - T/2 à + T/2, quand F croît de zéro à l'infini. Il s'annule pour la fréquence F₀ donnée par la relation :

$$F_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{R_1R_2C_1C_2}}$$

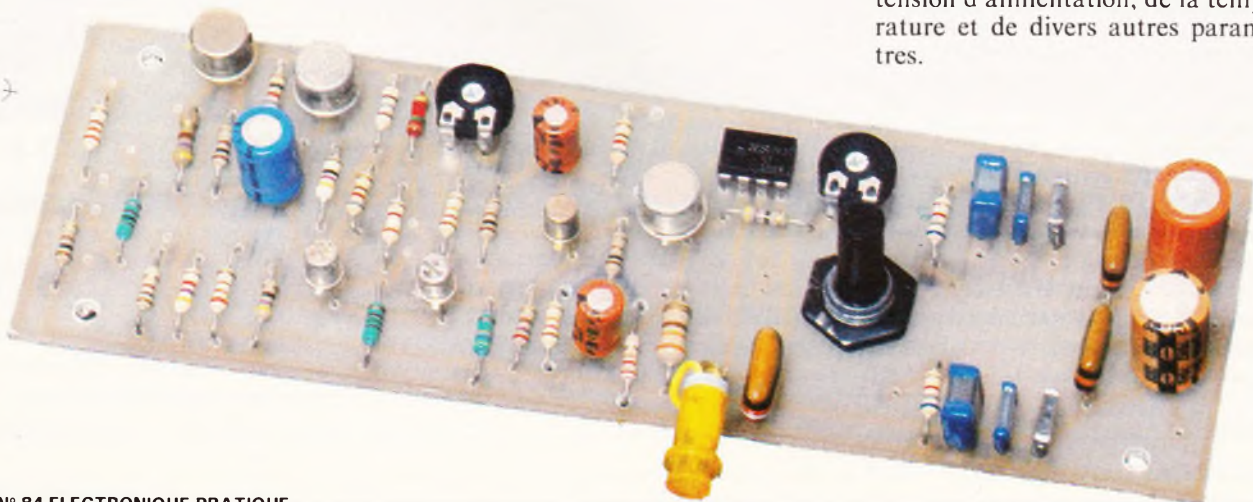
— l'amplitude V₂ varie également, en passant par un maximum. Pour la fréquence F₀ qui annule le déphasage, on a :

$$V_2 = \frac{V_1}{3}$$

On peut aisément réaliser un oscillateur sinusoïdal à partir du circuit de la figure 12, en lui adjoignant, comme le montre la figure 13, un

amplificateur A, n'introduisant lui-même aucun déphasage. Il y aura oscillation lorsque la rotation totale de phase est elle-même nulle, c'est-à-dire pour la fréquence F₀. Les signaux de sortie sont sinusoïdaux si le gain de boucle est exactement égal à 1, c'est-à-dire si l'amplificateur A donne, à la fréquence F₀, un gain exactement égal à 3. Pour une valeur inférieure du gain, les oscillations cessent (on dit que l'oscillateur décroche). Pour une valeur supérieure du gain, la sortie n'est plus sinusoïdale, et tend peu à peu vers des créneaux lorsque le gain augmente.

Dans ces conditions, il serait très difficile, voire impossible, de construire un oscillateur sinusoïdal avec le circuit de la figure 13. En effet, le gain de l'amplificateur varie toujours plus ou moins avec la fréquence ; il dépend également de la tension d'alimentation, de la température et de divers autres paramètres.



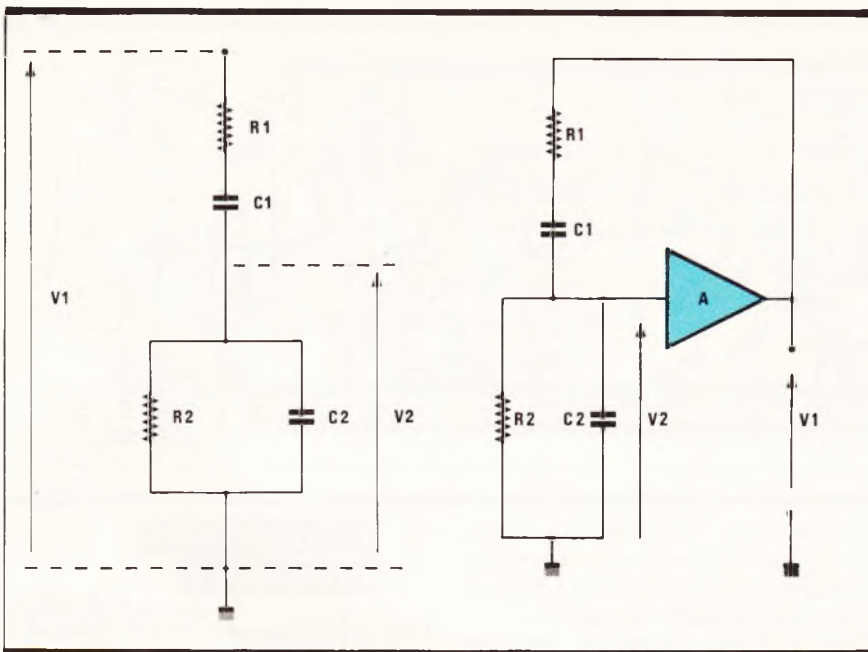


Fig. 12 Schéma d'un diviseur de tension.

Réalisation d'un oscillateur sinusoïdal.

Fig. 13

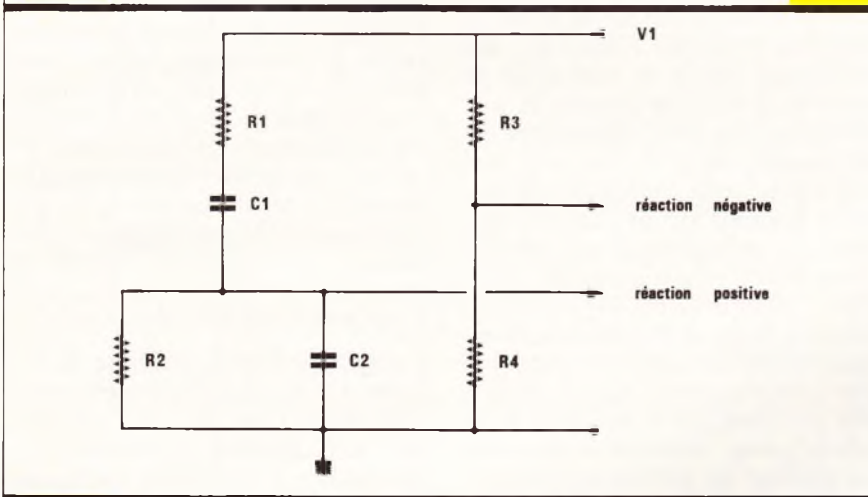
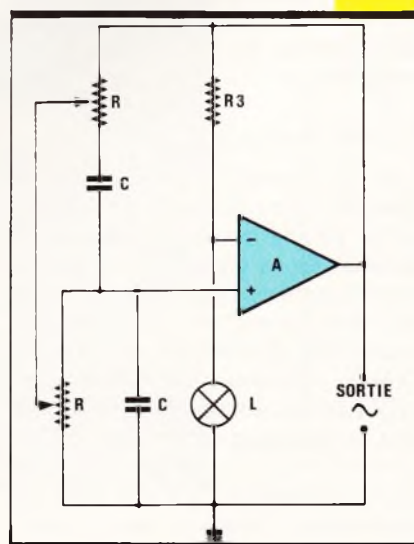


Fig. 14 Schéma d'un pont de « Wien ».

Structure définitive de l'oscillateur.

Fig. 15

C'est pourquoi on n'emploie jamais directement le circuit de la figure 12, mais celui de la figure 14, appelé « pont de Wien », et complété par le diviseur $R_3 R_4$. L'amplificateur associé reçoit alors, simultanément, la réaction positive qui entretient les oscillations, et une réaction négative (ou contre-réaction) qui diminue le gain. Toute l'astuce consiste à rendre cette contre-réaction d'autant plus forte que la tension de sortie de l'oscillateur devient plus grande : on lutte ainsi contre les inévitables fluctuations de gain de l'oscillateur, et il devient possible d'engendrer un signal sinusoïdal sur une large plage de fréquence.



L'une des solutions, pour parvenir à ce résultat, consiste à choisir, pour R_4 , une résistance qui augmente avec la température, donc avec l'amplitude du signal. C'est le cas d'un fil métallique, et, en pratique, du filament d'une ampoule électrique.

Finalement, la structure de l'oscillateur à pont de Wien devient celle de la figure 15. L'amplificateur, de type différentiel, comporte une entrée non inverseuse (réaction positive), et une entrée inverseuse recevant les tensions de contre-réaction. On remarquera qu'on a choisi :

$$R_1 = R_2 = R$$

$$C_1 = C_2 = C$$

ce qui donne, pour la fréquence F_0 des oscillations, la valeur :

$$F_0 = \frac{1}{2\pi RC}$$

Pour faire varier la fréquence, on sélectionne différentes gammes en commutant plusieurs valeurs de C . A l'intérieur de chaque gamme, le remplacement des résistances R par un potentiomètre double permet une variation continue de la fréquence.

Schéma complet du générateur BF

On le trouvera à la figure 16. L'oscillateur proprement dit est construit autour de l'amplificateur opérationnel CI, de type Bi-FET à haute impédance d'entrée et large bande passante, et du transistor T_1 . On y reconnaît les éléments précédemment analysés. Le commutateur double $K_{3a} K_{3b}$ sélectionne les trois couples de condensateurs C_1 et C_2 , correspondant aux trois gammes de fréquence. A l'intérieur de chaque gamme, le potentiomètre double $P_{3a} P_{3b}$ assure la variation continue ; le choix des résistances talon, R_1 et R_2 , donne un rapport voisin de 20 sur chaque gamme, ce qui assure un large recouvrement. La deuxième partie du pont de Wien met en jeu l'ampoule miniature L , à résistance croissant avec la température, et l'ensemble R_3, AJ_1 . Grâce à cette résistance ajustable, on dose, lors de la mise au point, le taux de contre-réaction, ce qui règle l'amplitude des sinusoïdes. L'ampoule étant assez gourmande en courant, l'amplificateur opérationnel seul ne suffirait pas à l'alimenter. On le fait donc suivre d'un

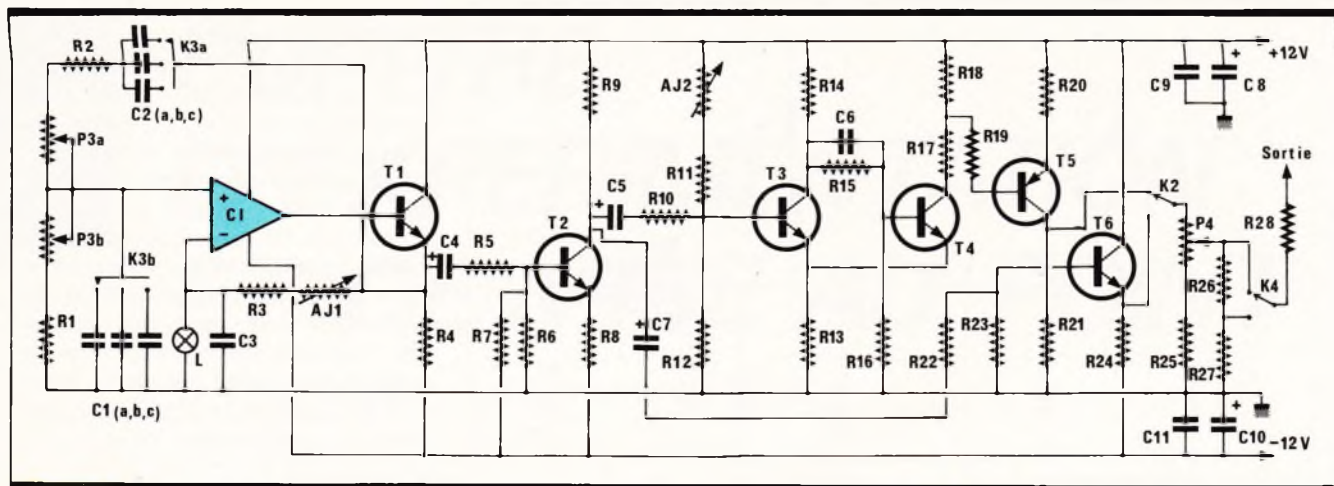


Fig. 16 Schéma de principe général retenu.

étage en collecteur commun, T_1 , qui joue le rôle d'amplificateur de courant. Le condensateur C_3 , branché en parallèle sur L , diminue la contre-réaction sur les fréquences les plus élevées de la troisième gamme, et permet ainsi de maintenir l'amplitude constante jusqu'en haut du spectre.

Afin d'obtenir une sinusoïde très pure, donc à faible taux de distorsion, il faut limiter son amplitude à moins de 2 V en sortie de l'oscillateur, c'est-à-dire sur l'émetteur de T_1 . Une amplification s'impose donc ensuite : elle est assurée par le transistor T_2 , qui polarise le pont de base R_6, R_7 . Les sinusoïdes, prélevées au collecteur de T_2 , sont acheminées, par C_7 et R_{22} , vers l'étage de sortie T_6 . Celui-ci, travaillant en collecteur commun, délivre les signaux à faible impédance, sur son émetteur.

Revenons au collecteur de T_2 , où sont disponibles des sinusoïdes de 5 V crête à crête. A travers C_5 et R_{10} , on les envoie vers un trigger de Schmitt, formé de NPN T_3 et T_4 et destiné à convertir les sinusoïdes en signaux rectangulaires à très faibles temps de montée et de descente. Il s'agit là d'un schéma très classique, où la réaction positive est obtenue par la liaison directe entre les émetteurs des deux transistors. Le point moyen de fonctionnement, donc la symétrie des créneaux, dépend du potentiel continu de la base de T_3 . On le règle à l'aide de la résistance ajustable AJ_2 , incorporée dans le pont de base R_{11}, R_{12} . Le petit

condensateur C_6 , dans la liaison entre T_3 et T_4 , améliore la transmission des fréquences élevées, et diminue ainsi le temps de montée.

Pour que ceux-ci restent très faibles, il convient de minimiser la charge de T_4 : c'est le rôle de l'étage construit autour de PNP T_5 . De plus, ce dernier transistor a son collecteur relié à la masse par la résistance R_{21} . Les créneaux de sortie démarrent donc rigoureusement au niveau zéro, ce qui peut être important pour certaines applications (commande de circuits logiques qui ne supportent pas les tensions négatives, par exemple).

Par l'intermédiaire du commutateur K_2 , on peut diriger vers l'atténuateur de sortie soit les créneaux (en lancée positive), soit les sinusoïdes (centrées sur le potentiel de la masse). Une première atténuation progressive est confiée au potentiomètre P_4 . Elle est suivie d'une atténuation dans un rapport 1 ou 1/10, assurée par les résistances R_{26} et R_{27} , et commandée par l'inverseur K_4 . La résistance R_{28} protège la sortie contre des courts-circuits accidentels.

Le circuit imprimé

On en trouvera le dessin à la figure 17. L'implantation des composants est clairement guidée par le schéma de la figure 18 et par les photographies. On notera que tous les potentiomètres et commutateurs, fixés directement sur la petite façade supérieure du coffret, sont reliés au circuit par des fils. Toutefois, le potentiomètre vernier de fréquence P_3 fait exception : en raison de sa profondeur (il s'agit d'un potentiomètre double), nous l'avons vissé sur le circuit lui-même.

E. - LES ESSAIS PREALABLES

Dès qu'un appareil atteint quelque complexité - et c'est le cas, en raison du nombre des cartes, de ce pupitre d'expérimentation -, il est indispensable d'essayer et de mettre au point séparément chaque sous-ensemble. Une éventuelle erreur dans le câblage ou dans la valeur d'un composant est alors facile à corriger, alors qu'elle demanderait des heures de démontage et de remontage au stade de l'appareil terminé.

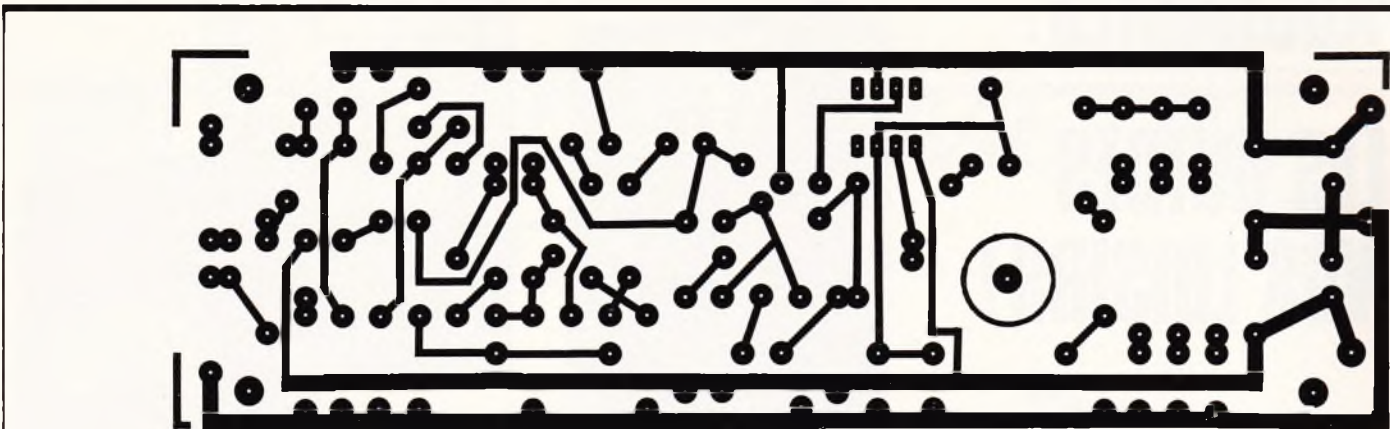
Test de la carte AL₃ AL₄

Il s'agit du circuit imprimé de la figure 11. Après avoir branché provisoirement l'arrivée 220 V (attention aux contacts accidentels : ne pas hésiter à isoler par quelques morceaux d'adhésif), ou vérifiera :

- au voltmètre continu, la tension sur la sortie + 12 V, puis sur la sortie - 12 V, par rapport au zéro. En raison des dispersions sur les régulateurs, des écarts de 0,5 à 0,6 V par rapport à la valeur nominale sont possibles. Ils ne présentent aucun inconvénient pour le fonctionnement du générateur BF ;
- au voltmètre alternatif, les sorties 15 V du transformateur TR₁.

Test de la carte AL₁ AL₂

Pour cet essai, il faut monter provisoirement les potentiomètres P_1 et P_2 , les diodes de surcharge LED₁ et LED'₁, ainsi que l'arrivée 220 V. Les tensions alternatives de 15 V sont fournies par la carte AL₃ AL₄. A l'aide d'un voltmètre continu, on vérifiera que, en manœuvrant P_1 et P_2 , on fait bien varier les tensions



Le tracé du circuit imprimé et l'implantation des éléments sont à l'échelle.

Fig. 17
Fig. 18

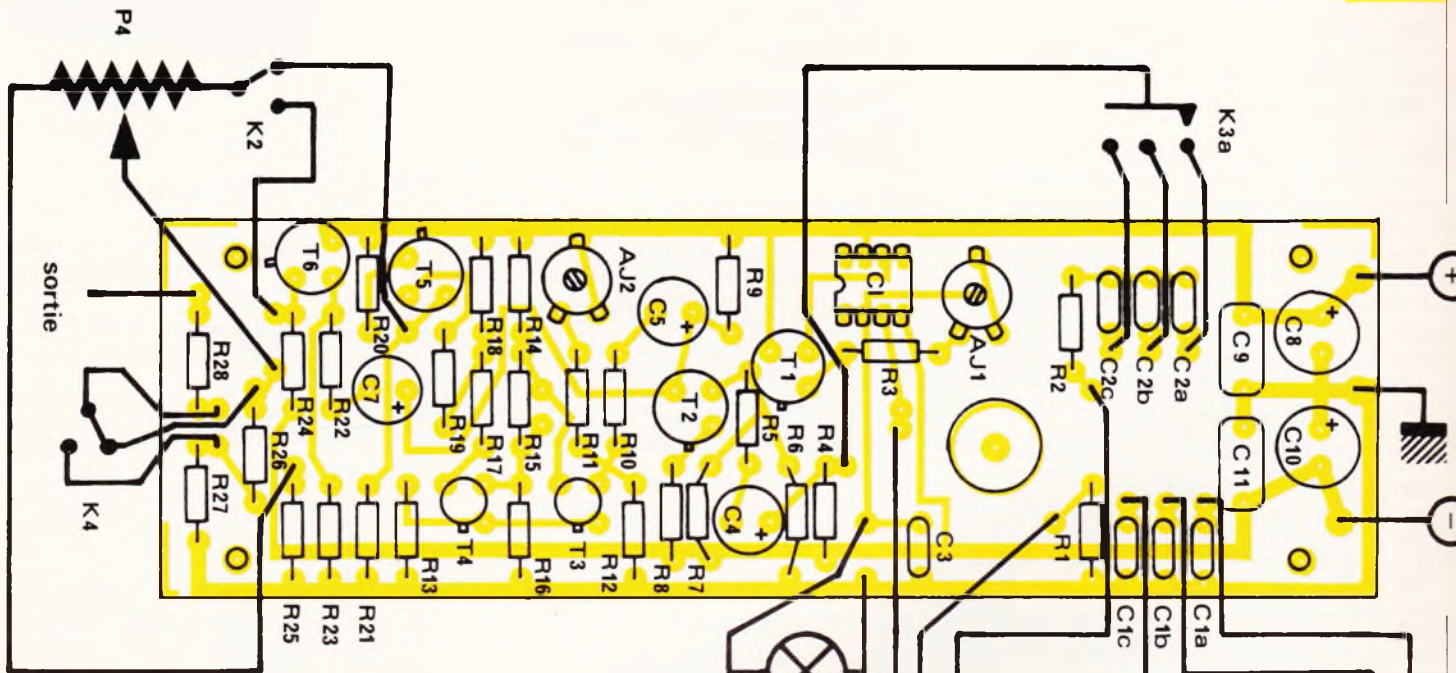


Photo 2. - Gros plan sur l'ampoule miniature 6 V, 40 mA.

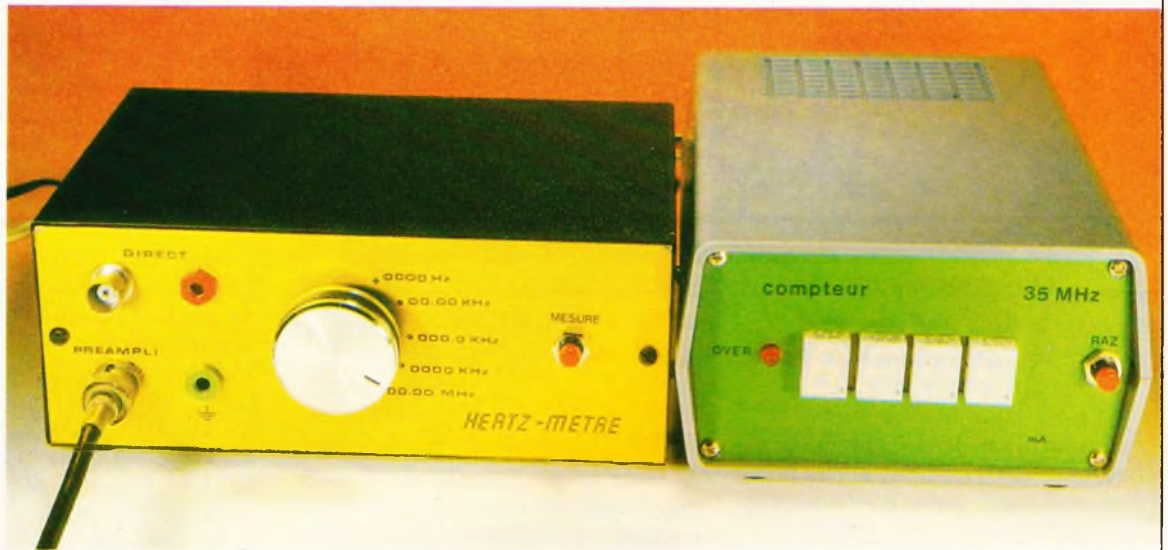


(suite page 109)



FREQUENCEMETRE DIGITAL

Encore un module à raccorder à notre compteur universel (décrit dans *Electronique Pratique* n° 82, page 68). Son domaine va de 1 Hz à 35 MHz en cinq calibres ; sa précision est d'au moins 0,01 %, et il n'y a aucun réglage à effectuer après le montage.



Un préamplificateur lui confère une sensibilité de 20 mV sous une impédance d'entrée de 47 kΩ. C'est donc un appareil que l'on peut qualifier de sérieux et fiable, mais néanmoins de prix modéré puisqu'il ne fait appel qu'à des CI ultra-classiques donc bon marché.

le signal « au carré », afin d'attacher une suite de diviseurs de fréquence par dix. Ceux-ci constituent les cinq calibres sélectionnés par un

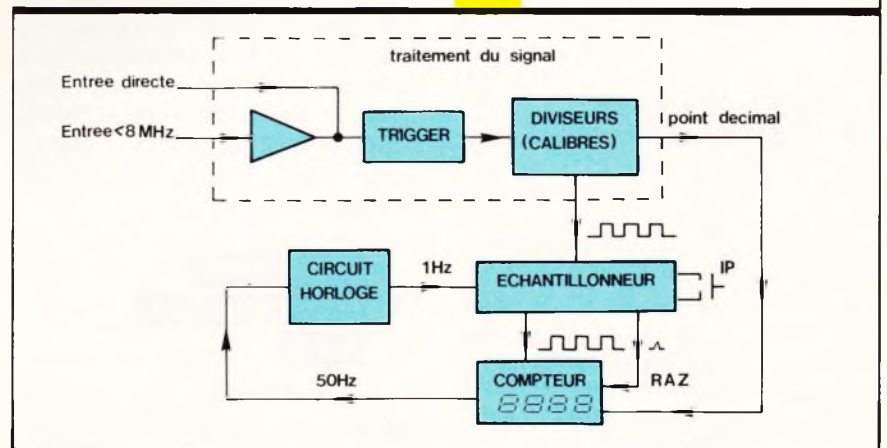
Fig. 1

Après action sur l'inter-poussoir IP, il y a comptage des impulsions pendant 1 seconde.

LE PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT (fig. 1)

On peut diviser le schéma de l'appareil en trois blocs :

1° Le traitement du signal : Un préampli suivi d'un trigger qui met



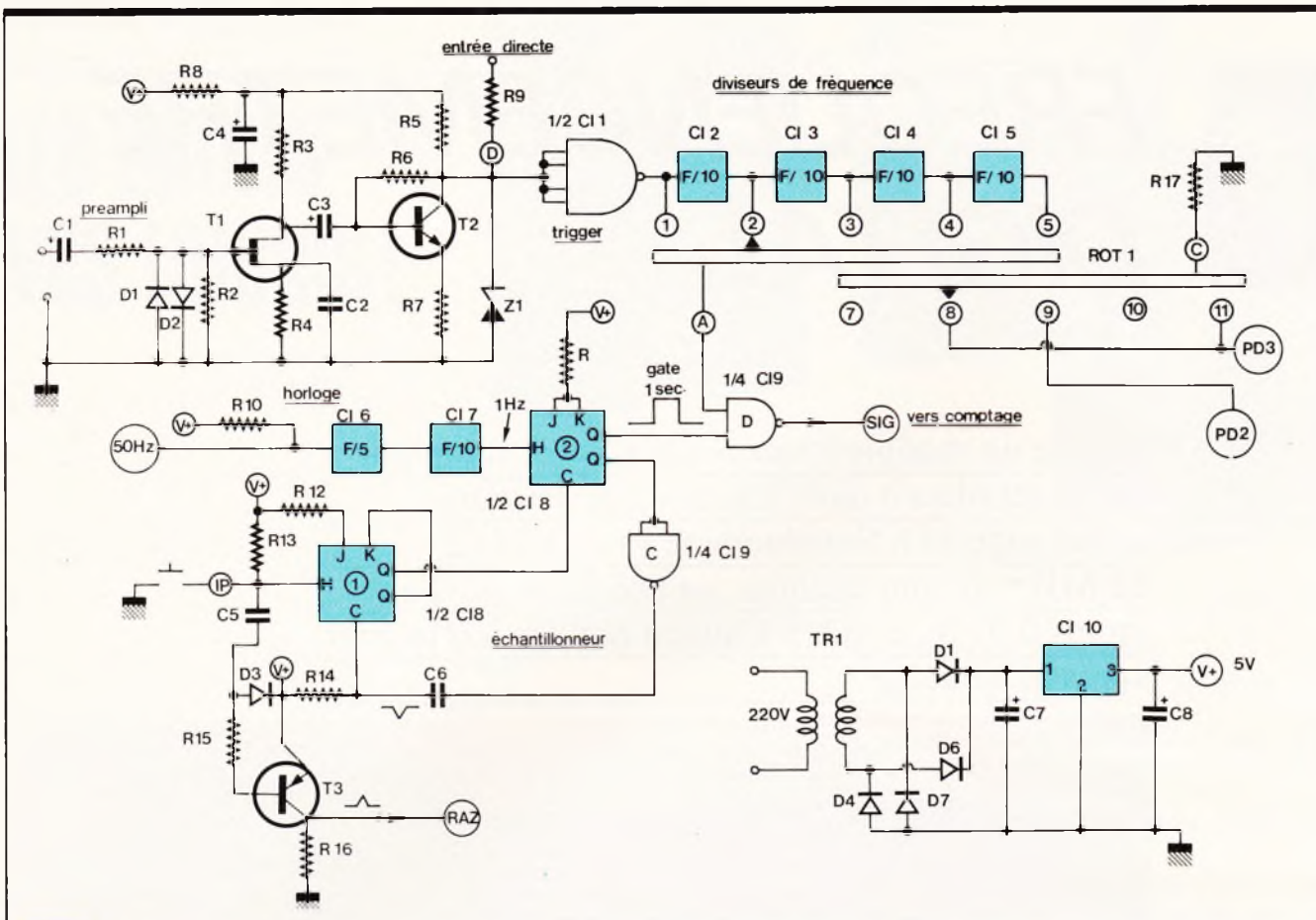


Fig. 2 Le circuit n'utilise que des C.I. logiques très courants.

rotacteur. Pour les fréquences supérieures à 8 MHz, nous avons prévu une « entrée directe » protégée, donc sans passer par le préampli.

2° Le circuit horloge : La base de temps est fournie par le 50 Hz du secteur. Puisque les pendulettes secteur ne dérivent que d'une minute par mois, ce 50 Hz est précis à ± 20 millionnièmes ! Après division par 50, nous obtenons un signal carré de fréquence 1 Hz qui conserve cette précision.

3° L'échantillonneur : Il reçoit à la fois le signal horloge et le signal à mesurer. On le déclenche en agissant sur un petit bouton à poussoir. Il va d'abord remettre à zéro l'affichage du compteur, puis lui envoyer le signal pendant une tranche (GATE) d'une seconde exactement. C'est donc bien la fréquence qui est affichée.

Notons que le rotacteur de calibres positionne aussi le point décimal de

l'affichage, ce qui nous donne les maxima suivants :

- calibre n° 1 : 9 999 Hz
- calibre n° 2 : 99,99 kHz,
- calibre n° 3 : 999,9 kHz,
- calibre n° 4 : 9 999 kHz,
- calibre n° 5 : 99.99 MHz

Afin de ne pas compliquer le montage, nous n'avons pas l'affichage continu (« rafraîchi ») ; pour chaque nouvelle mesure, il faut réappuyer sur le bouton poussoir. En fait, la pratique montre que ce n'est guère contraignant.

L'alimentation ne fait pas appel aux 9 V alternatifs du compteur, car tous ces CI TTL supplémentaires seraient une trop lourde charge pour le petit transformateur de 5 VA du module compteur (sauf si vous l'aviez équipé d'un modèle plus puissant).

LE SCHEMA ELECTRONIQUE (fig. 2)

Le préamplificateur. Sa bande passante va de 1 Hz à environ 8 MHz. L'étage d'entrée est un FET (T_1).

L'impédance d'entrée a été abaissée à 47 k Ω car une valeur trop élevée est gênante lorsque l'on effectue des mesures sur une maquette non blindée (captage de champs en 50 Hz). Cette entrée est protégée par C_1 , R_1 , D_1 et D_2 jusqu'à des signaux de 45 V crête-à-crête. La polarisation de ce FEF (un BF246) par R_4 et R_3 ne recherche pas le gain maximum mais garantit un fonctionnement correct quelle que soit la « pente » du BF246 que vous monterez. En somme T_1 est surtout un adaptateur d'impédance à grande bande passante afin d'attaquer le classique étage d'amplification (importante) par le transistor T_2 (un 2N2222). La distorsion est importante mais on s'en moque puisque l'on attaque un des triggers de CI_1 (un 7413). L'autre trigger de ce CI ne sera pas utilisé.

L'entrée de ce trigger est protégée par une zener de 5,1 V (Z_1) car c'est là que l'on applique l'« entrée directe » par l'intermédiaire de R_9 . Avec $R_9 = 100 \Omega$ et une zener de 0,4 W, la protection joue jusqu'à 13 V ($100 \times 0,4/5,1 + 5,1 \approx 13$). Nous avons observé à l'oscilloscope

que ce préampli « répondait » parfaitement avec un signal d'entrée sinusoïdal de 1 Hz. A 10 kHz, sa sensibilité mini se situe vers 10 mV, et 25 mV à 1 MHz. Au-delà de 8 MHz, le signal ne passe plus, il faudra utiliser l'entrée directe. Ce sont des raisons pratiques et économiques qui nous ont fait préférer un préampli à grand gain mais de bande passante limitée. Si cela ne vous convenait pas, remplacez-le (sur l'entrée directe) par celui que nous avons conçu pour le « Decimhertz-2 » (voir *Electronique Pratique* n° 61, page 65) qui lui dépasse les 100 MHz mais avec une sensibilité mini de 300 mV, et qui fonctionnerait mal dans les très basses fréquences.

Les diviseurs de fréquences. Ils sont en série, alimentés au départ par la sortie du trigger. Les deux premiers utilisent des 7490 (TTL) alors que les deux derniers sont des C.MOS (4017). Pourquoi cette bizarrerie ? Uniquement afin de ne pas trop « tirer » sur l'alimentation 5 V car les 7490 sont gourmands (35 mA chacun !). La fréquence maxi qu'ils pourraient recevoir est de 300 kHz, soit le dixième seulement de leur fréquence limite.

Le circuit d'horloge reçoit le 50 Hz venant du module compteur ; c'est le collecteur d'un petit transistor dont la base reçoit du 50 Hz, et R_{10} est en fait la résistance collecteur de ce transistor interne au module compteur.

Un premier 7490 (CI_6) divise la fréquence par cinq, un second (CI_7) la divise par dix. Pourquoi des TTL plutôt que des C.MOS pour une fréquence aussi basse ? Pour avoir un signal 1 Hz avec des flancs très raides, un gage de précision pour la suite.

L'échantillonneur. Très peu de composants, mais son fonctionnement est assez complexe. Il utilise les deux bascules JK contenues dans un 74107 (CI_8), deux portes NAND d'un 7400 (CI_9), une diode et un transistor PNP (T_3).

● Au repos : bascule n° 1, le « CLEAR » (C) est à 1, la bascule est « prête », la sortie Q est à zéro. Comme cette dernière commande, le CLEAR de la bascule n° 2, celle-ci est donc bloquée et sa sortie Q est aussi à zéro, donc la porte NAND « D » est bloquée.

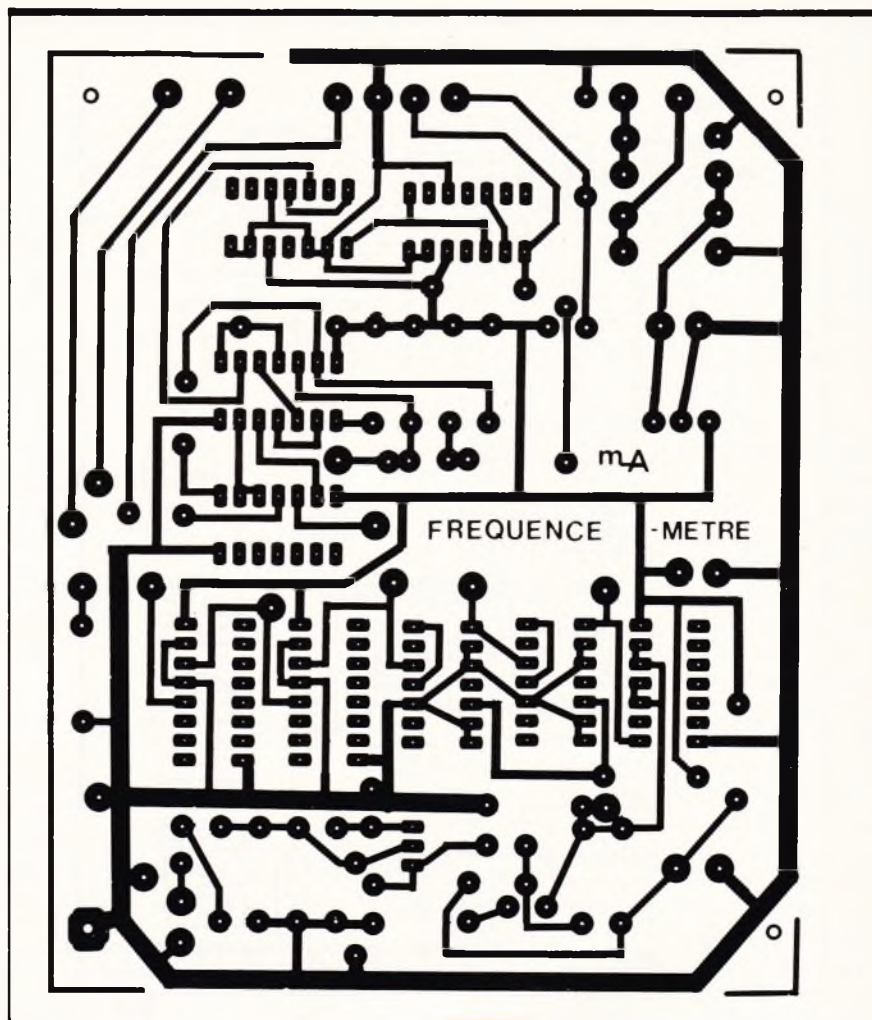


Fig. 3 Le tracé du circuit imprimé se reproduira facilement.

● Action sur le poussoir IP : la base de T_3 reçoit une impulsion zéro par l'intermédiaire de C_5 . T_3 est donc conducteur un bref instant, d'où envoi d'une impulsion 1 agissant sur la RAZ de l'affichage (la diode D_3 assure la rapidité de C_5). La bascule 1 recevant un front descendant sur son entrée H, fonctionne : sa sortie Q passe à 1 (la bascule 2 est donc prête), sa sortie Q' passe à zéro mais, comme celle-ci est reliée à l'entrée K, la bascule 1 reste figée dans cet état. On relâche le poussoir, même avec rebonds. Pas d'effets puisque la bascule 1 est figée.

● Signal horloge sur la bascule 2. Rappelons que l'entrée H ne connaît que les fronts descendants du signal qu'elle reçoit. Premier front descendant, basculement, Q passe à 1, donc la porte NAND « D » devient « transparente » au signal et le comptage commence. Simultanément, Q' passe à zéro, la sortie de NAND « C » passe à 1, impulsion 1 à travers C_6 sur le

Clear de la bascule 1, sans effet car elle est déjà à 1 par R_{14} .

Une seconde plus tard, second front descendant sur l'entrée H de la bascule 2 ; second basculement, Q passe à zéro, rebloquant ainsi la NAND « D » donc le comptage ; Q' passe à 1, la sortie de la NAND « C » passe à zéro, d'où impulsion zéro sur l'entrée Clear de la bascule 1. Elle se « défige » et sa sortie Q revient à zéro, rebloquant ainsi la bascule 2. Puis le Clear de la n° 1 revient à 1, pas d'effet, sauf que la bascule est de nouveau prête pour une nouvelle action sur IP. On est donc revenu au point de départ. Le fonctionnement de cet échantillonneur est en fait l'astuce sur laquelle est basée tout le fonctionnement de ce fréquencemètre (astuce qui ne fut pas conçue en cinq minutes...). Nous avons essayé d'être clair, mais si vous n'avez pas tout

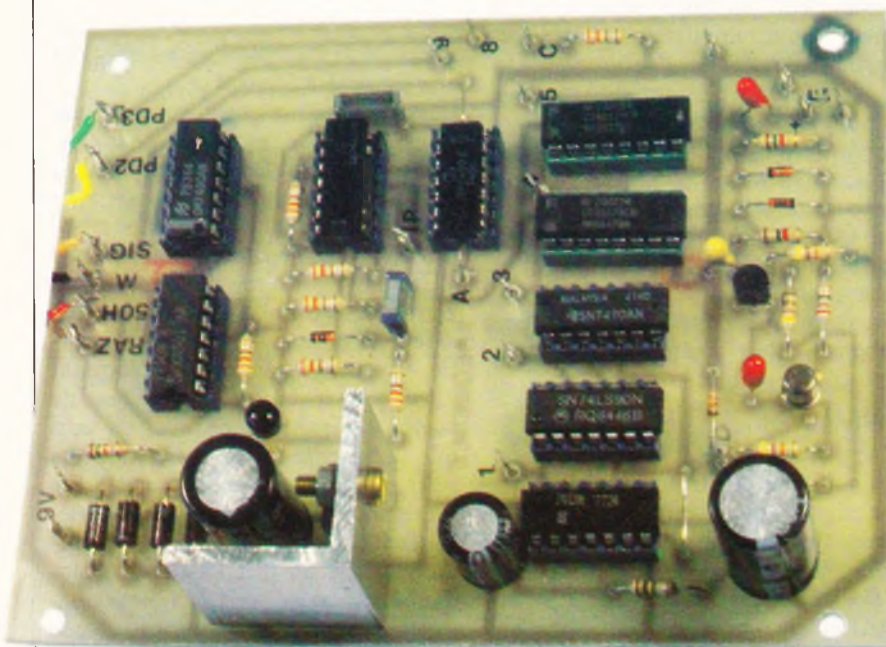
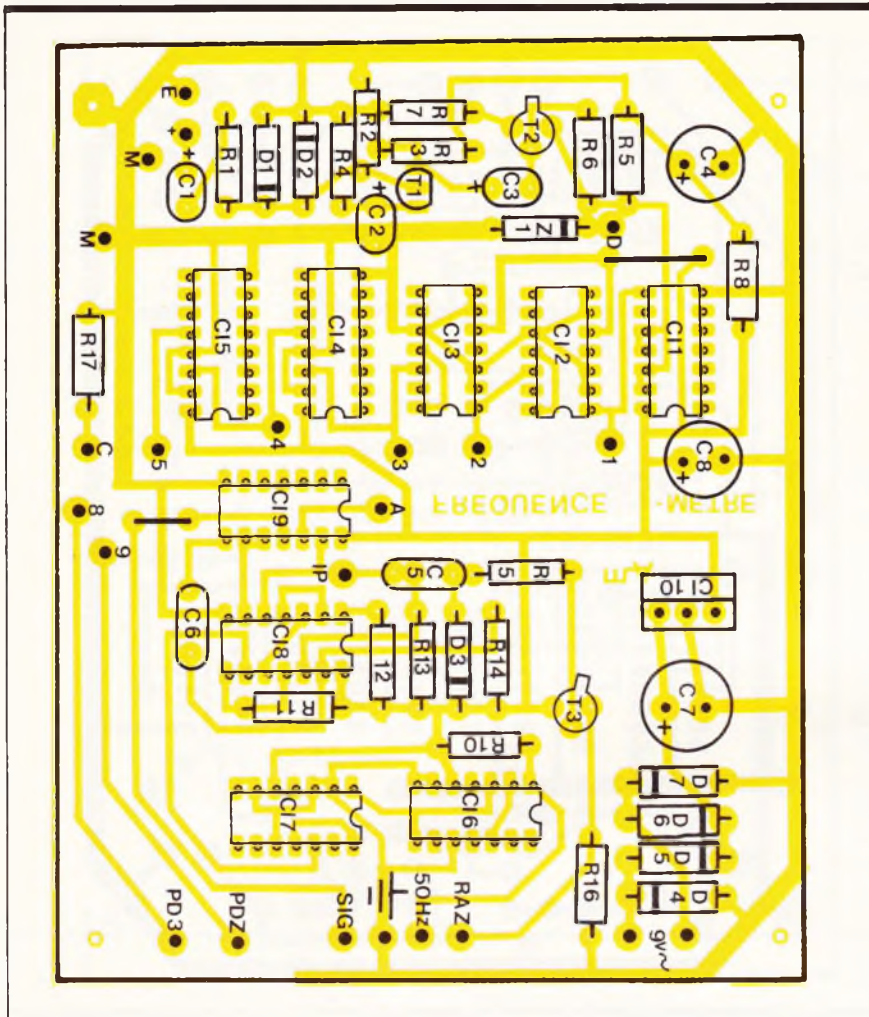


Photo 2. - Aspect de la carte imprimée.

saisi, soudez quand même en toute quiétude, c'est du sûr puisque c'est de l'électronique logique.

L'alimentation est banale, transformateur TR₁, redressement, filtrage primaire, CI régulateur (avec petit radiateur symbolique), et filtrage secondaire par C₈. A noter que pour alimenter le préampli, il a fallu améliorer le filtrage par la cellule constituée par R₈ et C₄.

LE CIRCUIT IMPRIME

(fig. 3)

Le tracé étant assez dense, nous vous recommandons de le reproduire par voie photographique (Posireflex CIF, puis époxy sensibilisé). Après perçage, pensez à légendier d'abord les cosses. Il y a deux straps : près de C₁ et près de C₉. Ne cherchez pas la résistance R₉ car elle est extérieure au circuit (protection sur l'entrée directe).

Tous les CI ont la même orientation : repères à gauche ou en haut quand on a le préampli vers soi. Prenez garde à l'orientation du FET T₁, méplat à gauche.

Pour le radiateur de C₁₀, un petit morceau de cornière aluminium ≈ 25 × 25 sur 25 mm de haut est largement suffisant (à fixer en dernier).

Par précaution, nous avons monté nos CI sur socles, mais ce n'est pas obligatoire.

Vous pouvez ensuite équiper le module du ruban de six fils en nappe (longueur 40 cm), sur les six cosses « RAZ » à « PD3 ». L'autre extrémité sera équipée d'une fiche DIN mâle à sept broches à 45° (voir brochage fig. 5). Le passage de ce ruban « à travers » le coffret pouvant se faire par une échancrure ≈ 10 × 1,5 mm.

LA MISE EN COFFRET

(fig. 4)

Pour d'évidentes questions de blindage, il faut un coffret métallique. Nous avons utilisé le modèle ESM EC 18/07FA. Disons qu'à défaut il faudra une surface interne sur le fond d'au moins 110 × 160 mm sur une hauteur minima de 40 mm (TR₁). Autres modèles possibles : ESM EB 16/05 FA, Teko CH/3 ou BC/3. Toutes les dispositions internes sont permises, pourvu que TR₁ soit à l'opposé du préampli... En cas

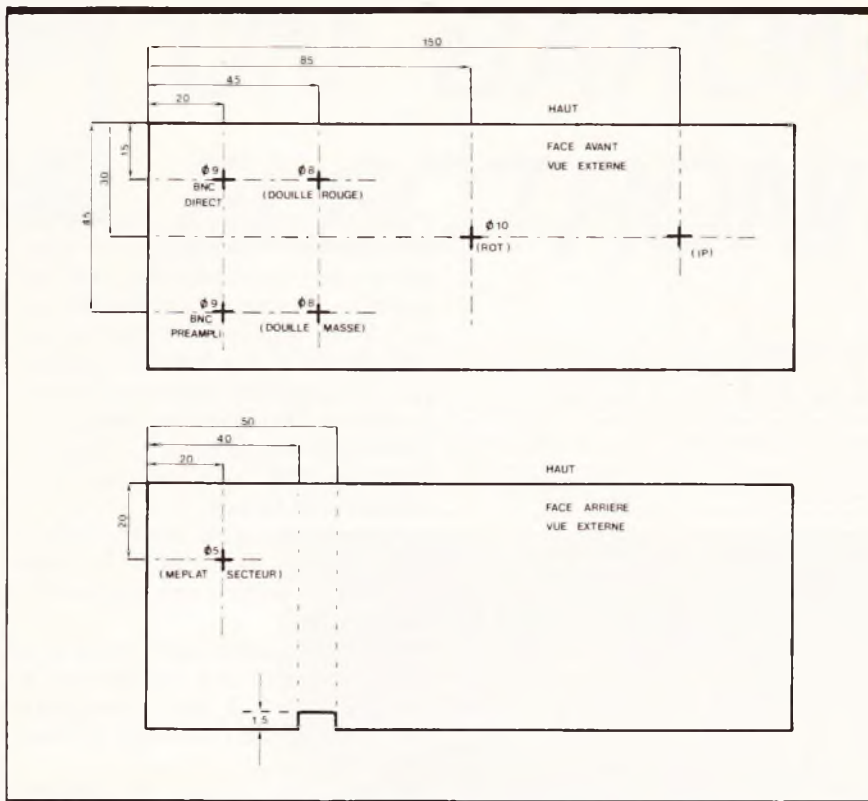


Fig. 4 Plan de perçage des faces avant et arrière du coffret ESM.

de difficultés pour TR_1 , pensez à le fixer sur un flanc.

La face avant reçoit le rotacteur, les socles d'entrées et l'inter-poussoir IP; ce dernier peut aussi être fixé sur le dessus. La sortie du fil en nappe et l'arrivée secteur seront obligatoirement sur la face arrière (à au moins trois centimètres l'un de l'autre).

Le module sera fixé au fond par quatre vis de 3 mm avec entretoises de 5 mm.

LE CABLAGE INTERNE (fig. 5)

Afin d'éviter des étourderies de câblage sur le rotacteur, les cosses de celui-ci et les cosses du module por-

tent le même nom (chiffres ou lettres). Il faudra souder un strap entre les bornes « 8 » et « 11 » de ROT 1 préalablement bloqué à cinq positions (pour cela déplacez la rondelle à ergot située sous l'écrou d'un cran dans le sens anti-horaire).

Les socles d'entrées. Faisons les choses comme il se doit, montez des socles « BNC », car on mesure une fréquence avec un cordon blindé équipé à une extrémité d'une fiche BNC (même cordons que pour les oscilloscopes); il faut du câble blindé faisant au moins 5 mm de diamètre pour des fréquences supérieures à seulement 1 MHz. L'un de ces socles va à l'entrée préampli, l'autre étant relié à l'entrée directe mais, très important, avec la résistance R_9 en série (soudée au socle). En parallèle avec ce dernier socle BNC, nous avons monté un couple de douilles pour fiches banane (voir fig. 5). Toutes les liaisons sont en fils fins isolés. S'il s'agit de fils en nappe, séparez-les, ce afin d'éviter des couplages parasites.

Quelques explications :

- La résistance R_9 (100 Ω) est extérieure au circuit afin d'être plus facilement « modifiable ». C'est la protection indispensable de la zener $Z1$, et si vous êtes certain de ne jamais avoir des pics supérieurs à 9 V, vous pourrez l'abaisser à 56 Ω .

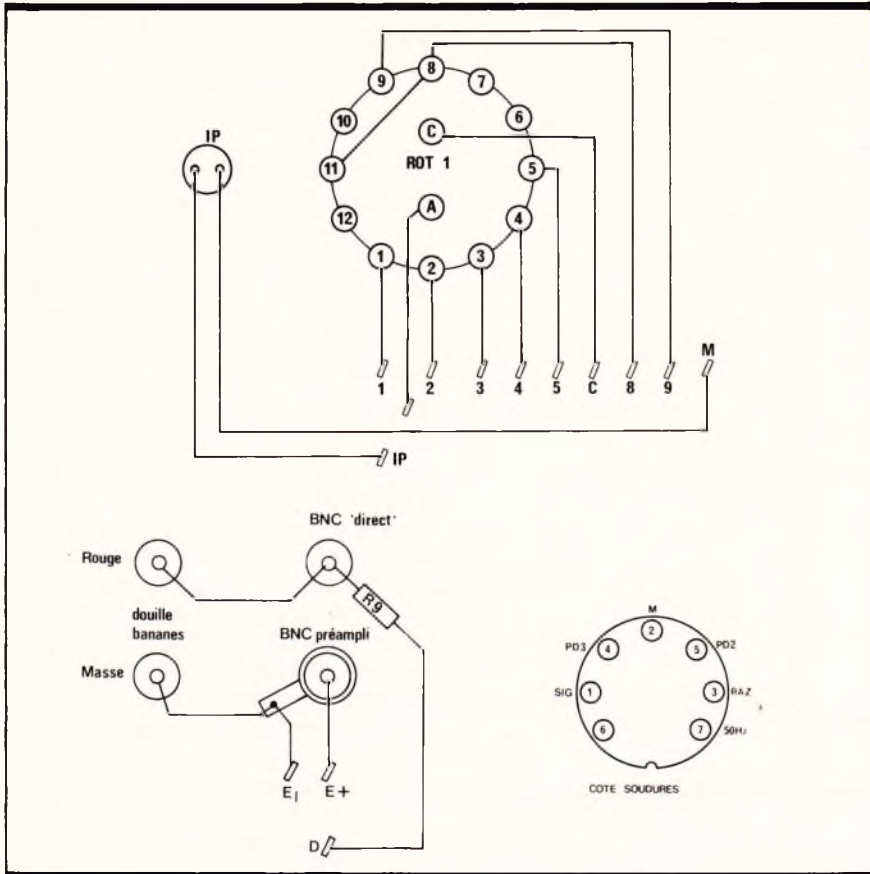
- Une entrée par douilles banane est souvent bien pratique pour une mesure banale avec des fils non blindés. En ce cas, pas question d'entrer par le préampli car ce « fil d'antenne », même de 40 cm, serait suffisant pour que l'appareil affiche un « 50 Hz » ! (Nous l'avons vérifié.)

- Pourquoi est-il inutile de blinder le ruban de six conducteurs allant du module au compteur ? Parce que l'entrée du compteur est en basse impédance, que le signal va de zéro à 4 V et qu'il reste d'une fréquence inférieure à 10 kHz. Donc, les faibles champs captés ne pourront pas être pris en compte par le trigger d'entrée du compteur. De plus, ce ruban ne fait que 40 cm de long. Aucun risque.

Photo 3. - Gros plan sur le dissipateur de IC_{10} .



Fig. 5 Plan de câblage interne de la fiche DIN.



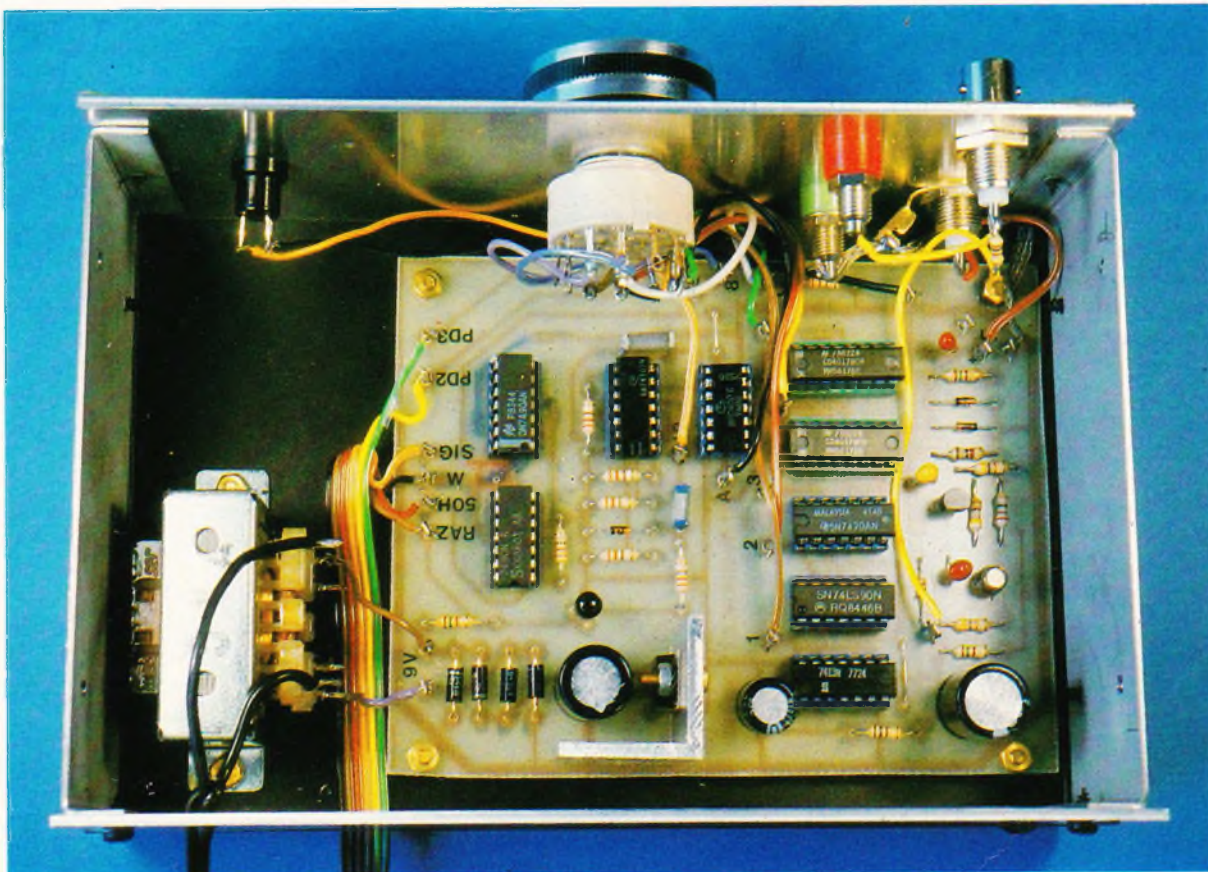
Parlons un peu des liaisons masse : la cosse « E- » du module est équipée d'une tresse métallique (ou un morceau de gros fil électrique), allant à une grosse cosse plate serrée sous l'écrou du socle BNC « préampli » (la façade est donc ainsi mise à la masse). De cette cosse plate nous allons à la douille banane « moins ». Le socle BNC « direct » prend sa masse sur la façade.

Il ne reste plus qu'à câbler l'inter à pousser : un fil allant à la cosse « IP » et un autre à une cosse « M » du module.

Vous remarquerez qu'il reste une cosse de masse non utilisée sur le module : c'est là une prévoyance que nous laissons toujours sur nos prototypes.

Nous n'avons pas jugé très utile de mettre un inter marche-arrêt sur le secteur ; mais si le cœur vous en dit...

Photo 4. - Détails du câblage interne.

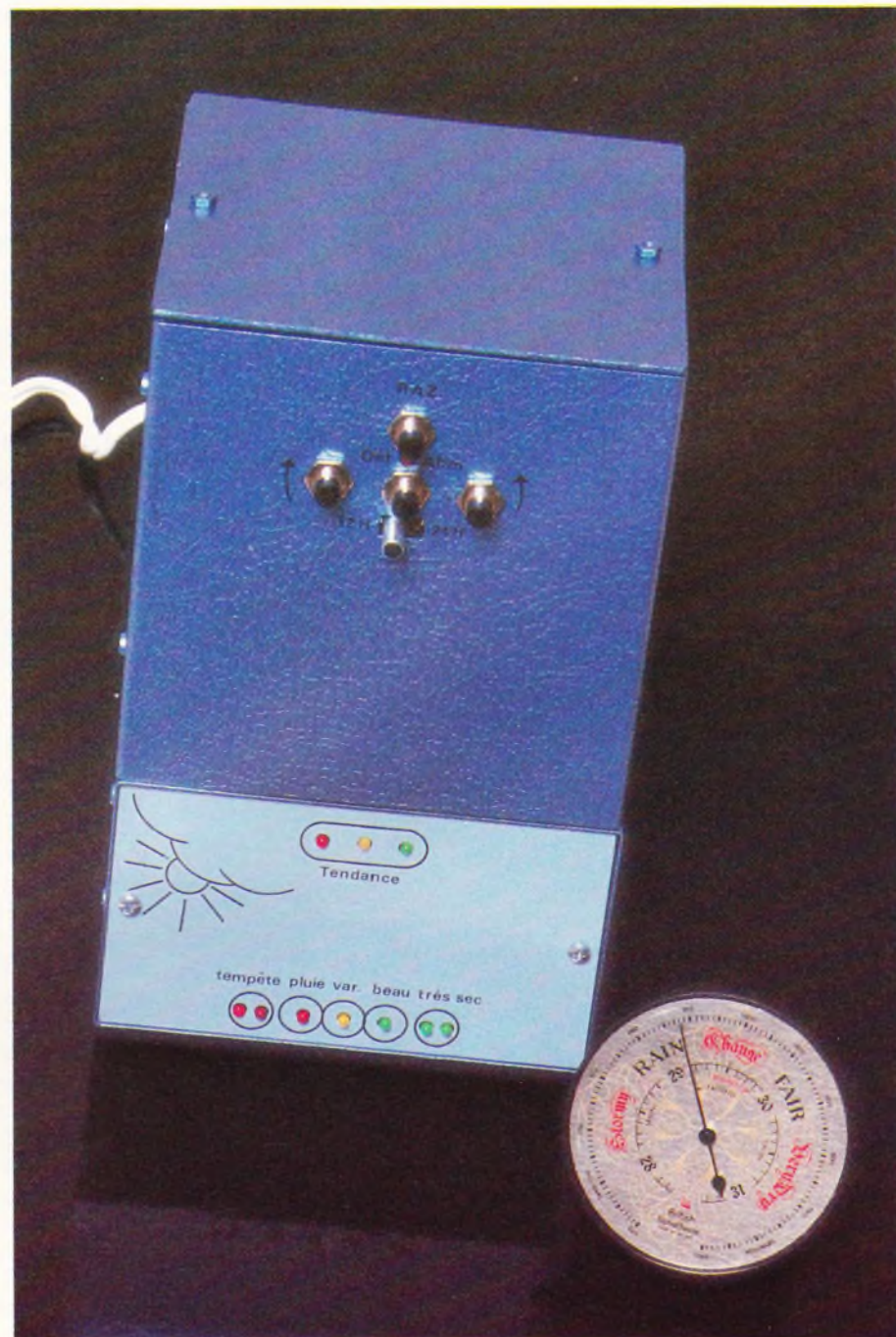


(suite p. 111)



UN BAROMETRE ELECTRONIQUE

La lecture d'un baromètre n'a de véritable valeur que si l'on s'astreint, une ou deux fois par jour, à faire coïncider l'aiguille à déplacement manuel avec celle reliée au dispositif manométrique.



E

n fait, ce qui est important, c'est moins la vision de l'aiguille positionnée sur la plage correspondant à la pluie ou au beau temps (situation que l'on peut constater sans baromètre...) qu'une idée sur la tendance de la variation. Comme dans beaucoup de domaines, la dérivée est plus riche d'enseignement que la valeur absolue elle-même.

Le montage décrit dans le présent article indique en permanence non seulement la portion de la plage barométrique correspondant à un type de temps (tempête, pluie, variable, beau, très sec) mais également la

tendance, par l'intermédiaire de trois LED :

- une de couleur rouge si la pression atmosphérique est en train de chuter,

- une jaune si elle est stable,

- une verte si elle augmente.

De plus, et cela est le plus important à noter, aucune opération extérieure de réglage ou intervention n'est nécessaire : le suivi de l'évolution de la pression s'effectue automatiquement et sans relâche. Si aucune variation ne se produit durant 12 heures (ou 24 heures, suivant position d'un inverseur), le dispositif affiche une tendance stable jusqu'à une prochaine évolution.

I - LE PRINCIPE

a) La pression atmosphérique

La Terre est enveloppée par une couche d'air aux limites peu précises. On conçoit néanmoins que cette atmosphère exerce sur tous les points de la surface du globe une pression considérable. Plusieurs expériences mettent ce fait en évidence.

1° Le verre renversé

Un verre est complètement rempli d'eau : on l'obture hermétiquement à l'aide d'une feuille de papier appliquée sur les bords. Maintenant la feuille appliquée, on retourne le verre et on retire la main. L'eau ne tombe pas : c'est donc qu'une force supérieure à son poids la maintient ainsi.

2° La pipette

Il s'agit d'un tube en verre présentant un renflement ; si on la plonge dans un liquide et qu'on ferme l'extrémité avec le doigt, la pression atmosphérique empêche le liquide de s'écouler quand on retire la pipette.

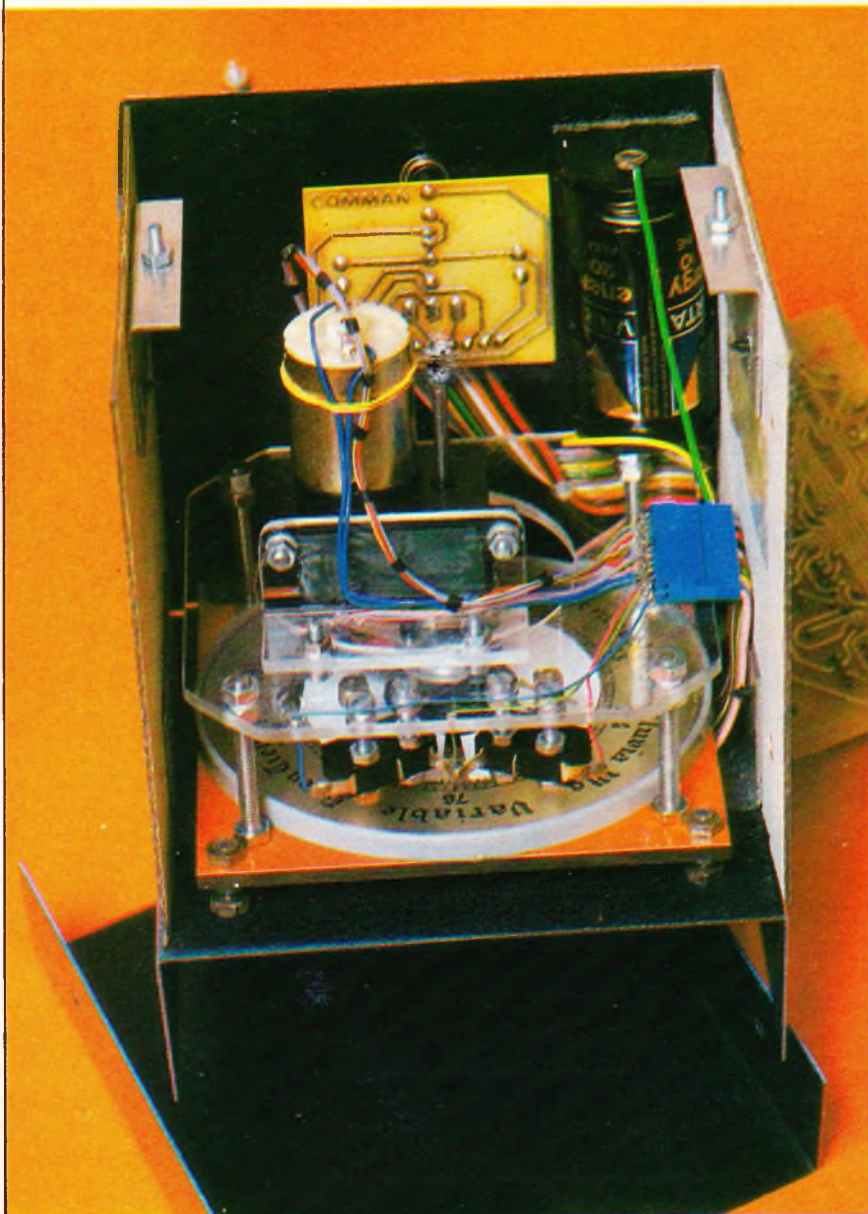
3° La ventouse

C'est la pression atmosphérique qui applique fortement la ventouse sur la peau.

4° Expérience de Torricelli

La notion de pression atmosphérique nous semble actuellement bien naturelle tant les phénomènes qu'elle provoque sont nombreux. On a cependant longtemps ignoré la véritable cause de ceux-ci ; pour ne citer qu'un exemple, on disait que si l'eau s'élevait dans les pompes aspirantes, c'était parce que la « nature avait horreur du vide ». Toutefois, le fait que l'eau ne s'élève qu'à une dizaine de mètres restait inexplicable. C'est pour montrer la cause réelle du phénomène que le savant italien Torricelli fit, en 1644, l'expérience célèbre qui porte son nom.

On prend une cuvette contenant du mercure et un tube en verre de l'ordre d'un mètre de longueur, fermé à une extrémité. On remplit d'abord ce tube de mercure, puis on applique le doigt sur son orifice de manière à le fermer hermétiquement ; on renverse le tube, orifice



Un aperçu du mécanisme poursuiveur d'aiguille.

en bas, sans déranger le doigt obturateur et on plonge l'extrémité ainsi bouchée dans le mercure de la cuvette. Ensuite, on retire le doigt en maintenant le tube plongé. Le mercure descend dans le tube et s'arrête à une certaine hauteur : par exemple, à 76 cm au-dessus du niveau du mercure de la cuvette.

La densité du mercure étant de 13,6, on peut considérer que chaque centimètre carré de surface du tube subit une pression de :

$$13,6 \text{ g/cm}^2 \times 76 \text{ cm}^2 = 1\,033 \text{ g}$$

Dans ce cas, la valeur de la pression atmosphérique est donc de :

$$1,033 \text{ kg/cm}^2 = 1 \text{ atmosphère} \\ \# 1 \text{ kg/cm}^2$$

b) Les baromètres et leurs applications

Ce sont des appareils destinés à mesurer la pression atmosphérique : ils sont de deux types :

- les baromètres à mercure, application directe de l'expérience de Torricelli ;
- les baromètres métalliques, basés sur l'élasticité des métaux et qui constituent en somme des dynamomètres particuliers.

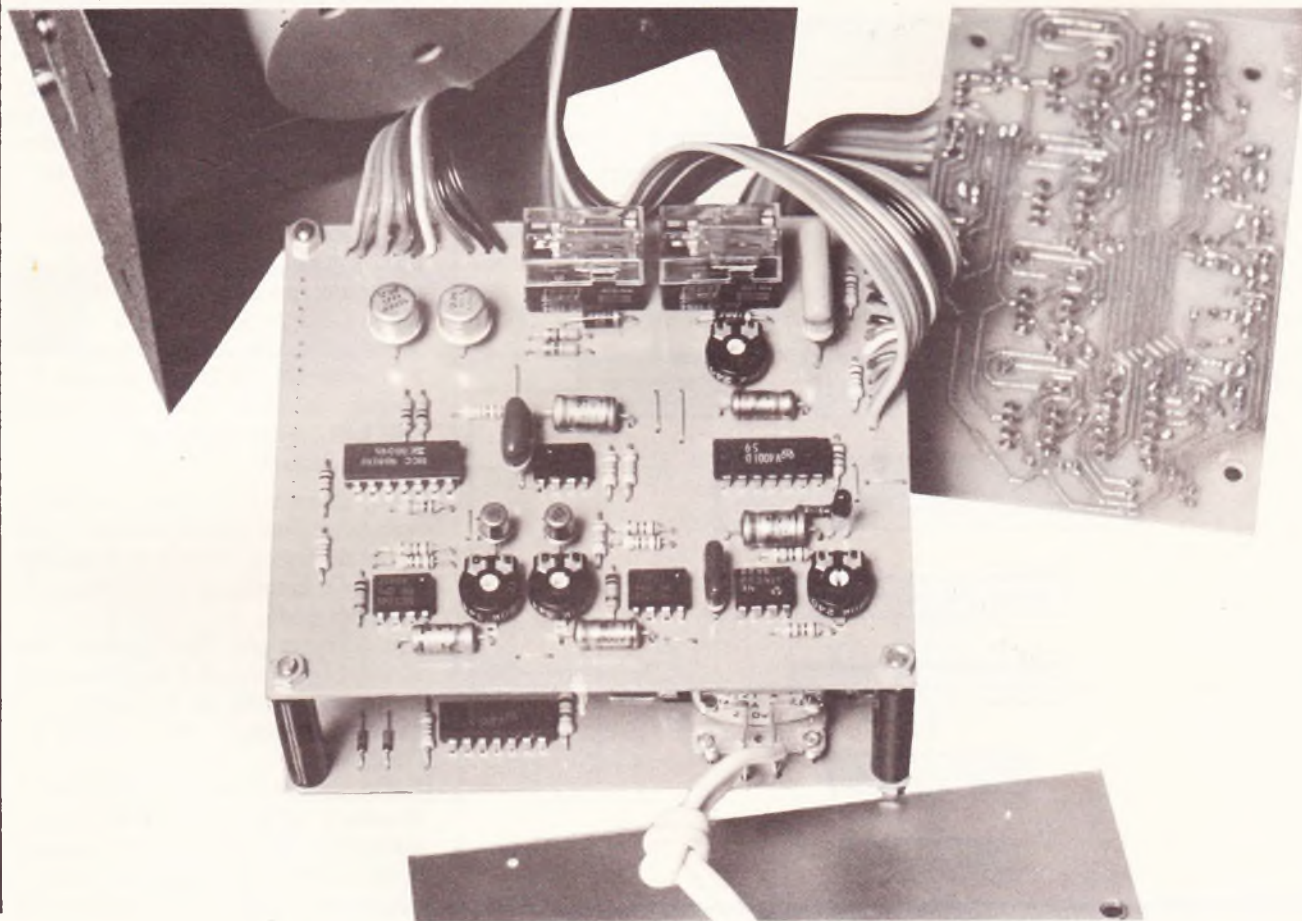
Le plus employé est le baromètre anéroïde, composé essentiellement d'une boîte métallique cylindrique dont le fond est constitué par une lame très mince et plisée circulairement. Cette lame est caractérisée par une très grande élasticité. On fait le vide dans la boîte et on la ferme hermétiquement. Un ressort empêche l'écrasement de la boîte par la pression atmosphérique ; les variations de celle-ci font fléchir la lame élastique qui s'enfonce plus ou moins suivant que la pression est plus ou moins forte. Cet appareil est très sensible. Les mouvements de la lame flexible se transmettent par un système d'engrenages à une aiguille qui les amplifie sur un cadran. Ce baromètre est gradué par comparaison avec un baromètre à mercure ordinaire. En général, la graduation est exprimée en centimètres de mercure et s'étend sur une plage allant de 72 à 80 cm.

Une aiguille destinée à être manœuvrée manuellement complète ce dispositif. Cette aiguille permet d'observer le sens de variation de la pression atmosphérique par comparaison à une situation précédente.

Une première application des baromètres est la mesure des altitudes, et les appareils mis en œuvre sont connus sous le nom d'altimètres. La mesure précise d'une altitude est d'ailleurs chose complexe, car on doit tenir compte de nombreux facteurs, notamment de la température. Pour des hauteurs inférieures à 500 mètres, on peut admettre que la pression atmosphérique diminue de 1 mm pour une ascension de 10,50 m. Une autre application importante est la prévision du temps à courte échéance ; on a remarqué, en effet, qu'une série de hautes pressions amène souvent le beau temps, tandis qu'une série de basses pressions amène la pluie ou le vent.

L'office central météorologique établit ainsi deux fois par jour la carte des pressions « réduites au niveau de la mer », c'est-à-dire corrigées de l'influence de l'altitude en différents endroits du territoire et des autres pays. Les points de même pression sont joints par des lignes appelées « isobares ». Ces cartes permettent, entre autres, de connaître la direction des vents, dont la connaissance est un des éléments

Un aperçu du module supérieur de commande du moteur et des circuits de puissance.



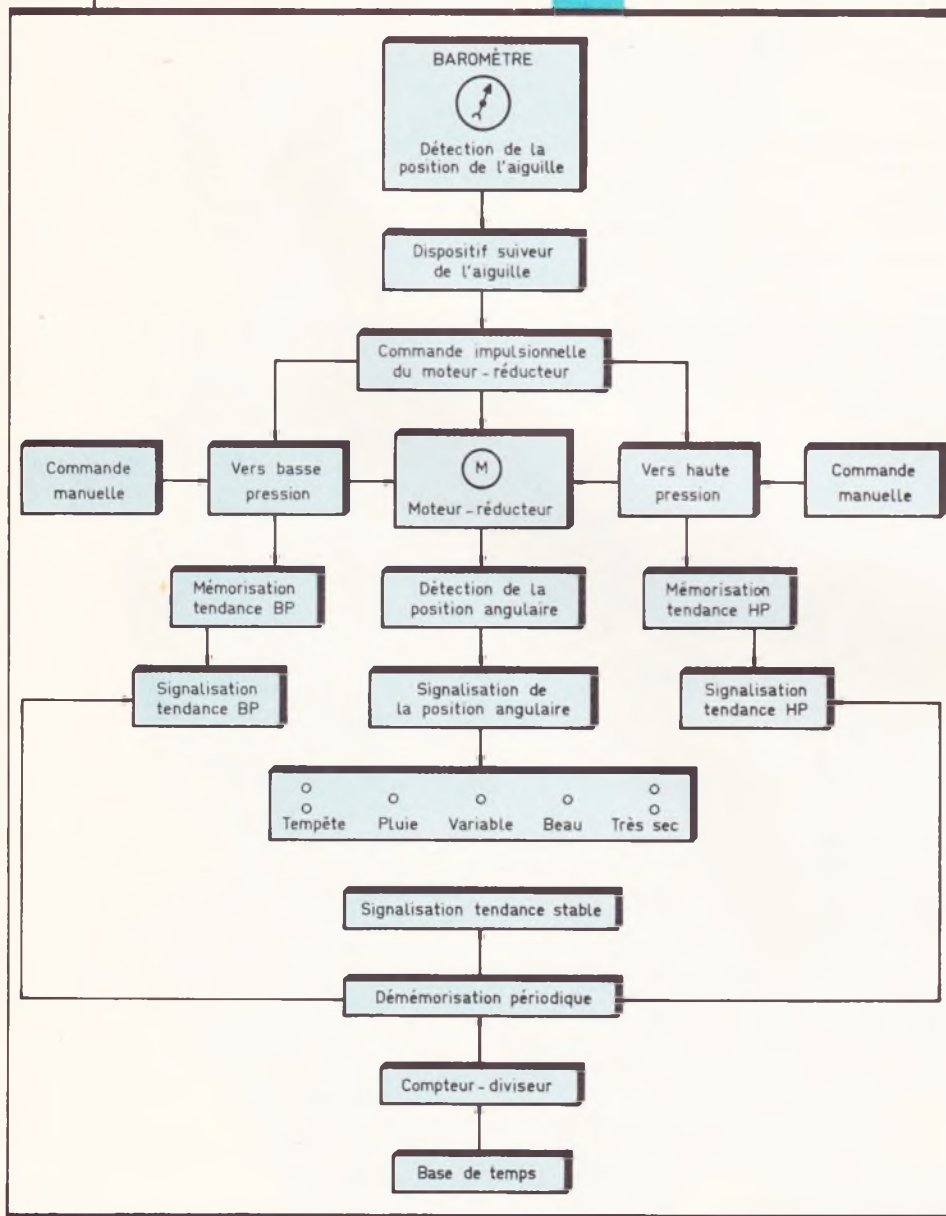
indispensables à une prévision sérieuse. C'est ainsi qu'en France, les vents du Nord et de l'Est, accompagnés de hautes pressions, annoncent en général de beaux jours, tandis qu'une lente baisse barométrique, accompagnée de vents d'Ouest ou du Sud, laisse présager la pluie à plus ou moins brève échéance.

c) Adaptation électronique

Alors qu'il est relativement simple de transposer la notion de température en variation d'une grandeur électrique comme la résistance en faisant appel à des composants tels que les « CTN », il paraît difficile de réaliser une appréciation électronique similaire dans le cas de la mesure d'une pression. En effet, une telle grandeur est surtout mise en

évidence par des phénomènes d'origine mécanique ; on peut, bien entendu, penser à l'utilisation de jauges de contrainte qui transposent directement des contraintes d'ordre mécanique en variations de résistance électrique, mais le recours à de telles techniques n'est guère à la portée de l'amateur. Aussi, dans la présente réalisation, nous prendrons comme élément de base un baromètre métallique, que chacun trouvera facilement. En effet, ces appareils équipent souvent toutes sortes d'objets souvenirs en bois ramenés de tel ou tel endroit de vacances à la mer ou à la montagne...

Fig. 1 Synoptique complet de la station météo.



Le dispositif déterminant du montage sera constitué par un moteur électrique et un système réducteur de vitesse approprié dont l'arbre de sortie entraîne un mini-circuit imprimé sur lequel sont montés deux couples optoélectroniques (diodes infrarouges et phototransistors). Ces couples encadrent une surface non réfléchissante (ruban adhésif noir) sous la forme d'un petit rectangle collé sur l'aiguille du baromètre. L'ensemble se trouve en équilibre électronique lorsque l'aiguille est positionnée entre les deux couples optoélectroniques. Dans cette situation, les deux phototransistors reçoivent en effet une égale quantité de rayonnement infrarouge, par réflexion. Si l'aiguille dévie à gauche ou à droite, le déséquilibre est aussitôt détecté, et le moteur se met en action pour que le dispositif suiveur d'aiguille rejoigne à nouveau l'aiguille du baromètre. Grâce à cette technique basée sur l'emploi du rayonnement infrarouge, aucune liaison mécanique ne vient entraver ou gêner l'évolution de l'aiguille barométrique.

Lorsque l'aiguille dévie par exemple vers la baisse de pression, indépendamment de la mise en route du moteur suiveur, l'information de commande est mémorisée et se traduit par l'allumage d'une LED rouge. Cette LED rouge ne peut s'éteindre que si l'un ou l'autre des deux phénomènes suivants se produit :

- l'aiguille a dévié entre-temps vers une hausse de pression ; la LED rouge s'éteint et on note l'allumage d'une LED verte ;
- l'aiguille n'a pas dévié pendant 12 heures (ou 24 heures suivant réglage) ; la LED rouge s'éteint et une LED jaune (stabilité de la tendance) s'allume.

Bien entendu, le même raisonnement s'appliquerait si on était parti d'une déviation initiale de l'aiguille vers une hausse de la pression atmosphérique.

Par ce biais, on constate donc que le montage indique à tout moment la tendance de la variation : en hausse, en baisse, ou stabilité de l'évolution.

Enfin, l'arbre de sortie entraînant le dispositif suiveur entraîne également en rotation un potentiomètre dont la valeur de la résistance électrique est directement fonction de

la position angulaire de l'aiguille barométrique. Cette valeur est prise en compte par un système de comparaison de potentiels et permet, après traitement, d'afficher par LED le type de temps sous la forme suivante :

- $p < 73,5$ cm : tempête : allumage de 2 LED rouges
- $73,5 < p < 75$: pluie : allumage d'une LED rouge
- $75 < p < 76,5$: variable : allumage d'une LED jaune
- $76,5 < p < 78,5$: beau : allumage d'une LED verte
- $p > 78,5$: très sec : allumage de 2 LED vertes.

La figure 1 reprend le synoptique de fonctionnement de l'ensemble.

II - LE FONCTIONNEMENT ELECTRONIQUE

a) Alimentation (fig. 2)

Compte tenu de la mise en œuvre de « LED » de signalisation d'une part et de diodes infrarouges d'autre part, composants relativement gourmands au niveau de la consommation, il ne saurait être question d'alimenter l'ensemble à partir de piles. Mieux vaut donc le recours au secteur, d'autant plus que le dispositif est destiné à être installé à poste fixe. Un transformateur abaisse donc dans un premier temps la tension secteur à une valeur davantage utilisable, à savoir 12 V,

tension alternative aussitôt redressée par un classique pont de Wheastone. Une capacité C_2 assure un premier filtrage de cette tension redressée. C'est à partir de ce niveau que le montage diffère quelque peu du schéma classique d'une alimentation. En effet, il est important de prévoir un palliatif aux éventuelles coupures de courant.

Une telle précaution s'impose surtout au moment où la coupure du secteur cesse ; à ce moment, et si la coupure a duré un certain temps, l'aiguille du baromètre risque d'avoir dévié d'un angle important par rapport à sa dernière position contrôlée, en cas de chargement sensible et important de temps.

Cette déviation peut se caractériser par une valeur telle que l'adhésif noir servant de repère se trouve en dehors du champ des deux couples optoélectroniques du dispositif suiveur. Ce dernier enregistre dans ce cas une fausse position d'équilibre. Pour contourner cette situation, après une réapparition du courant secteur, l'alimentation reste hors service et une LED rouge de signalisation indique la reprise du secteur. En appuyant sur un bouton-poussoir de déverrouillage, l'alimentation se met en route et la LED rouge s'éteint. A ce moment, il suffit de contrôler visuellement si le dispositif suiveur est en bonne position ; si tel n'est pas le cas, et à l'aide de deux boutons-poussoirs, on ajuste manuellement le dispositif suiveur et l'aiguille barométrique, ainsi que nous le verrons ultérieurement. Donc, au moment de la mise sous tension de l'ensemble, une ten-

sion filtrée de l'ordre de 15 V se trouve disponible sur le collecteur du transistor T_1 . Par l'intermédiaire de R_3 , la LED L_1 s'allume, et par R_2 , le transistor T_2 se sature. Il en résulte un potentiel nul au niveau de son collecteur. La base de T_1 , maintenue à un potentiel nul, bloque la conduction de ce transistor : aucune tension ne se trouve donc disponible sur son émetteur. En conséquence, le transistor T_3 est également en position de blocage, condition indispensable pour assurer la saturation de T_2 .

En appuyant sur BP1, ou bloque provisoirement la conduction de T_2 ; aussitôt, on enregistre un potentiel de l'ordre de 10 V sur la base de T_1 , valeur fixée par la diode Zéner Z. Il en résulte la conduction de ce transistor : en particulier, une tension régulée à environ 9,5 V se trouve disponible sur l'émetteur. Cette tension est filtrée par C_3 et C_4 . Par la même occasion, T_3 se sature : son potentiel-collecteur devient nul. La LED L_1 s'éteint, et même lorsque l'on relâche BP1, T_2 reste bloqué : l'alimentation est déverrouillée.

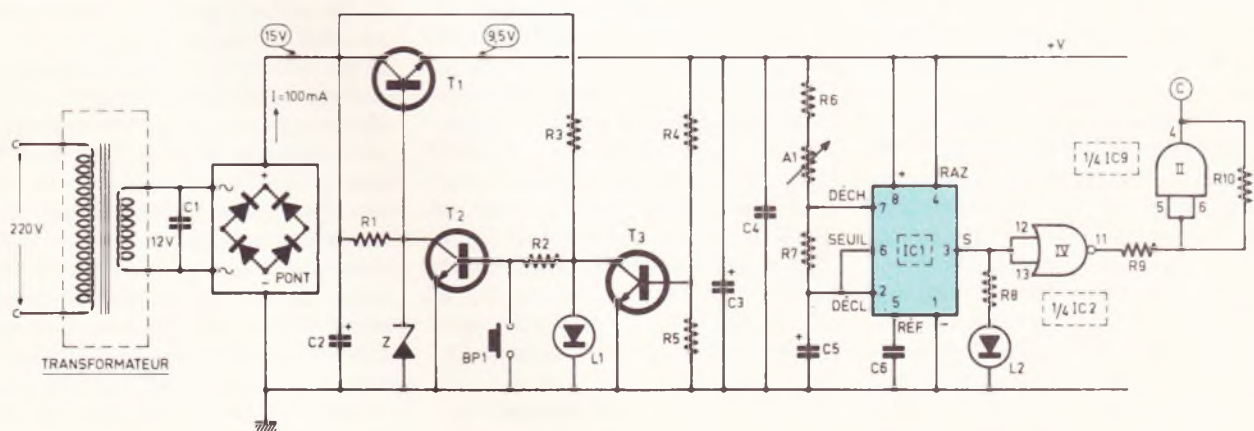
Au niveau de la consommation, à la sortie du pont, on note un courant de l'ordre de 100 mA ; la puissance absorbée se situe donc aux alentours de 1,5 à 2 W, ce qui ne va certainement pas alourdir de beaucoup la note d'électricité...

b) Base de temps (fig. 2 et 5)

Afin de déceler la tendance stable de l'aiguille barométrique, il est nécessaire de disposer d'une temporisation dont le départ se situe au

Fig. 2

Schéma de principe des sections alimentation et base de temps.



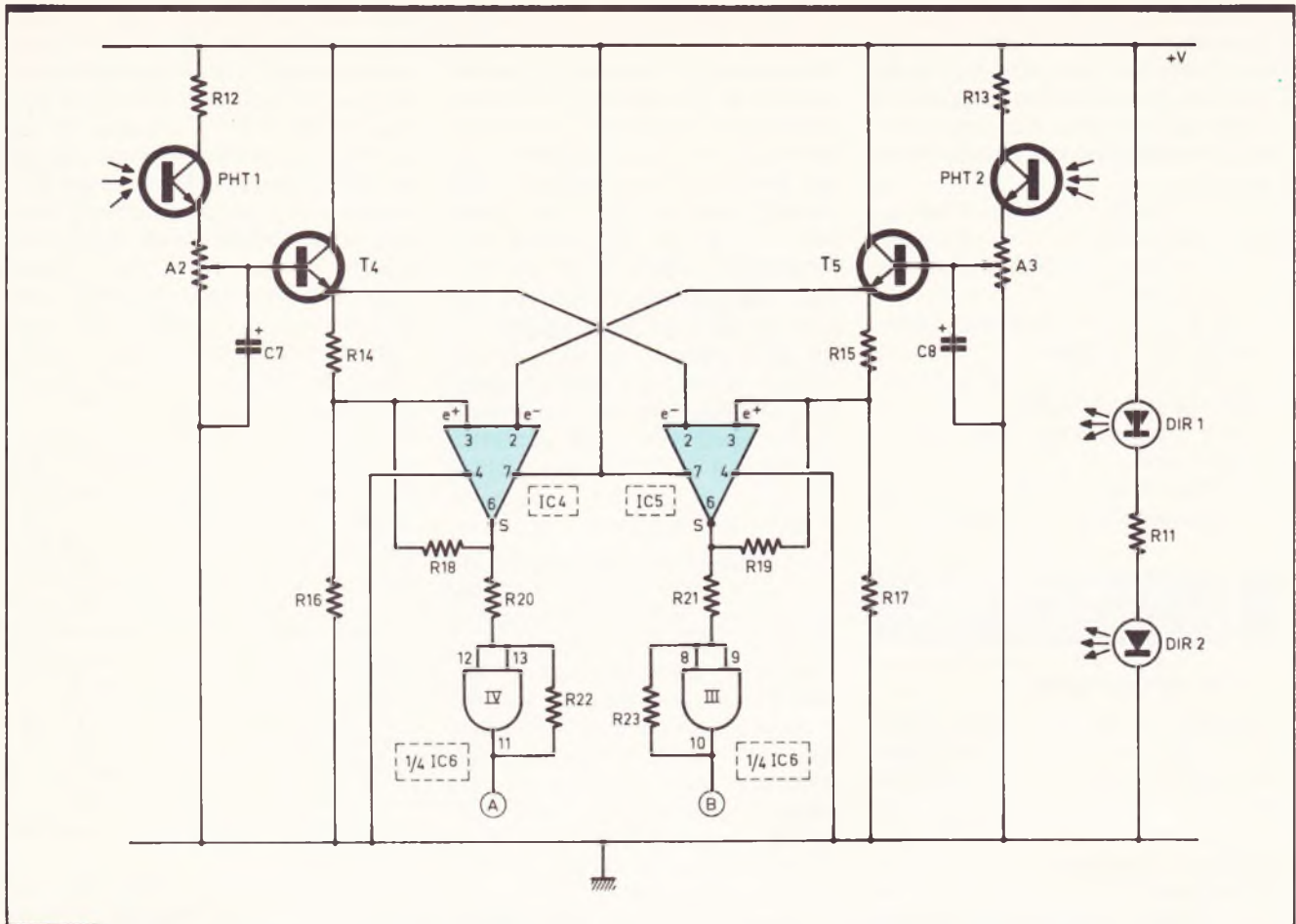


Fig. 3 Dispositif suiveur de l'aiguille du baromètre.

moment de la dernière correction effectuée par le dispositif suiveur. Il s'agit d'une durée relativement importante pouvant aller jusqu'à 24 heures ; pour obtenir une telle valeur, la méthode utilisée ici consiste, à partir d'une oscillation de fréquence facilement contrôlable, à procéder par divisions successives par deux, de manière à aboutir à une période très importante. La base de temps est donc constituée par un très classique « 555 » que nos lecteurs connaissent bien et dont la figure 8 rappelle le fonctionnement. A la sortie de ce composant, on peut ainsi observer des créneaux dont la période est réglable par l'action sur le curseur de l'ajustable A1 ; nous verrons plus loin quelle valeur il convient de donner à cette période. Une LED de signalisation L₂ permet de mener à bien ce réglage. La porte NOR IV de IC₂ inverse ces créneaux et une porte AND II de IC₉, montée en trigger de Schmitt, leur confère des

fronts montants et descendants bien verticaux. Ces signaux sont acheminés sur un circuit intégré bien pratique : le CD 4020. Il s'agit d'une suite de bascules bistables (14 très exactement). Ces bascules changent d'état au rythme des fronts descendants des signaux d'entrée. Ainsi, si la période du signal appliquée sur l'entrée « Horloge » a une valeur t_H, la période des créneaux disponibles sur la sortie Q₁ sera de 2 t_H. Sur Q₂, on enregistrera 4 t_H, soit 2² t_H, et donc sur Q_n, 2ⁿ t_H. En particulier, sur Q₁₄, cette période sera de 2¹⁴ t_H, soit 16 384 × t_H...

Nous verrons dans un prochain paragraphe que l'on détecte l'apparition d'un état haut sur les sorties Q₁₃ ou Q₁₄, ce qui correspond en fait à la demi-période du signal disponible sur ces sorties (voir fig. 8.) Ainsi, comme il est nécessaire d'obtenir une temporisation de 24 heures sur Q₁₄, la période du signal délivré par IC₁ devra être égale à :

$$\frac{24 * 3600}{2^{13}} \approx 10,55 \text{ secondes}$$

C'est à cette valeur qu'il convient de régler le « 555 » en agissant sur

A1. On obtient ainsi un état haut sur Q₁₃ au bout de 12 heures et sur Q₁₄ au bout de 24 heures. Notons enfin qu'une impulsion positive sur l'entrée « RESET » a pour effet la remise à zéro de l'ensemble des bascules du compteur-diviseur.

c) Dispositif opto-électronique suiveur d'aiguille (fig. 3)

Comme nous l'avons déjà indiqué, il s'agit de deux couples comportant chacun un phototransistor et une diode infrarouge. Un phototransistor donné reçoit de la part de la diode infrarouge correspondante un certain rayonnement réfléchi. Il en résulte, au niveau de son émetteur, un potentiel voisin de 8 ou de 9 V. Les circuits émetteurs de ces photo-transistors comportent chacun un ajustable (A₂ et A₃). Il est donc possible, en déplaçant les curseurs de ces ajustables, d'obtenir une fraction plus ou moins importante du potentiel délivré. Des transistors T₄ et T₅ montés en collecteur commun, donc en suiveurs de tension et en amplificateurs d'intensité, délivrent au niveau de leur émetteur la réplique exacte du po-

tentiel disponible sur le curseur de l'ajustable concerné à V_{BE} près, c'est-à-dire avec environ un demi-volt de moins. Les capacités C_7 et C_8 s'opposent à toute variation brutale et rapide du potentiel et assurent, de ce fait, une régulation et une certaine stabilité au montage. On remarquera que les diodes infrarouges DIR_1 et DIR_2 sont montées en série et ont leur courant d'alimentation limité par R_{11} à environ 15 mA. Sur l'aiguille barométrique a donc été collé un petit rectangle de ruban adhésif noir d'environ 15 mm x 7 mm. Comme la distance entre les deux couples optoélectroniques est de l'ordre de 9 mm, les phototransistors en position d'équilibre, c'est-à-dire disposés de part et d'autre du rectangle non réfléchissant, reçoivent, par l'intermédiaire de la plage du cadran du baromètre sur laquelle une couronne circulaire de britol blanc a été collée, une valeur d'intensité de rayonnement réfléchi en provenance de la diode infrarouge correspondante. Compte tenu de la position d'équilibre de l'ensemble, les potentiels disponibles sur les émetteurs de T_4 et de T_5 sont égaux. Une différence éventuelle de l'un de ces potentiels par rapport à l'autre peut être supprimée grâce à la possibilité de réglage assurée par les ajustables A_2 et A_3 . Cette valeur de réglage a été fixée à 6 V.

d) Comparaison des tensions issues du dispositif optoélectronique (fig. 3)

Chaque émetteur des transistors T_4 et T_5 est relié au « moins » de l'alimentation par une série de deux résistances : R_{14} et R_{16} d'une part, R_{15} et R_{17} d'autre part. L'émetteur de T_4 est relié à l'entrée inverseuse d'un circuit amplificateur bien connu puisqu'il s'agit d'un « 741 », noté ici IC_5 , tandis que l'émetteur de T_5 est relié à l'entrée inverseuse de IC_4 . Le point commun du pont de résistance correspondant à T_4 est relié à l'entrée directe de IC_4 , tandis que celui issu du pont se rapportant à T_5 rejoint l'entrée directe de IC_5 . Il y a donc croisement des liaisons transistors-circuits amplificateurs. En position d'équilibre, on enregistre donc les potentiels suivants : $R_{14} = R_{15} = 1,5 \text{ k}\Omega$; $R_{16} = R_{17} = 10 \text{ k}\Omega$.

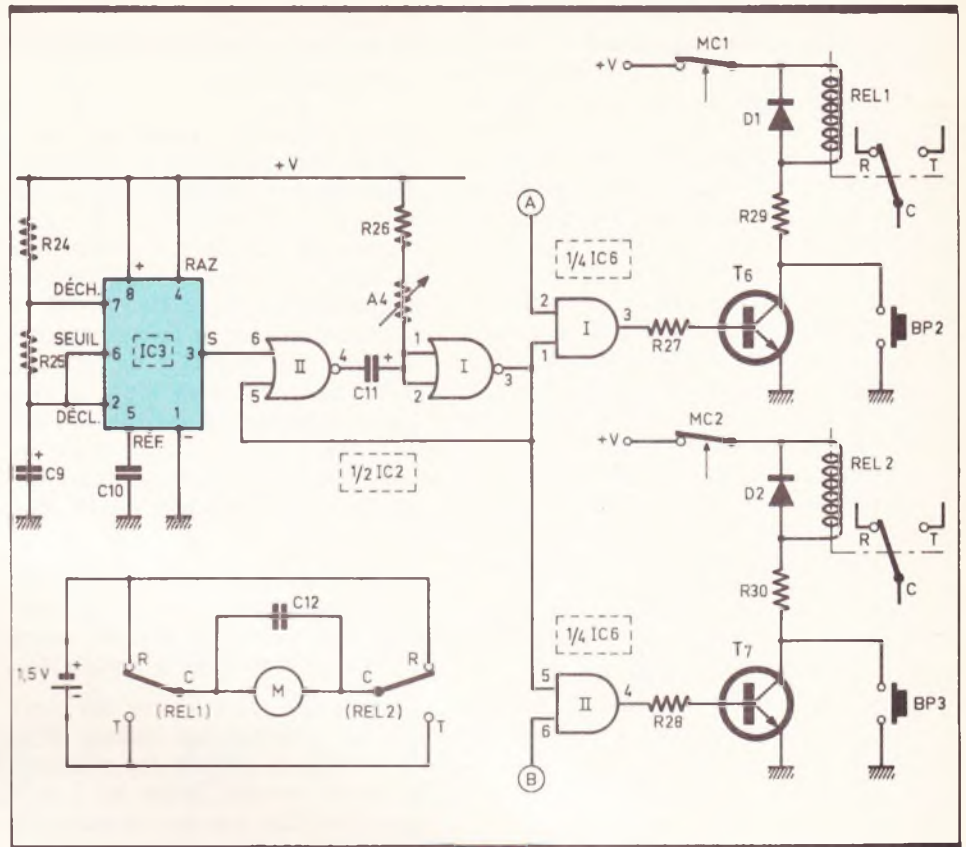


Fig.4 Commande du moteur et circuit de puissance.

– entrées inverseuses de IC_4 et IC_5 : $u_i = 6 \text{ V}$

– entrées directes :

$$u_d = \frac{R_{16}}{R_{16} + R_{14}} \times 6 \text{ V} \approx 5,2 \text{ V}$$

Pour les deux amplificateurs opérationnels, nous nous trouvons donc dans la situation où le potentiel présenté sur l'entrée inverseuse est supérieur à celui de l'entrée directe : on observe donc un potentiel bas à la sortie (voir fig. 8 : fonctionnement du « 741 » monté en comparateur de tension).

Imaginons une déviation de l'aiguille barométrique vers le couple PHT_1/DIR_1 . Aussitôt, le phototransistor PHT_1 recevra un rayonnement réfléchi, diminué par l'entrée progressive dans son champ de contrôle du rectangle noir non réfléchissant. Il en résulte une diminution du potentiel de son émetteur, et donc également sur l'émetteur de T_4 . Lorsque ce potentiel atteint une valeur inférieure à 5,2 V, la valeur du potentiel présente sur l'entrée inverseuse de IC_5 devient inférieure à celle relevée sur l'entrée directe (qui reste de 5,2 V). En conséquence, la sortie de IC_5 passe brutalement à un potentiel haut. On notera que rien ne se passe pour IC_4 , qui, bien au

contraire, voit encore davantage se creuser la différence de potentiel entre les entrées au profit de l'entrée inverseuse.

Bien entendu, le même raisonnement s'applique au cas où l'aiguille barométrique tend vers la zone contrôlée par le couple PHT_2/DIR_2 ; dans ce cas, on verrait apparaître un potentiel haut sur la sortie de IC_4 . Les résistances R_{18} et R_{19} introduisent, lors du basculement des comparateurs, une réaction positive qui stabilise le fonctionnement de l'ensemble. Ainsi, lorsque IC_5 a par exemple passé à un potentiel de sortie haut, par l'intermédiaire de R_{19} (qui a une grande valeur par rapport à R_{15}/R_{17}), il y a apport supplémentaire de potentiel sur l'entrée directe, ce qui accentue encore la stabilité du basculement qui vient de se produire. De même, lorsque la sortie repasse de nouveau à un état bas, c'est-à-dire quand le dispositif suiveur a rejoint une nouvelle position d'équilibre, le basculement est encore stabilisé par la disparition brutale du potentiel d'apport acheminé par R_{19} qui, de ce fait, dimi-

nue encore la valeur de celui présenté sur l'entrée directe.

On notera que la sortie d'un « 741 » ne présente pas sur sa sortie un état bas caractérisé par un potentiel nul ; en effet, ce dernier est de l'ordre de 2 V. De même pour son état haut, la valeur du potentiel n'est pas celle de l'alimentation, c'est-à-dire 9,5 V dans notre cas, mais environ 7,5 V seulement. Afin de « logifier » ces états, il a été nécessaire d'adjoindre à IC₄ et IC₅ deux triggers de Schmitt constitués par les portes AND III et IV de IC₆. Ainsi, à la sortie de ces portes logiques, on enregistre de véritables états hauts et bas suivant le principe suivant :

- hausse de la pression atmosphérique : état haut sur la sortie de la porte IV de IC₆ (point A) ;
- baisse de la pression atmosphérique : état haut sur la sortie de la porte II de IC₆ (point B) ;
- dispositif suiveur en position d'équilibre : points A et B sur état bas.

e) Base de temps de la commande impulsionnelle du moteur (fig. 4)

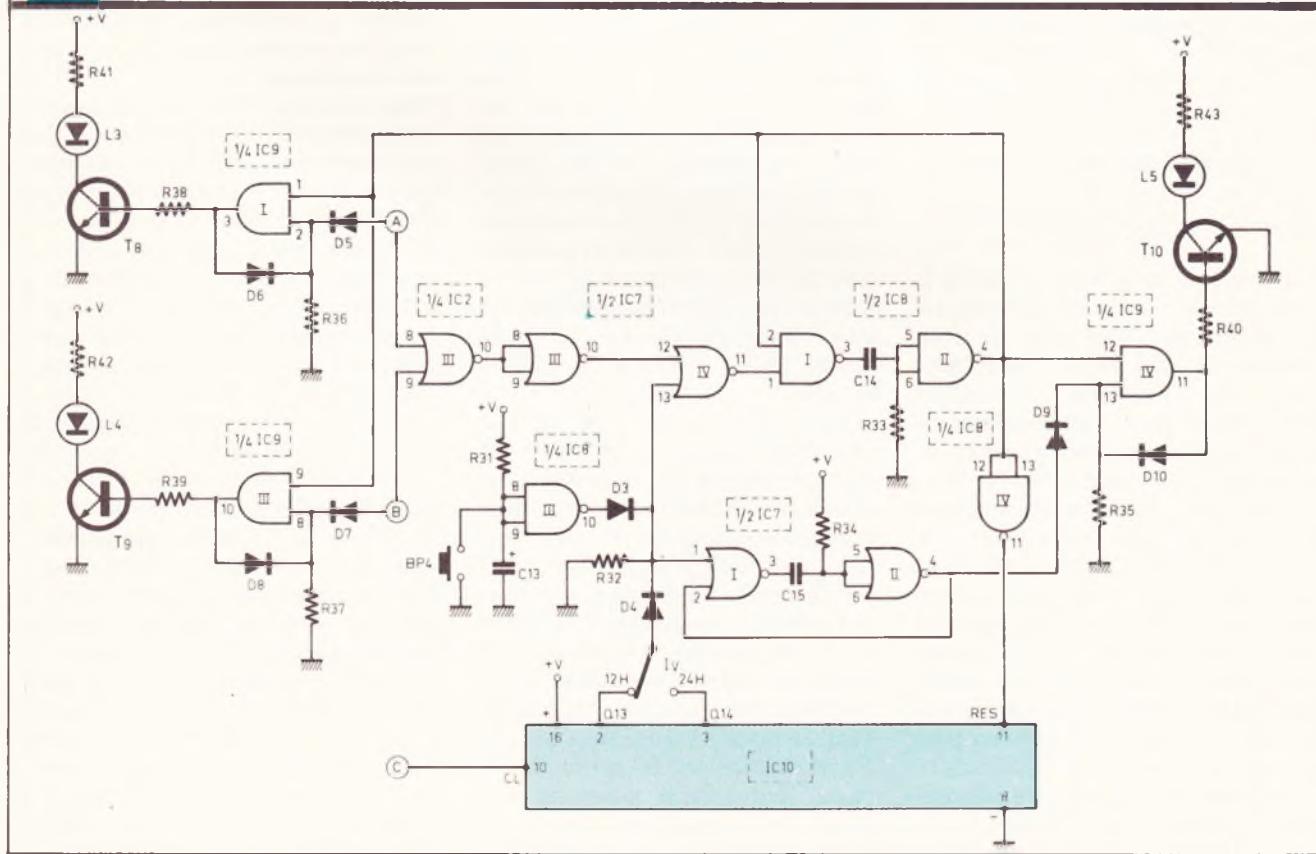
Afin d'éliminer les problèmes liés à l'inertie des pièces en mouvement, notamment le pignon de sortie du moteur, il est nécessaire de faire tourner ce dernier par petites impulsions successives. Ainsi, lorsque le dispositif suiveur a été sollicité et se trouve en face de l'aiguille barométrique, au voisinage de sa position d'équilibre, il n'y a pas de risque de dépassement de celle-ci avec obligation d'un déplacement en sens inverse, ce qui fausserait totalement les indications de la tendance.

La base de temps nécessaire à cette commande impulsionnelle du moteur est constituée par un autre « 555 » contenu dans le boîtier IC₃.

Compte tenu de la valeur des composants périphériques utilisés (R₂₄, R₂₅ et C₉), la période des créneaux de sortie est de l'ordre de 1 à 2 secondes. Ces signaux permanents sont acheminés sur l'entrée d'une bascule monostable constituée par les portes NOR I et II de IC₂. Dans sa position de repos, la sortie 3 de la bascule est à l'état bas. La sortie 4

ainsi que les entrées réunies 1 et 2 de la porte I sont à l'état haut : la capacité C₁₁ est donc totalement déchargée. Dès que l'entrée 6 de la bascule est soumise à un état haut, la sortie 4 passe à un état bas. La capacité C₁₁ se comporte dans un premier temps comme un court-circuit, si bien que les entrées 1 et 2 passent également à l'état bas. La sortie 3 de la bascule présente donc un état haut. Dès que le potentiel de l'armature positive de C₁₁ passe à une valeur de charge environ égale à la demi-tension d'alimentation, la porte I bascule : sa sortie passe à l'état bas, ce qui ne change rien quant à la sortie de la porte II tant qu'il subsiste un état haut sur l'entrée 6. Dès que cette dernière passe à l'état bas, la sortie de la porte II passe à son état haut de repos : C₁₁ se décharge et l'ensemble est prêt pour une nouvelle sollicitation. En définitive, on enregistre à la sortie de la bascule monostable et à une fréquence fixée par IC₃ des impulsions positives brèves dont la durée dépend de R₂₆, A₄ et C₁₁. Grâce à la présence de l'ajustable A₄, on peut régler la durée de ces impulsions. En position médiane, cette dernière est de quelques dixièmes de seconde.

Fig. 5 Diverses mémorisations et signalisation de tendances.



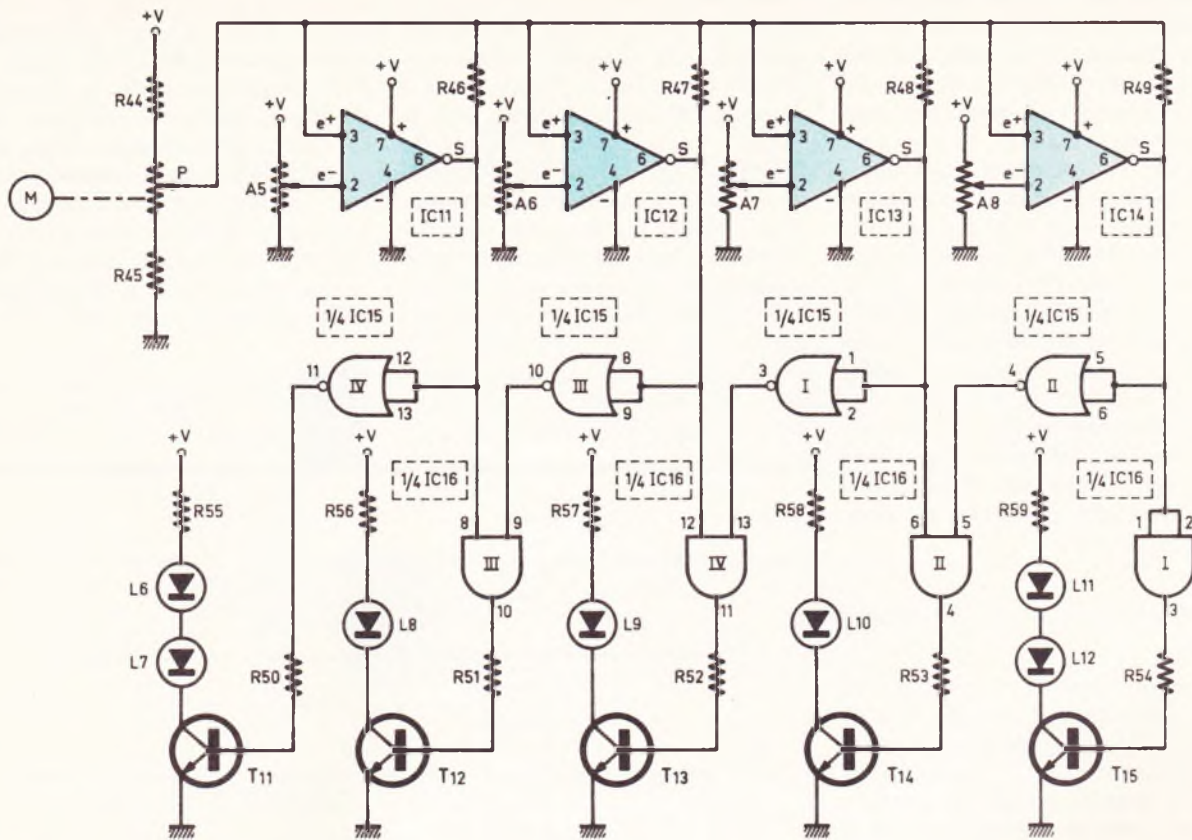


Fig. 6

Signalisation des zones de pression.

f) Commande impulsionnelle du moteur (fig. 4)

Imaginons que l'aiguille barométrique dévie vers la zone des basses pressions ; comme nous l'avons vu précédemment, on enregistre dans ce cas un état haut au niveau du repère B du schéma : la porte AND II de IC₆ devient donc passante, et les impulsions issues de la bascule monostable NOR I et II de IC₂ sont disponibles à la sortie de cette porte AND, tandis que la porte AND I de IC₆ continue de présenter à sa sortie son état bas de repos. Ces impulsions positives rendent conducteur le transistor T₇, par intermittence. Dans le circuit collecteur de ce dernier est monté en particulier le relais REL₂ avec une résistance de limitation de courant, R₂₀. Le relais en question « bat » donc à la fréquence des créneaux délivrés par IC₃, en provoquant à chaque fois, et pendant quelques dixièmes de seconde, la rotation du moteur dans le sens correspondant au déplacement du dispositif suiveur vers les basses pres-

sions jusqu'à rattrapage de l'aiguille barométrique, où le phénomène de suivi prend sa fin.

Le relais utilisé étant destiné à fonctionner sous une tension nominale de 6 V, il est nécessaire de produire une chute de potentiel de 3,5 V dans la résistance R₃₀. Si R est la résistance du bobinage du relais, l'intensité nominale de ce dernier est donc de 6 V/R. Donc, pour obtenir une tension de 3,5 V aux bornes de R₃₀, cette dernière aura comme valeur :

$$\frac{3,5}{6} \times R, \text{ soit } 0,58 R$$

La diode D₂ a pour mission de protéger T₇ des effets de surtension de self qui se produisent à chaque coupure de l'alimentation de la bobine d'appel. On notera également qu'il est possible de provoquer manuellement la fermeture de l'un ou de l'autre des relais en agissant sur BP₂ (sens hautes pressions) ou BP₃ (sens basses pressions). Enfin dans le circuit des bobinages ont été montés des microcontacts (MC₁ et MC₂) de fin de course du dispositif suiveur. Ces derniers ont un rôle de sécurité, d'une part en limitant la course du dispositif suiveur sur

l'une ou l'autre des positions extrêmes lorsque l'on appuie sur BP₂ ou BP₃ sans contrôler visuellement le résultat ; d'autre part, en cas de destruction d'un composant opto-électronique (diode infrarouge ou phototransistor), le dispositif suiveur, sollicité à tort dans ce cas, verra également sa course limitée avant d'avoir parcouru un certain nombre de tours jusqu'à rupture des fils de liaison par torsion. Notons toutefois que les diodes infrarouges alimentées en sous-charge, comme c'est le cas dans le présent montage, ont une durée de vie de... 10⁶ heures !

g) Circuit de puissance (fig. 4)

Le circuit de puissance est essentiellement constitué par une source de courant, en l'occurrence une pile de 1,5 V. Les contacts « travail » et « repos » des relais REL₁ et REL₂ assurent l'alimentation du moteur dans un sens ou dans l'autre suivant le relais sollicité. On remarquera que le moteur n'est pas alimenté si aucun relais n'est sollicité ; il en est de même si les deux étaient sollicités simultanément.

La capacité C₁₂ est chargée d'élimi-

ner les parasites en provenance du collecteur du moteur lors de sa rotation. Notons que ce moteur devra obligatoirement être du type à aimant permanent en ce qui concerne l'inducteur (stator) : c'est une condition indispensable pour obtenir l'inversion du sens de rotation par inversion des polarités de l'alimentation. En effet, le sens de rotation d'un moteur à courant continu peut uniquement s'inverser lorsque l'on inverse le sens du courant soit dans l'inducteur, soit dans l'induit (rotor), mais pas dans les deux à la fois. Cette particularité ne devrait pas poser de problème étant donné que tous les moteurs miniaturisés sont justement des moteurs à aimant permanent.

h) Mémorisation des tendances (fig. 5)

Les mémorisations des tendances sont effectuées par les portes AND I, III et IV de IC₉, montées en portes autoverrouillables. Prenons, à titre d'exemple, la porte I : l'entrée 1 est en général soumise à un état haut permanent. Si la porte n'est pas mémorisée, la sortie 3 présente un état bas. Lorsqu'il se présente un état haut sur l'entrée 2 par l'intermédiaire de D₅, la porte devient passante et un état haut apparaît sur la sortie. Même si l'état haut de commande issu de D₅ vient à disparaître, la porte continuerait de rester passante grâce au maintien d'un état haut sur l'entrée 2 par la diode de verrouillage D₆. Pour faire réapparaître un état bas sur la sortie de la porte, il suffit de provoquer l'effacement par le biais d'une brève impulsion négative sur l'entrée 1 : il y a démemorisation.

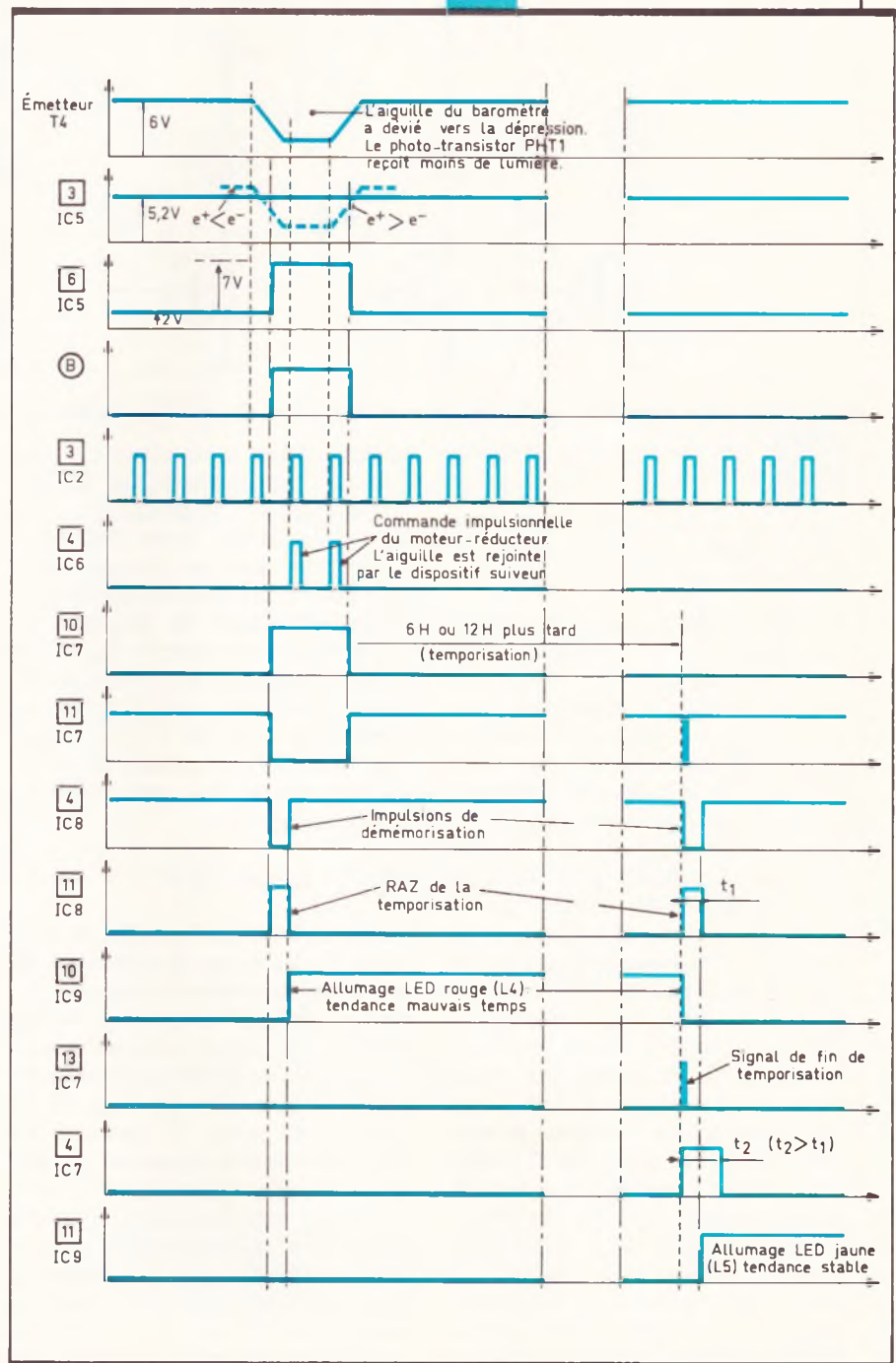
Examinons à présent les différents phénomènes dans le cas où l'aiguille dévie vers une tendance haute pression. Il apparaît donc un état haut au point A du montage. En conséquence, on enregistre un état bas à la sortie de la porte NOR III de IC₂ et un état haut à la sortie de la porte inverseuse NOR III de IC₇. L'entrée 13 de la porte IV de IC₇ étant soumise dans le cas général à un état bas, on observera un état bas à la sortie de la porte IV de IC₇. Ce front descendant est aussitôt pris en compte par la bascule monostable constituée par les portes NAND I et II de IC₈. Par un raisonnement tout à fait

analogue à celui qui a été explicité dans un paragraphe précédent quand il était question du fonctionnement d'une bascule monostable à portes NOR, on montrerait qu'à la sortie 4 de la porte NAND II de IC₈ on enregistre une brève impulsion négative de durée proportionnelle à R₃₃ et C₁₄ (quelques millisecondes). Cette impulsion a pour conséquence la démemorisation des trois portes mémoires précédemment citées : I, III et IV de IC₉. Par l'intermédiaire de la porte inverseuse NAND IV de IC₈, cette impulsion négative est transformée en

impulsion positive, ce qui a pour effet la remise à zéro de la temporisation (entrée RESET de IC₁₀). Par l'intermédiaire de D₅, la porte I de IC₉ se mémorise, et reste dans cet état même lorsque l'état haut au point A disparaît quand le dispositif suiveur a rejoint l'aiguille du baromètre. Le transistor T₈ est saturé par un courant base-émetteur en provenance de R₃₈, ce qui a pour effet l'allumage de la LED verte L₃

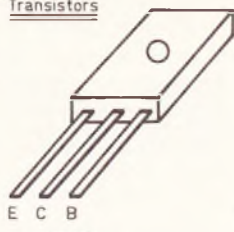
Fig. 7

Oscillogrammes caractéristiques relevés en plusieurs points.



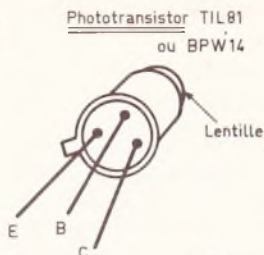


Transistors



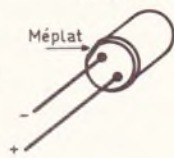
2N1711
2N1613
2N2222
BC108 - BC109

BD135

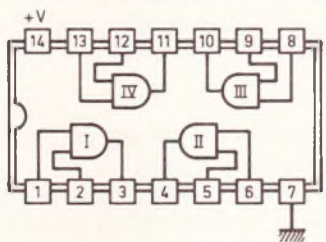


Phototransistor TIL81 ou BPW14

Diode infra-rouge TIL32, LD27



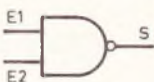
CD 4081 : 4 portes AND à 2 entrées



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

CD 4011 : 4 portes NAND à 2 entrées

(même brochage)



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

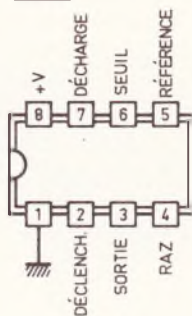
CD 4001 : 4 portes NOR à 2 entrées

(même brochage)

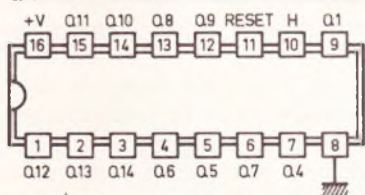


E1	E2	S
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

NE 555



CD 4020 : Compteur - diviseur à 14 étages



$$t_{Q1} = 2 t_H$$

$$t_{Q2} = 4 t_H = 2^2 t_H$$

$$t_{Q3} = 8 t_H = 2^3 t_H$$

$$t_{Qn} = 2^n t_H$$

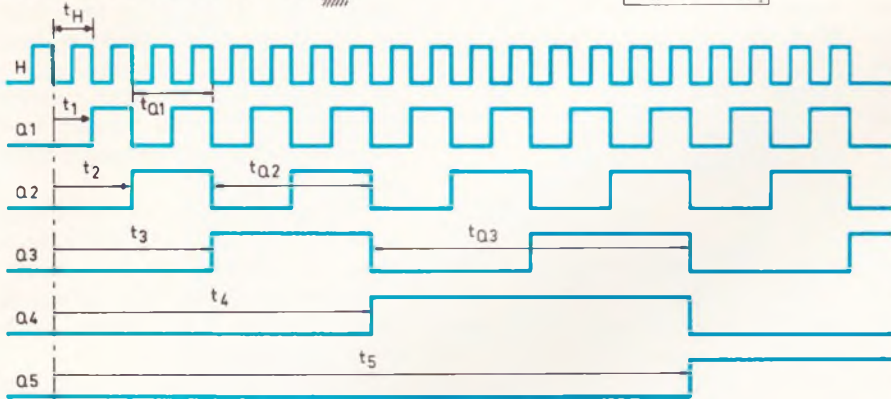
$$t_1 = t_H$$

$$t_2 = 2 t_H$$

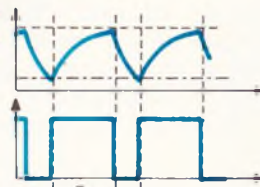
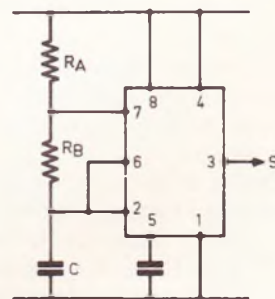
$$t_3 = 4 t_H = 2^2 t_H$$

$$t_4 = 8 t_H = 2^3 t_H$$

$$t_n = 2^{n-1} t_H$$



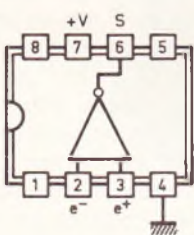
Montage en multivibrateur



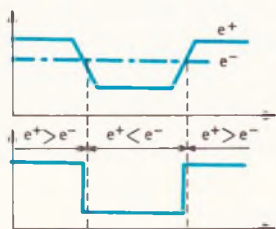
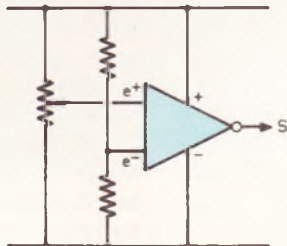
$$T = 0,7(RA + 2RB)C$$

$$\frac{TA}{T} = \frac{RA + RB}{RA + 2RB}$$

µA 741 : Amplificateur opérationnel



Montage en comparateur de tension



Brochages et détails complémentaires.

Fig. 8

signalisant ainsi la tendance « augmentation de pression ». Bien entendu, et par le même raisonnement, s'il s'était produit un déplacement de l'aiguille vers la baisse de pression, on montrerait de la même façon la mémorisation de la porte AND III de IC₉ avec l'allumage de la LED rouge L₄ « diminution de pression », et toujours après que se soient réalisés les phénomènes :

– démemorisation de toutes les portes ;

– RAZ de la temporisation.

La figure 7 indique les oscillogrammes correspondant à ces explications.

i) Mémorisation de la tendance stable (fig. 5)

Après toute remise à zéro du compteur IC₁₀, la temporisation prend son départ. Comme nous l'avons vu au premier paragraphe, suivant que l'inverseur I_v se trouve positionné sur 12 heures ou 24 heures, il se produit au bout de ce temps un état haut à la sortie de D₄, ce qui a deux conséquences :

– la sortie de la porte NOR IV de IC₇ passe à l'état bas, et une impulsion négative issue de la bascule NAND I et II de IC₈ démemorise l'ensemble des portes de mémorisation avec la RAZ du compteur (la temporisation repart donc pour une nouvelle période de 12 ou 24 heures ;

– la sortie de la bascule monostable constituée par les portes NOR I et II de IC₇ délivre une brève impulsion positive produisant la mémorisation de la porte AND IV de IC₉. La LED jaune L₅ « stabilité » s'allume.

Notons qu'il est absolument indispensable que la durée de l'impulsion positive de mémorisation de AND IV de IC₉ soit supérieure à celle de la démemorisation produite par le monostable NAND I et II de IC₈, sinon le verrouillage par D₁₀ ne pourra se réaliser. C'est pour cette raison que R₃₄ est supérieur à R₃₃ (C₁₅ = C₁₄). Les oscillogrammes de la figure 7 illustrent ce phénomène. Notons enfin que l'appui sur BP₄ produit le même phénomène qu'une fin de temporisation. En particulier, il se produit l'effacement de L₃ ou L₄ puis l'allumage de L₅. Cette pos-

sibilité est surtout mise à contribution au moment de la mise sous tension de l'ensemble.

j) Signalisation des zones de pression (fig. 6)

Il s'agit à ce niveau de détecter les différentes positions angulaires du dispositif suiveur d'aiguille afin de les matérialiser par l'allumage de LED de signalisation en définissant cinq zones, comme nous l'avons

$$u_1 = \frac{R_{45}}{R_{44} + P + R_{45}} \times 9,5 \text{ V} = \frac{22}{22 + 47 + 22} \times 9,5 \text{ V} \approx 2,3 \text{ V}$$

$$u_2 = \frac{R_{45} + P}{R_{44} + P + R_{45}} \times 9,5 \text{ V} = \frac{22 + 47}{22 + 47 + 22} \times 9,5 \text{ V} \approx 7,2 \text{ V}$$

En réalité, le curseur mobile du potentiomètre n'atteint pas tout à fait, mécaniquement parlant, ces positions extrêmes : il suffit de caler en conséquence les microcontacts de fin de course MC₁ et MC₂. Il est en effet possible de couvrir sans problème la totalité du secteur angulaire utile du cadran barométrique en n'utilisant pas entièrement les 270° de la course du potentiomètre.

Mais examinons à présent comment il est possible de détecter la position angulaire du potentiomètre. Au préalable, nous aurons réglé les curseurs des ajustables A₅, A₆, A₇ et A₈ à des valeurs de potentiel à peu près échelonnées et intérieures à la plage 2,3 V-7,2 V. Par exemple :

$$\begin{aligned} A_5 &= 3,3 \text{ V} \\ A_6 &= 4,3 \text{ V} \\ A_7 &= 5,3 \text{ V} \\ A_8 &= 6,3 \text{ V} \end{aligned}$$

Imaginons à présent que le dispositif suiveur se trouve entièrement à gauche dans la zone basse pression, c'est-à-dire que le potentiel sur les entrées directes des comparateurs IC₁₁ à IC₁₄ (qui sont encore des « 741 ») est voisin de 2,5 V. Il en résulte que les potentiels de toutes les entrées inverseuses sont supérieurs à celui des entrées directes ; toutes les sorties présentent donc un potentiel bas. Il en résulte :

– un état haut à la sortie de la porte inverseuse NOR IV de IC₁₅, d'où une saturation de T₁₁ et donc l'allumage des deux LED rouges L₁₆ et L₁₇ ;

– un état bas aux sorties des portes AND II, III et IV de IC₁₆, étant donné qu'aucune de ces portes n'est

déjà indiqué au chapitre 1 (paragraphe : Adaptation électronique). Pour réaliser cette détection, il suffit d'apprécier la valeur du potentiel disponible au curseur du potentiomètre P, entraîné par le même axe que le dispositif suiveur. Entre la position extrême correspondant à la basse pression et l'autre extrémité se rapportant à la haute pression, le potentiel évolue entre deux valeurs u₁ et u₂ ; ces valeurs sont les suivantes :

passante (un état bas sur au moins l'une des deux entrées).

Lorsque le dispositif suiveur évolue vers une zone de pressions plus élevées (par exemple 4 V au niveau du curseur), le potentiel de l'entrée directe de IC₁₁ est supérieur à celui de l'entrée inverseuse. En conséquence, la sortie de IC₁₁ passe à un potentiel haut, ce qui a pour résultat :

– un état bas sur la sortie de la porte NOR IV de IC₁₅, donc extinction des LED L₆ et L₇ ;

– un état haut sur la sortie de la porte AND III de IC₁₆ (ses deux entrées étant à l'état haut) et donc l'allumage de la LED rouge L₈.

On montrerait de la même manière que si le potentiel du curseur de P continuait ainsi sa progression montante on observerait :

– l'extinction de L₈ et l'allumage de la LED jaune L₉ à partir de la valeur définie par l'ajustable A₆ ;

– l'extension de L₉ et l'allumage de la LED verte L₁₀ à partir de la valeur disponible sur A₇ ;

– l'extinction de L₁₀ et l'allumage des deux LED vertes L₁₁ et L₁₂ à partir de la valeur de référence fixée par A₈.

En définitive, et quelle que soit la position angulaire de P, on ne peut avoir que la saturation de l'un des transistors T₁₁ à T₁₅, les autres étant systématiquement bloqués. Grâce aux ajustables, on peut faire varier à volonté les bornes des plages ainsi couvertes. Notons pour terminer que les résistances de grande valeur R₄₆ à R₄₉ assurent une meilleure stabilité à proximité des points de basculement, en intro-

duisant une réaction positive sur les entrées directes des comparateurs, comme nous l'avons déjà vu au paragraphe « d ».

III - REALISATION PRATIQUE

a) Les circuits imprimés (fig. 9)

Ils sont au nombre de cinq : un module inférieur, un module supérieur, un module affichage, un module « aiguille », un module « commandes ».

Leur réalisation n'appelle aucune remarque particulière si ce n'est que leur reproduction ne peut s'en-

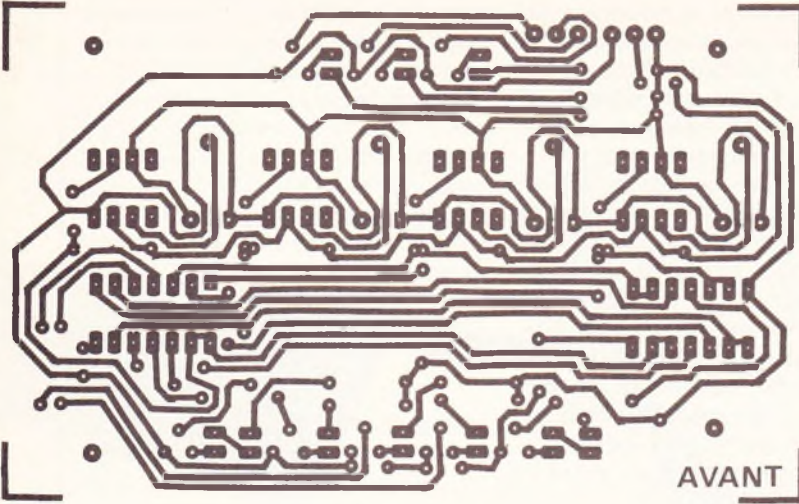
visager que par le biais de l'utilisation des différents produits de transfert existants, ou encore par le recours à la méthode photographique directe. Comme toujours, il est bon d'étamer les pistes pour leur assurer une meilleure tenue mécanique, électrique et surtout chimique. Tous les trous seront percés à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre, trous agrandis à 1 ou 1,3 mm suivant le diamètre des connexions du composant à implanter. Avant de passer à la réalisation de ces circuits imprimés, il est bon de vérifier auparavant si l'on a pu se procurer les mêmes relais que l'auteur. Si tel n'était pas le cas, il

conviendrait bien entendu d'effectuer les modifications nécessaires pour adapter au circuit imprimé les relais 1 RT dont on aura fait l'acquisition.

Détails du module d'affichage.

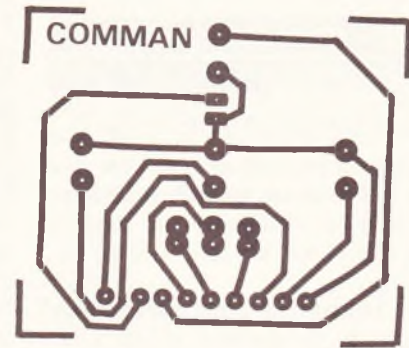
La section alimentation.



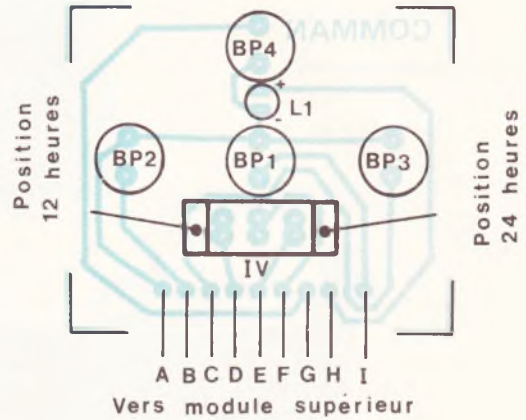
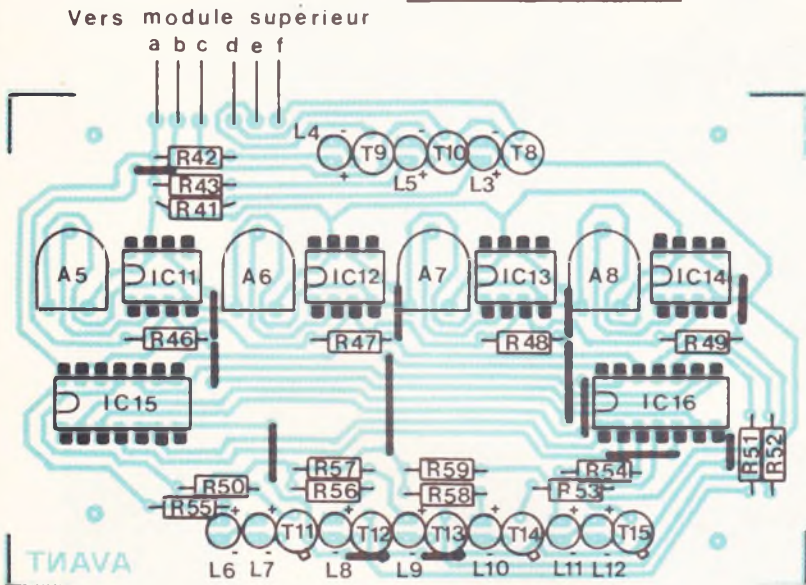


AVANT

Module "Affichage"



Module "Commandes"



b) Implantation des composants (fig. 10)

Comme d'habitude, on implantera en premier lieu les divers straps de liaison, les résistances et les diodes. Ensuite, ce sera le tour des capacités, des transistors et, en dernier lieu, des circuits intégrés. On ne répétera sans doute jamais assez qu'il convient d'apporter un soin énorme au respect des orientations des composants polarisés. Toute erreur à ce niveau est non seulement une cause de non fonctionnement, mais peut être également une cause de destruction de composants fonctionnellement liés.

Pour l'implantation des phototransistors et des diodes infrarouges, on s'inspirera de la figure 11 pour leur orientation géométrique afin d'obtenir une bonne réflexion du rayonnement infrarouge. Notons que cette orientation peut être facilitée par le perçage préalable et correct de la pièce en bakélite supportant le circuit imprimé « aiguille », en particulier au niveau du respect des angles que forment les axes des trous avec la surface horizontale réfléchissante. Il est bon de se rappeler du principe physique de la réflexion de la lumière : les angles incidents des rayons directs et réfléchis sont toujours égaux. Enfin, il

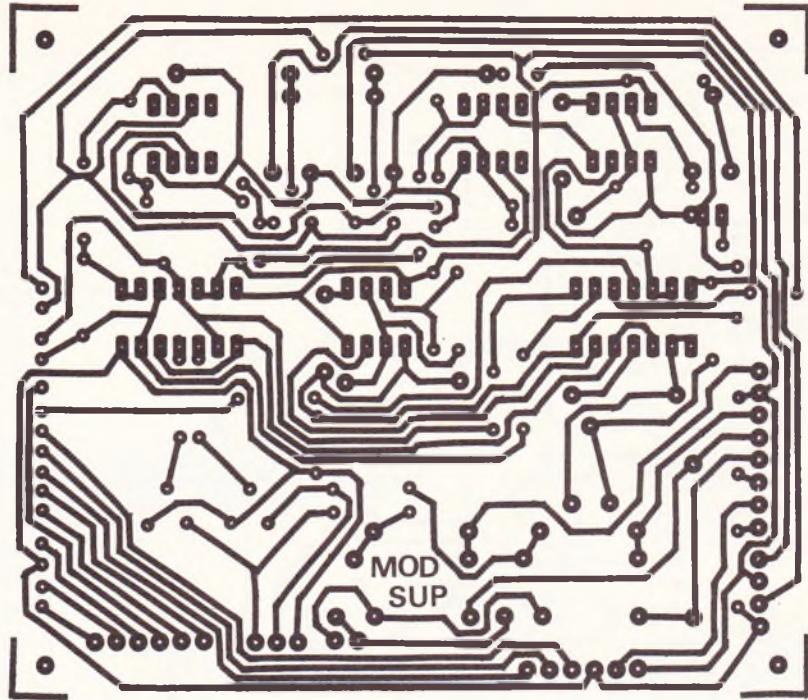
Fig. 9 Tracés et implantations des éléments des modules de commandes et d'affichage.

est nécessaire de faire très attention en ce qui concerne la réalisation des diverses liaisons par fils en nappe. Grâce aux couleurs, il est relativement simple d'effectuer les vérifications qui s'imposent et de contrôler ainsi son travail.

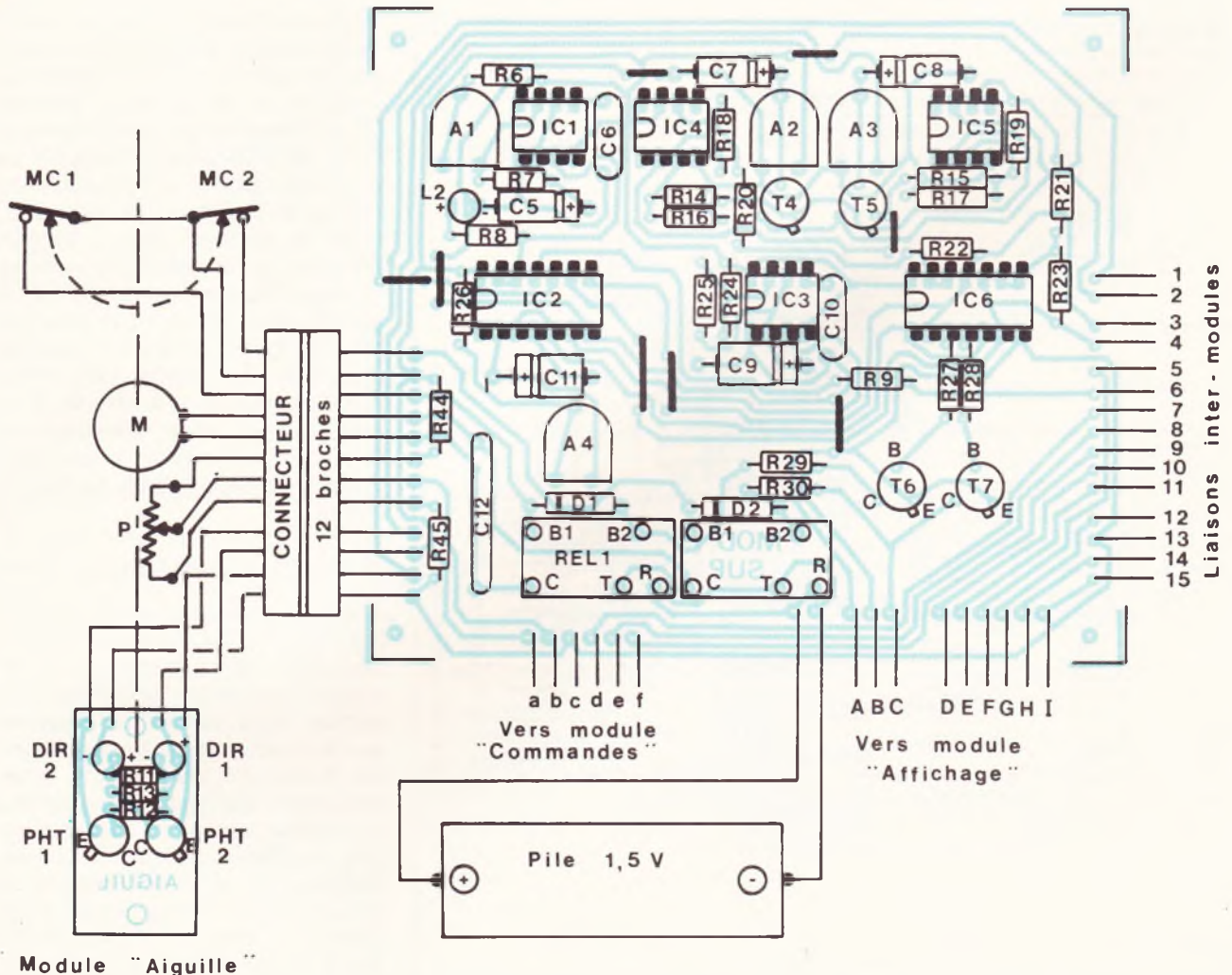
Les boutons-poussoirs et l'inverseur à glissière ont directement pu être soudés sur le circuit imprimé du module « commandes », ce qui simplifie les problèmes.

Fig. 10

Tracés et implantations, toujours à l'échelle des modules supérieurs, et aiguillage.



Module supérieur



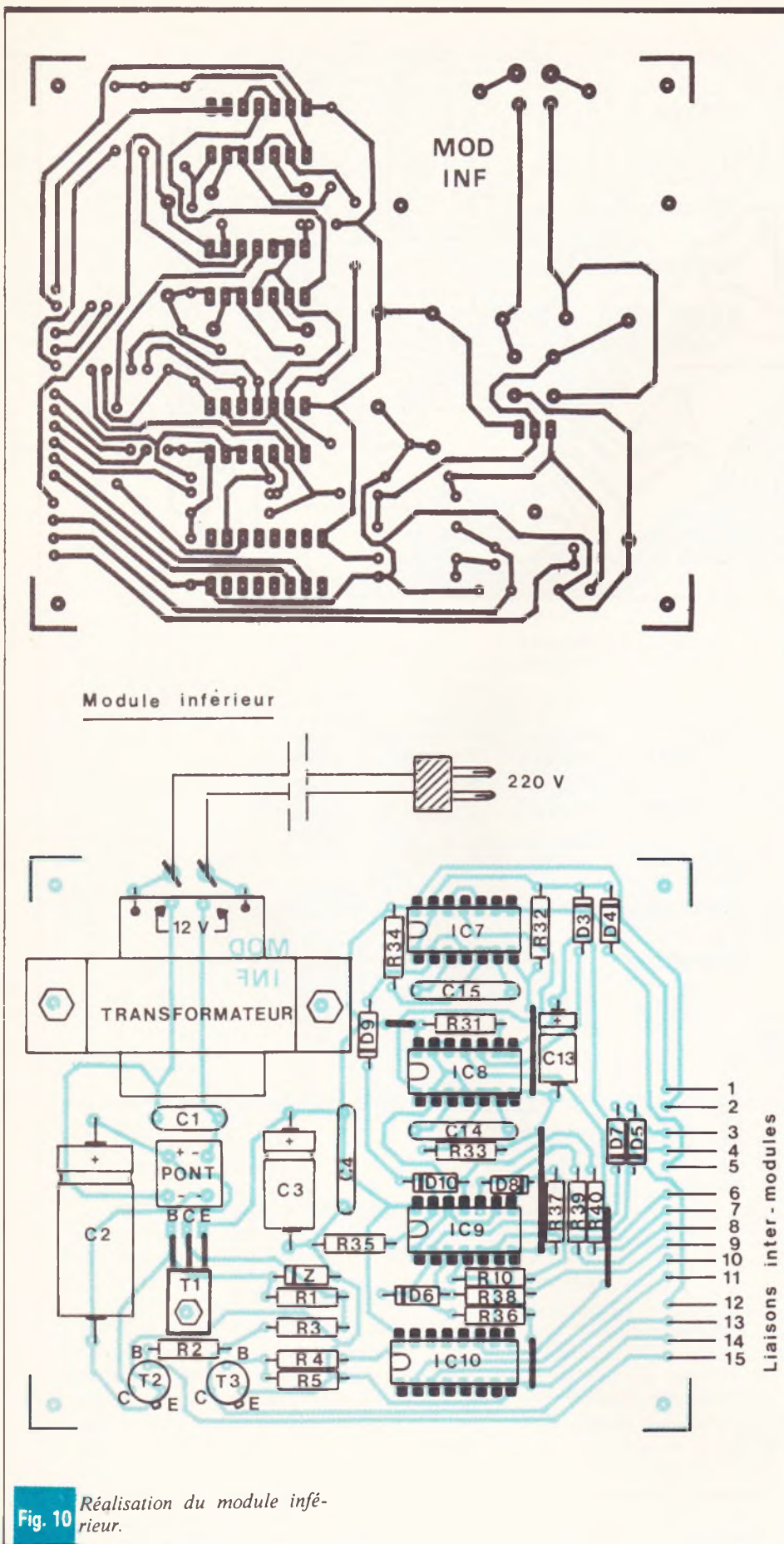


Fig. 10 Réalisation du module inférieur.

c) Dispositif mécanique (fig. 11)

1° Le baromètre

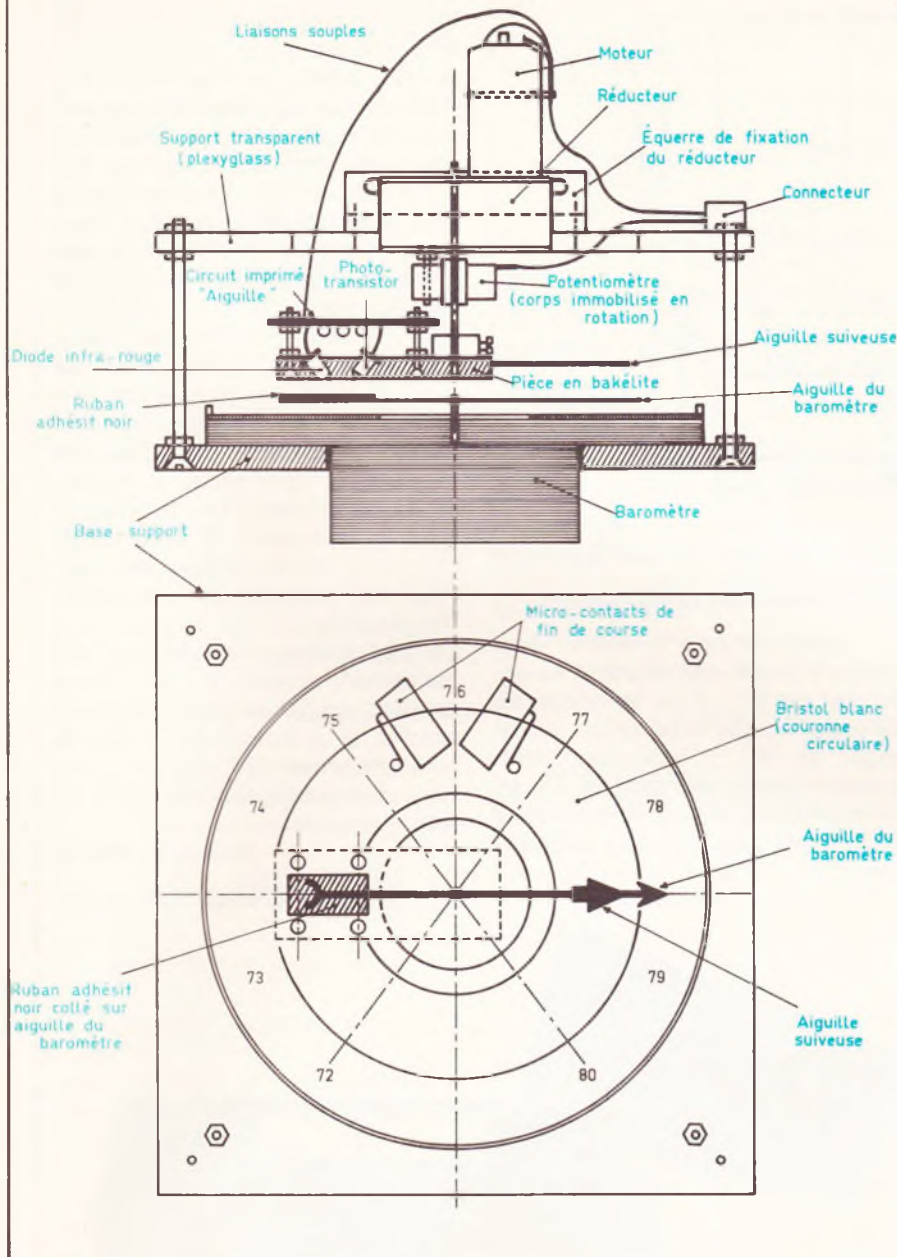
Il peut s'agir d'un modèle courant. L'auteur s'est servi d'un appareil initialement encastré dans un support en bois sculpté. Son couvercle transparent était en plexiglass bombé et facilement démontable. La partie de l'aiguille opposée à la flèche a permis le collage d'un petit rectangle en ruban adhésif noir de l'ordre de 18×7 mm, ce qui constitue un poids vraiment négligeable. Sur la partie du cadran en regard du rectangle adhésif, une couronne circulaire en bristol blanc a été collée de façon à obtenir une meilleure réflexion du rayonnement infrarouge. Enfin, le baromètre a été inséré dans une découpe circulaire pratiquée dans une base support de forme carrée en stratifié de 3 ou de 4 mm d'épaisseur.

2° Le support transparent

Il est avantageux d'avoir recours à du plexiglass ; ainsi, on peut suivre par transparence les évolutions de l'aiguille et du dispositif suiveur. Quatre vis avec des écrous formant entretoises permettent d'obtenir un ensemble rigide et une possibilité de réglage de la distance et du parallélisme de la base avec le support transparent. Une découpe circulaire pratiquée dans le support permet le passage du bloc réducteur ainsi que des fils de liaison avec le module « aiguille ». Le support transparent reçoit également l'équerre de fixation du bloc moteur-réducteur, des deux microcontacts de fin de course et du connecteur femelle de raccordement.

3° Le bloc moteur-réducteur

L'auteur a pu se procurer un moteur équipé d'un réducteur dont on peut faire varier le rapport de réduction par simple empilement de pignons. Mais ce n'est certainement pas la seule solution. En particulier, un moteur de tournebroche ferait également l'affaire. Nos lecteurs trouveront sans aucun doute d'autres solutions techniques. Le potentiomètre est un modèle courant de $47 \text{ k}\Omega$ linéaire dans lequel l'axe coupé très court a simplement été percé de part en part à 3 mm, diamètre qui correspond à celui de



l'axe de sortie du réducteur. L'immobilisation en rotation a été obtenue à l'aide d'une goutte d'araldite déposée entre l'axe métallique de sortie et l'axe en matière plastique percé du potentiomètre. Enfin une immobilisation du corps du potentiomètre peut être réalisée à l'aide de deux butées sous la forme de vis.

4° Le dispositif suiveur

Il se compose essentiellement d'un rectangle en bakélite percé pour recevoir les composants optoélectroniques. Le module « aiguille » est fixé sur ce support. Une couronne métallique (genre de poulie) de 4 ou

de 5 mm d'épaisseur est fixée sur le support. Grâce à une vis de fixation, on peut ainsi rendre solidaire le dispositif suiveur de l'axe de sortie du réducteur tout en permettant le réglage en hauteur et en rotation.

Avant d'effectuer cette fixation, il convient de positionner auparavant l'arbre de sortie du réducteur, dans une position telle que le curseur du potentiomètre occupe la position médiane. Un moyen simple pour réaliser ce réglage est le recours à l'ohmmètre, de façon à obtenir une résistance égale entre le curseur et les deux connexions des fins de piste graphitée du potentiomètre.

La rotation de l'ensemble, pour mener à bien ce réglage, peut être obtenue en alimentant le moteur à l'aide d'une pile de 1,5 V. Du côté opposé aux composants opto-électroniques, on peut également fixer l'aiguille mobile récupérée du couvercle transparent du baromètre. Ainsi, on verra les deux aiguilles s'ajuster lors du fonctionnement de l'ensemble. Enfin, pour solidariser le dispositif suiveur avec l'axe de sortie du réducteur, on placera l'aiguille mobile sur le point médian de la plage du baromètre : soit à 76 cm de mercure.

d) Montage de l'ensemble

La figure 12 est un exemple de réalisation possible. Nos lecteurs à l'esprit imaginaire trouveront certainement d'autres formes de présentation de l'ensemble. Le module « commande » a pu être fixé directement sur la paroi avant par l'intermédiaire des écrous des boutons-poussoirs. Le couvercle peut facilement se démonter, ce qui permet de contrôler sans problème la superposition des aiguilles, notamment après une coupure du courant secteur.

e) Réglages et mises au point

1° Base de temps

Par simple observation de la LED L_2 , il est facile de régler la période du signal délivré par IC_1 à 10,55 s par action sur le curseur mobile de A_1 . Toute rotation de ce dernier dans le sens des aiguilles d'une montre a pour effet de diminuer cette période, et inversement.

2° Equilibre des tensions du dispositif suiveur

On placera les curseurs de A_2 et de A_3 dans une position telle que les potentiels relevés sur les émetteurs de T_4 et de T_5 soient de 6 V. Une rotation dans le sens des aiguilles d'une montre du curseur a pour effet d'augmenter ce potentiel, et inversement. Bien entendu, pour effectuer ce réglage, il est bon d'éloigner carrément le dispositif opto-

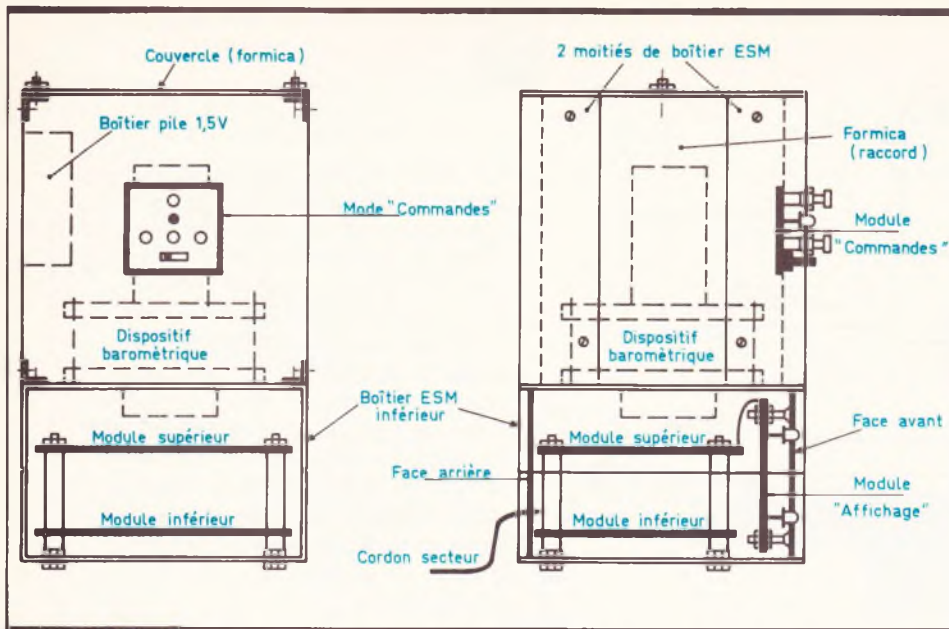


Fig. 12 Organisation des modules à l'intérieur des coffrets « ESM ».

électronique de la zone où se trouve le rectangle non réfléchissant de l'aiguille, par action sur BP₂ ou BP₃.

3° Commande impulsionnelle du moteur

Une première vérification : celle du bon sens de rotation du moteur. Si ce dernier est incorrect, c'est-à-dire si le dispositif suiveur diverge au lieu de converger sur l'aiguille, il suffit d'inverser les polarités d'alimentation au niveau du boîtier à pile. Par la suite, en agissant sur le curseur de A₄, on règle la durée des impulsions de commande du moteur. Plus cette durée est faible et plus le dispositif est faible. Naturellement, une limite inférieure de cette durée est la non-rotation du moteur en raison de l'inertie mécanique du relais et de l'induit du moteur. Une rotation du curseur dans le sens inverse des aiguilles d'une montre augmente cette durée et inversement. Il faut également vérifier à ce niveau si une rotation du moteur dans le sens « basse pression » a pour conséquence une diminution du potentiel sur le curseur du potentiomètre P. Dans le cas contraire, il faut inverser le branchement de P.

4° Efficacité des microcontacts

En faisant tourner le moteur dans un sens donné, par exemple en appuyant sur BP₂, il est indispensable de contrôler que la fermeture mécanique de MC₁ a bien pour conséquence l'arrêt du moteur. Si tel n'était pas le cas, il faut inverser MC₁ et MC₂ au niveau du branchement.

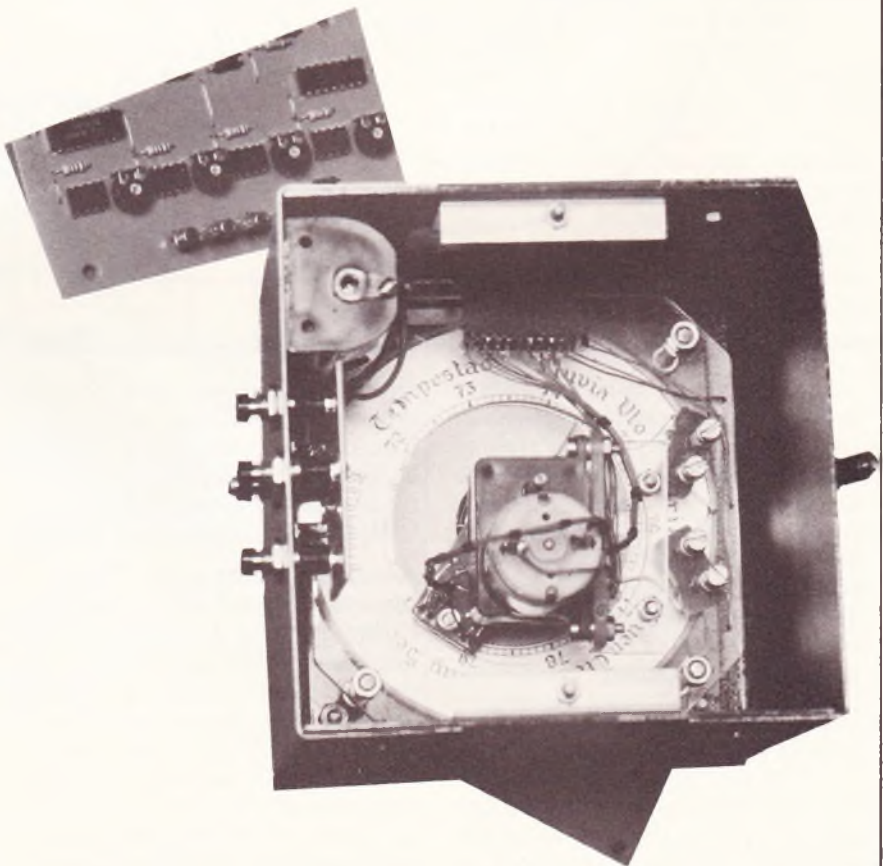
5° Signalisation des zones de pression

On place manuellement, à l'aide de BP₃, le dispositif suiveur sur sa position extrême basse pression. Les curseurs des ajustables A₅ à A₈ sont tous placés de façon à obtenir un potentiel maximal au niveau des curseurs, c'est-à-dire tournés à fond, sens des aiguilles d'une montre. On constatera l'allumage des LED L₆ et L₇. On placera ensuite l'aiguille mobile en face d'une limite de zone correspondant à la pluie (environ 73,5 cm). Puis, en agissant sur A₅, on provoquera l'allumage de L₈. Ensuite, l'aiguille mobile positionnée sur 75 cm de mercure, en agissant sur le curseur de A₆, on allumera L₉ (variable) et ainsi de suite pour le beau temps (76,5 cm) et le temps très sec (78,5 cm) par réglage des ajustables A₇ et A₈.

Le baromètre électronique est maintenant achevé ; à partir de ce moment, vous serez tout à fait excusable, si en sortant de chez vous, vous rencontrez la pluie alors que vous avez oublié de vous munir de votre parapluie...

Robert KNOERR

Dispositif barométrique et moteur de commande.



LISTE**DES COMPOSANTS****a) Module inférieur**

5 straps (1 horizontal, 4 verticaux)
 R_1 : 560 Ω (vert, bleu, marron)
 R_2 : 150 Ω (marron, vert, marron)
 R_3 : 680 Ω (bleu, gris, marron)
 R_4, R_5 : 2 \times 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R_{10} : 100 k Ω (marron, noir, jaune)
 R_{31} à R_{33} : 3 \times 33 k Ω (orange, orange, orange)
 R_{34} : 100 k Ω (marron, noir, jaune)
 R_{35} à R_{37} : 3 \times 33 k Ω (orange, orange, orange)
 R_{38} à R_{40} : 3 \times 10 k Ω (marron, noir, orange)
 Z : diode Zener de 10 V
 D_3 à D_{10} : 8 diodes-signal (type 1N914 ou équivalent)
 Pont redresseur 500 mA
 T_1 : transistor NPN BD 135
 T_2, T_3 : 2 transistors NPN 2N1711 ou 2N1613
 C_1 : 47 nF mylar (jaune, violet, orange)
 C_2 : 1 500 μ F/25 V électrolytique
 C_3 : 220 μ F/10 V électrolytique
 C_4 : 0,1 μ F mylar (marron, noir, jaune)
 C_{13} : 2,2 μ F/10 V électrolytique
 C_{14}, C_{15} : 2 \times 0,1 μ F mylar (marron, noir, jaune)
 IC_7 : CD 4001 (4 portes NOR à 2 entrées)
 IC_8 : CD 4011 (4 portes NAND à 2 entrées)
 IC_9 : CD 4081 (4 portes AND à 2 entrées)
 IC_{10} : CD 4020 (compteur-diviseur à 14 étages)
 Transformateur 220 V/12 V, 2,5 VA 2 picots

b) Module supérieur

8 straps (3 horizontaux, 5 verticaux)
 R_6, R_7 : 2 \times 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R_8 : 560 Ω (vert, bleu, marron)
 R_9 : 22 k Ω (rouge, rouge, orange)
 R_{14}, R_{15} : 2 \times 1,5 k Ω (marron, vert, rouge)
 R_{16}, R_{17} : 2 \times 10 k Ω (marron, noir, orange)

R_{18}, R_{19} : 2 \times 220 k Ω (rouge, rouge, jaune)
 R_{20}, R_{21} : 2 \times 33 k Ω (orange, orange, orange)
 R_{22}, R_{23} : 2 \times 100 k Ω (marron, noir, jaune)
 R_{24}, R_{25} : 2 \times 33 k Ω (orange, orange, orange)
 R_{26} : 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R_{27}, R_{28} : 2 \times 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)
 R_{29}, R_{30} : 2 \times 47 Ω (jaune, violet, noir) voir texte
 R_{44}, R_{45} : 2 \times 22 k Ω (rouge, rouge, orange)
 A_1 : ajustable 470 k Ω (implantation horizontale)
 A_2, A_3 : 2 ajustables de 220 k Ω (implantation horizontale)
 A_4 : ajustable de 470 k Ω (implantation horizontale)
 D_1, D_2 : 2 diodes 1N4004 ou 4007
 L_2 : LED rouge \varnothing 3
 C_5 : 47 μ F/10 V électrolytique
 C_6 : 15 nF mylar (marron, vert, orange)
 C_7, C_8 : 2 \times 1 μ F/10 V électrolytique
 C_9 : 22 μ F/10 V électrolytique
 C_{10} : 15 nF mylar (marron, vert, orange)
 C_{11} : 1 μ F/10 V électrolytique
 C_{12} : 0,47 μ F mylar (jaune, violet, jaune)
 T_4, T_5 : 2 transistors NPN (BC108, 109, 2N2222)
 T_6, T_7 : 2 transistors NPN (2N1711, 2N1613)
 IC_1 : NE 555
 IC_2 : CD4001 (4 portes NOR à 2 entrées)
 IC_3 : NE 555
 IC_4, IC_5 : 2 \times μ A 741 (amplificateur opérationnel)
 IC_6 : CD4081 (4 portes AND à 2 entrées)
 REL_1, REL_2 : 2 relais 6 V/1RT ($R = 100 \Omega$) « National »

c) Module « aiguille »
 R_{11} : 330 Ω (orange, orange, marron)
 R_{12}, R_{13} : 2 \times 1 k Ω (marron, noir, rouge)
 DIR_1, DIR_2 : 2 diodes infrarouge (TIL 32) \varnothing 3

PHT_1, PHT_2 : 2 phototransistors (TIL 81, BPW 14)

d) Module « Affichage »

14 straps (4 horizontaux, 10 verticaux)
 R_{41} à R_{43} : 3 \times 560 Ω (vert, bleu, marron)
 R_{46} à R_{49} : 4 \times 1 M Ω (marron, noir, vert)
 R_{50} à R_{54} : 5 \times 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R_{55} : 470 Ω (jaune, violet, marron)
 R_{56} à R_{58} : 3 \times 560 Ω (vert, bleu, marron)
 R_{59} : 470 Ω (jaune, violet, marron)
 A_5 à A_8 : 4 ajustables de 47 k Ω (implantation horizontale)
 L_3 : LED verte \varnothing 3
 L_4 : LED rouge \varnothing 3
 L_5 : LED jaune \varnothing 3
 L_6 à L_8 : 3 LED rouges \varnothing 3
 L_9 : LED jaune \varnothing 3
 L_{10} à L_{12} : 3 LED vertes \varnothing 3
 T_8 à T_{15} : 8 transistors NPN (BC 108, 109, 2N2222)
 IC_{11} à IC_{14} : 4 \times μ A 741 (amplificateur opérationnel)
 IC_{15} : CD 4001 (4 portes NOR à 2 entrées)
 IC_{16} : CD 4081 (4 portes AND à 2 entrées)

c) Module « commandes »

L_1 : LED rouge \varnothing 3
 IV : inverseur bi-directionnel à glissière
 BP_1 à BP_4 : 4 boutons-poussoirs à contact travail

f) Divers

Fil secteur
 Fiche mâle secteur
 Boîtier pile 1,5 V
 Pile 1,5 V (\varnothing 25)
 Connecteurs (mâle et femelle 12 broches)
 $MC1$ et $MC2$: 2 microcontacts (ouverture)
 P : potentiomètre 47 k Ω (linéaire)
 Moteur-réducteur (voir texte)
 Fils en nappe
 Fil étamé (liaisons intermodules)
 Visseries diverses
 2 boîtiers ESM 120 \times 120 \times 70)

PUPITRE D'EXPERIMENTATION ET DE MISE AU POINT

(Suite de la p. 81)

de sortie entre 0 et 15 V (le zéro n'étant atteint qu'à quelques centaines de millivolts près).

Afin de contrôler le fonctionnement des diodes indicatrices de surcharge, on court-circuitera chacune des sorties (expérience sans danger, en raison des protections incorporées). A chaque fois, la LED correspondante doit s'allumer.

Test de la carte « générateur »

Pour essayer cette carte et la régler (un oscilloscope est indispensable), il faut réaliser les connexions suivantes :

- souder les deux sections du potentiomètre double P₃ sur la carte,
- souder provisoirement le commutateur double K₃ ;
- alimenter la carte en + 12 V et - 12 V, à partir des alimentations AL₃ et AL₄.

Dans un premier temps, on travaillera sur une fréquence moyenne, en commutant K₃ sur la position intermédiaire (condensateur C₁₆ et C₂₆ en service), et en plaçant P₃ à mi-course. On procédera aux réglages, impérativement, dans l'ordre indiqué ci-dessous :

1° brancher l'oscilloscope sur l'émetteur de T₁. Régler l'ajustable AJ₁ pour observer une sinusoïde de 1,65 V crête à crête. Vérifier que les oscillations se maintiennent, avec une tension toujours voisine de 1,65 V, lorsqu'on manœuvre le potentiomètre P₃, ou quand on change de gamme (commutateur K₃) ;

2° brancher l'oscilloscope sur le collecteur de T₂, puis sur l'émetteur de T₆. Les sinusoïdes doivent offrir, maintenant, une amplitude de 5 V crête à crête. A l'émetteur de T₆, elles sont centrées sur le potentiel de la masse ;

3° brancher l'oscilloscope sur le collecteur de T₅. En agissant sur la résistance ajustable AJ₂, on s'arrange pour obtenir des crêteaux symétriques. Il se présentent en lancée positive, avec une amplitude d'environ 10 V.

F. - PREPARATION DU COFFRET

Le coffret retenu est un pupitre en plastique moulé Retex. Il comporte,

en avant, une large façade faiblement inclinée, sur laquelle prendront place : les bornes de sortie des alimentations AL₁ et AL₂, les potentiomètres P₁ et P₂, les diodes indicatrices de surcharge et la diode témoin de mise sous-tension, l'interrupteur général et, enfin, les boîtes de câblage. Pour ces dernières, chacun choisira le modèle qui lui paraît le mieux adapté à ses besoins.

La façade arrière, plus petite et plus inclinée, reçoit les commandes et les sorties du générateur. Elle comporte aussi le voltmètre (modèle ferromagnétique de 0 à 15 V), et le commutateur permettant de le basculer sur l'une ou l'autre des alimentations AL₁ et AL₂.

A l'arrière du coffret, on prévoira un trou pour le passage du cordonsecteur et, éventuellement, un domino pour faciliter les raccords.

G. - LE MONTAGE FINAL

On commencera par visser les deux cartes d'alimentation sur le fond du boîtier : des tétons de plastique, prévus à cet effet, correspondent aux trous des circuits imprimés. Il faudra alors établir les liaisons entre les deux cartes (15 V alternatifs, deux fois), puis vers les composants de la grande façade : bornes de sortie de AL₁ et AL₂, interrupteur général, diodes de surcharge et diode témoin de mise sous-tension, potentiomètres P₁ et P₂. Nos photographies montrent la disposition adoptée pour le câblage : elle permet de rabattre complètement la face avant, sans pour autant créer des écheveaux inextricables de fils. Le montage, et une éventuelle maintenance, s'en trouvent grandement facilités.

L'étape suivante consiste à solidariser les deux demi-coquilles du pupitre par les vis placées sous la face inférieure, et sans oublier de sortir des fils suffisamment longs pour alimenter le générateur BF (masse, + 12 V et - 12 V), ainsi que les fils allant vers le voltmètre.

Le circuit imprimé du générateur BF est fixé sur la petite plaque de façade par l'intermédiaire de quatre vis, comme le montrent les photographies prises en cours de montage. Il reste alors à établir les liaisons entre ce circuit et les diverses commandes ou bornes de sortie, avant de mettre en place l'ensemble sur le pupitre.

ANNEXE

ETALONNAGE EN FREQUENCE DU GENERATEUR BF

Nous ne fournissons pas le dessin du cadran associé à la commande continu de fréquence. En effet, l'échelonnement des divisions dépend de la valeur exacte du potentiomètre double P₃ et de sa loi de variation, donc du modèle choisi. Il appartiendra à chacun de procéder expérimentalement à l'étalonnage, en mesurant les fréquences délivrées.

Avec des composants suffisamment précis, on retrouvera les mêmes graduations, à un facteur 10 près, sur les trois gammes : c'est pourquoi nous conseillons, pour les condensateurs C₁ et C₂, le choix de modèles à 5 % ou le tri parmi des échantillons à 10 % ou 20 %.

Différentes méthodes permettent la mesure des fréquences. Nous les rappelons brièvement ci-dessous.

Utilisation d'un fréquencemètre

Il s'agit de la solution la plus luxueuse, mais... seulement accessible à ceux qui disposent d'un tel appareil. Les lectures de fréquence sont directes.

Utilisation de la base de temps de l'oscilloscope

Elle exige un oscilloscope étalonné en vitesses de balayage, donc à base de temps déclenchée, ce qui est maintenant le cas le plus général. Sur l'axe horizontal de l'écran, on ne lit évidemment pas des fréquences, mais des temps. On mesure alors les périodes T, qui sont liées aux fréquences F par :

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

où F s'exprime en Hz, et T en secondes. Si, par exemple, on trouve T = 1 ms = 0,001 s, on aura F = 1 000 Hz = 1 kHz.

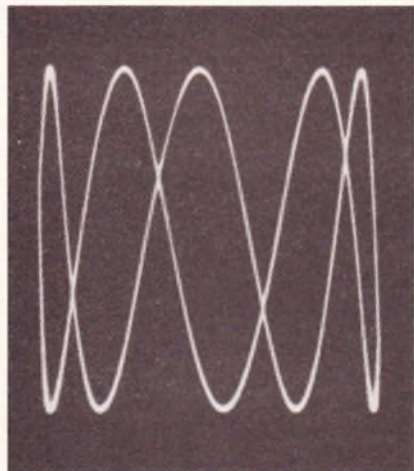
Méthode de Lissajous

C'est la seule utilisable pour les oscilloscopes à base de temps relaxée, mais munis d'une entrée X. Rappelons que, si l'on envoie en Y une sinusoïde de fréquence F_Y, et en X une sinusoïde de fréquence F_X, la figure de Lissajous, dont l'oscillogramme ci-joint donne un exemple,

comporte m points de tangence avec l'horizontale, et n points avec la verticale. On a alors :

$$\frac{F_Y}{F_X} = \frac{m}{n}$$

On appliquera en Y la fréquence à mesurer et en X la fréquence de référence. Si l'on ne dispose pas de générateur étalon, F_X peut être le 50 Hz du secteur, à travers un transformateur abaisseur (6 V au secondaire).



R. RATEAU

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

Résistances 0,25 W à ± 5 %

- R_1 : 6,8 k Ω (bleu, gris, rouge)
- R_2 : 6,8 k Ω (bleu, gris, rouge)
- R_3 : 47 Ω (jaune, violet, noir)
- R_5 : 180 Ω (marron, gris, marron)
- R_6 : 22 k Ω (rouge, rouge, orange)
- R_7 : 12 k Ω (marron, rouge, orange)
- R_8 : 270 Ω (rouge, violet, marron)
- R_9 : 820 Ω (gris, rouge, marron)
- R_{10} : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)
- R_{11} : 12 k Ω (marron, rouge, orange)
- R_{12} : 47 k Ω (jaune, violet, orange)
- R_{13} : 47 Ω (jaune, violet, noir)
- R_{14} : 1,5 k Ω (marron, vert, rouge)
- R_{15} : 3,9 k Ω (orange, blanc, rouge)
- R_{16} : 1,5 k Ω (marron, vert, rouge)
- R_{17} : 820 Ω (gris, rouge, marron)
- R_{18} : 180 Ω (marron, gris, marron)
- R_{19} : 47 Ω (jaune, violet, noir)
- R_{20} : 82 Ω (gris, rouge, noir)
- R_{21} : 330 Ω (orange, orange, marron)
- R_{22} : 150 Ω (marron, vert, marron)

- R_{23} : 1,8 k Ω (marron, gris, rouge)
- R_{24} : 470 Ω (jaune, violet, marron)
- R_{25} : 33 Ω (orange, orange, noir)
- R_{26} : 1 k Ω (marron, noir, rouge)
- R_{27} : 100 Ω (marron, noir, marron)
- R_{28} : 470 Ω (jaune, violet, marron)

Résistance 1 W à ± 5 %

- R_4 : 330 Ω (orange, orange, marron)

Résistances ajustables

- AJ_1 : 220 Ω
- AJ_2 : 33 k Ω (ou 47 k Ω si difficile à trouver)

Potentiomètres

- P_3 : 2 × 100 k Ω (linéaire)
- P_4 : 1 k Ω (linéaire)

Condensateurs

- C_{1a}, C_{2a} : 1 nF ; C_{1b}, C_{2b} : 10 nF ; C_{1c}, C_{2c} : 100 nF (précis à 5 %, ou triés au capacimètre)
- C_3 : 10 nF
- C_4 : 22 μ F (électrolytique 25 V)
- C_5 : 10 μ F (électrolytique 25 V)
- C_6 : 220 pF
- C_7 : 22 μ F (électrolytique 25 V)
- C_8 : 100 μ F (électrolytique 25 V)
- C_9 : 10 nF
- C_{10} : 100 μ F (électrolytique 25 V)
- C_{11} : 10 nF

Ampoule régulatrice

Ampoule miniature 6 V, 40 mA

Transistors

- T_1, T_2, T_6 : 2N1711
- T_3, T_4 : 2N2369
- T_5 : 2N2905

Circuit intégré

LF 356 (pas d'équivalent possible)

Commutateurs

- K_3 : 2 circuits, 3 positions (modèle 6 positions avec butée réglable)
- K_2, K_4 : inverseurs miniature, 1 circuit, 2 positions stables

Composants divers pour l'ensemble du pupitre

- Interrupteur miniature
- Bornes de sortie (6)
- Inverseur double (K_1)
- Voltmètre ferromagnétique 0-15 V
- Boîtes de câblage sans soudures

BIBLIOGRAPHIE

PARLEZ-VOUS dBASE II ?

R. COHEN

Collection Micro-Systèmes n° 26

Cet ouvrage vous invite à découvrir progressivement les multiples possibilités de dBase II et complète très efficacement la documentation d'origine. De plus, il est une excellente introduction à la conception et à l'utilisation personnelle ou professionnelle des systèmes de gestion de fichiers sur micro-ordinateur. De l'analyse des besoins à l'utilisation de dBase II en multiposte, en passant par les méthodes d'interfaçage avec d'autres produits, René Cohen vous livre ici un panorama très complet des possibilités de ce véritable langage de programmation.

Principaux chapitres :

- Présentation et analyse des besoins
- Conception de la base de données
- Boîte à outils
- Programmation avec dBase II
- Validation des données
- Interfaçage
- Travail multifichiers
- dBase II en multiposte.

Un ouvrage format 15 × 21, 176 pages, couverture couleur.

Prix public TTC : 105 F.

En vente par correspondance à la Librairie Parisienne de la Radio, 43, rue de Dunkerque, 75940 Paris Cedex 19.

Prix port compris : 115 F.

Nous avons appris avec regret le décès de M. Jacques Pisante, fondateur de la société Siceront KF, survenu le 7 mai 1985.

Nous tenons à témoigner à M. Robert Pisante, son fils, actuel président-directeur général de la société, ainsi qu'à sa famille et à l'ensemble du personnel notre dernier hommage à l'homme exceptionnel que fut leur président.

FREQUENCEMETRE DIGITAL

(Suite de la p. 88)

LES MESURES

Tout d'abord rappelons cette loi relative à tous les affichages numériques : le digit de droite est toujours imprécis à + ou - une unité. Ainsi 9000 peut aussi bien donner « 9000 », « 9001 » que « 8999 » ; le hasard...

Pour contrôler la précision de notre appareil, nous avons utilisé un générateur de 18 fréquences étalons (de 20 Hz à 10 MHz) piloté par quartz, notre fidèle « GEFRET » (voir *Electronique Pratique* n° 37 page 99, ou *Construisez et perfectionnez vos appareils de mesures*, ETSF). Nous avons fait les constatations suivantes :

Sur le calibre adéquat, précision parfaite, jamais un seul raté. A présent, en conservant la même fréquence étalon, passons sur des calibres plus « petits » provoquant un « overflow » (dépassement) sur l'affichage. Nous devons normalement obtenir la suite des chiffres significatifs. Exemple : 10 MHz donne « 10.00 » MHz sur le cinquième calibre. En « remontant » en calibres on a « overflow » plus « 0000 ». Pas toujours ! On a parfois « 9991 », puis de nouveau « 0000 ». En fait, ce petit phénomène n'est pas une gêne dans la pratique, puisque l'appareil donne **toujours** la fréquence **exacte** avec quatre chiffres significatifs sur le calibre adéquat. Quatre chiffres (minimum) représentant une précision de 1 dix-millième ou de 0,01 %... Seuls les tailleurs de quartz ont besoin de plus de chiffres. Ajuster la fréquence d'un oscillateur, même avec un trimmer dix tours, sur seulement trois chiffres significatifs (et stables !) demande déjà une patience d'Asiatique...

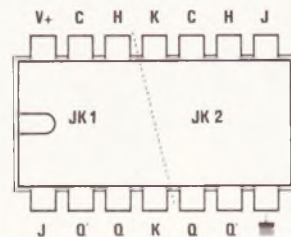
En conclusion, nous dirons que ce fréquencemètre, dont la réalisation est sans problème, nous offre une précision de mesure qui va bien au-delà de nos besoins réels.

Michel ARCHAMBAULT

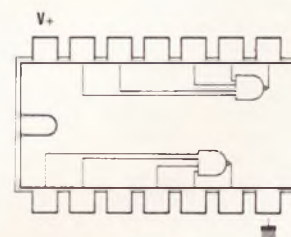
MATERIEL NECESSAIRE

CI₁ : 7413 double Trigger TTL
 CI₂, CI₃, CI₆, CI₇ : 7490 décade TTL
 CI₄, CI₅ : 4017 décade C.MOS
 CI₈ : 74107 double bascule JK TTL
 CI₉ : 7400 quadruple NAND TTL
 CI₁₀ : VA7805 régulateur 5 V/1 A
 T₁ : BF 246 FET canal N
 T₂ : 2N2222 transistor HF NPN
 T₃ : BC 308 transistor PNP
 D₁, D₂, D₃ : diodes quelconques (1N 4148)
 D₄ à D₇ : diodes de redressement (1N4001... 4007)
 Z₁ : diode Zener 5,1 V/0,4 W
 C₁ : 1 µF tantale
 C₂ : 4,7 µF tantale
 C₃ : 2,2 µF tantale
 C₄ : 1 000 µF/16 V radial
 C₅ : 100 nF (marron, noir, jaune)
 C₆ : 10 nF (marron, noir, orange)
 C₇ : 1 000 µF/16 V radial
 C₈ : 100 µF/16 V radial
 R₁ : 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)
 R₂ : 47 kΩ (jaune, violet, orange)

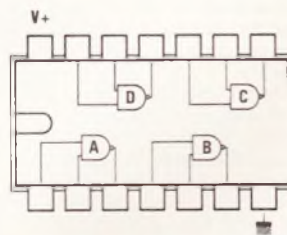
R₃ : 470 Ω (jaune, violet, marron)
 R₄ : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
 R₅ : 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)
 R₆ : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
 R₇ : 27 Ω (rouge, violet, noir)
 R₈, R₉ : 100 Ω (marron, noir, marron)
 R₁₀ à R₁₅ : 330 Ω (orange, orange, marron)
 R₁₆ : 1,5 kΩ (marron, vert, marron)
 R₁₇ : 330 Ω (orange, orange, marron)
 ROT 1 : rotacteur Lorlin 2 voies/6 positions
 IP : inter poussoir
 TRI : transformateur 220/9 V 5 VA
 Un circuit imprimé 125 × 100 mm à réaliser
 21 cosses poignard
 2 socles BNC
 2 socles pour fiches banane (rouge et noir)
 1 fiche DIN mâle 7 broches à 45°
 Fil en nappe 6 conducteurs
 1 bouton-flèche
 1 coffret ESM EC18/07 FA (voir texte)



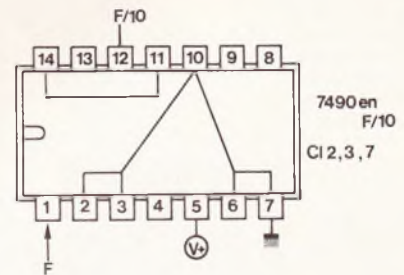
CI 8 = 74107 double JK



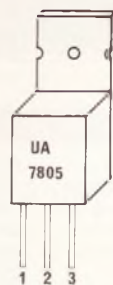
CI 1 = 7413 double trigger



CI 9 = 7400 4 NAND



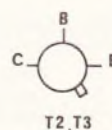
7490en F/10
CI 2,3,7



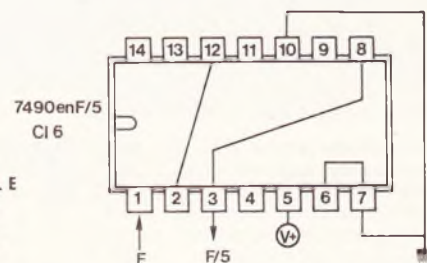
CI 1



T1



T2, T3



7490en F/5
CI 6

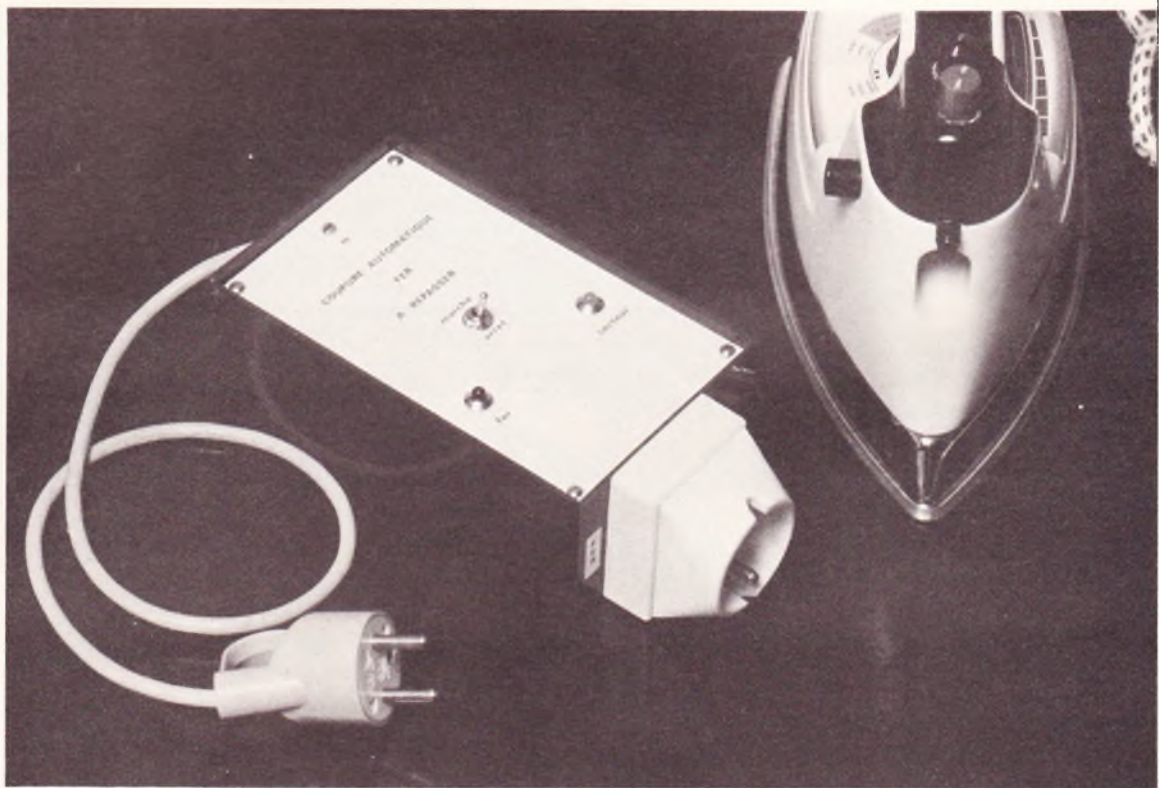
Brochages des composants.

Fig. 6



COUPURE AUTOMATIQUE POUR FER A REPASSER

Pendant son repassage, la maîtresse de maison est souvent interrompue dans sa tâche par le bébé qui pleure ou par la visite inattendue d'une voisine, ou tout simplement par le téléphone.



De « fil en aiguille », le fer peut rester branché inutilement pendant plusieurs heures, ce qui présente également un danger pour les enfants qui touchent à tout.

Avec ce montage, le fer se coupera automatiquement après deux minu-

tes d'inutilisation, ce qui apporte à la fois une économie et une sécurité.

Le prix de cette réalisation sera vite amorti, les composants sont très connus et économiques.

L'appareil est branché en série avec le fer qui peut être de n'importe quel type.

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

(fig. 1)

Le boîtier est composé principalement d'une alimentation secteur, d'un oscillateur et d'un compteur. Ce dernier commande une interface

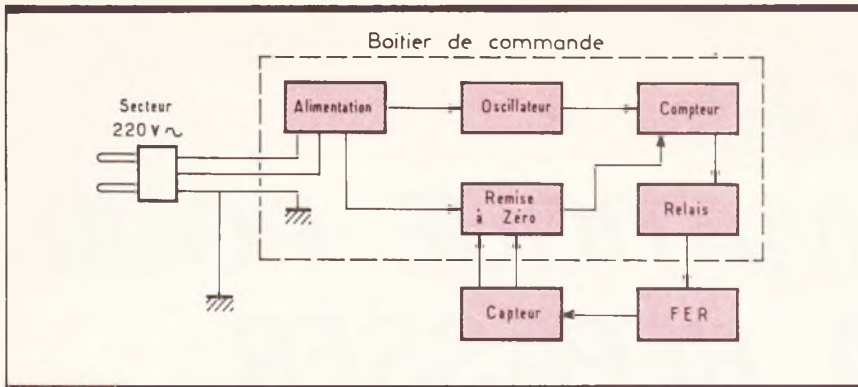


Fig. 1 *Synoptique d'un dispositif très simple.*

de puissance à relais qui alimente le fer à repasser pendant 2 mn dès la mise sous tension. Un capteur placé sur la poignée du fer remet à zéro le compteur dès que la ménagère repasse son linge.

FONCTIONNEMENT ELECTRONIQUE

(fig. 2 et 3)

Dès la fermeture de l'interrupteur marche-arrêt It_1 , les circuits sont alimentés en 12V par le régulateur IC_1 . Cette alimentation est composée du transformateur T_r , du pont redresseur D_1 à D_4 . Le filtrage d'entrée est assuré par C_1 et C_2 ; celui de sortie 12 V par C_4 et C_3 . Le fusible F protège l'ensemble du montage contre les courts-circuits.

La LED verte D_6 alimentée par R_1 indique à l'utilisateur que l'appareil est sous tension, et la diode D_5 évite que C_1 ne se décharge dans D_6 lors de l'ouverture de It_1 : ainsi la LED D_6 s'éteint instantanément lors de la coupure de It_1 . A la mise sous tension, le circuit R_3, C_5 fait une remise à zéro du compteur IC_3 pendant 0,1 seconde à travers la porte inverseuse IV de IC_2 .

La sortie 3 du compteur IC_3 étant à zéro, l'horloge composée des portes Nand I et II de IC_2 et de R_7, C_6 oscille à la fréquence d'environ 64 Hz alors que la sortie de la Nand III est à 1. Le transistor T_1 est passant, le relais RL est attiré. Le fer à repasser se trouve donc alimenté tant que son thermostat reste fermé. La LED rouge D_7 est

allumée à travers R_5 . D_8 court-circuite l'effet de self provoqué par la coupure du relais RL . Après 8 192 impulsions d'horloge, la sortie 3 du compteur IC_3 passe à 1 et bloque l'horloge par R_4 et D_9 qui devient passante. La porte Nand III de IC_2 bloque T_1 et le relais RL revient au repos. Le fer à repasser n'est plus sous tension.

Le capteur placé sur la poignée du fer est composé de deux bandes de

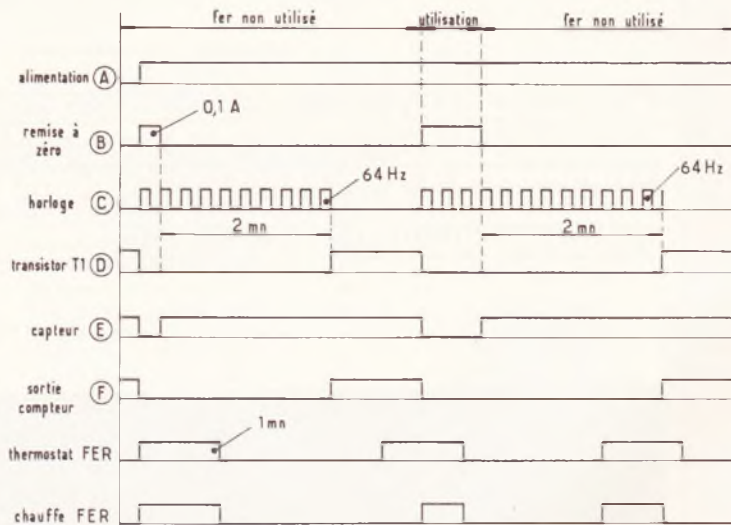
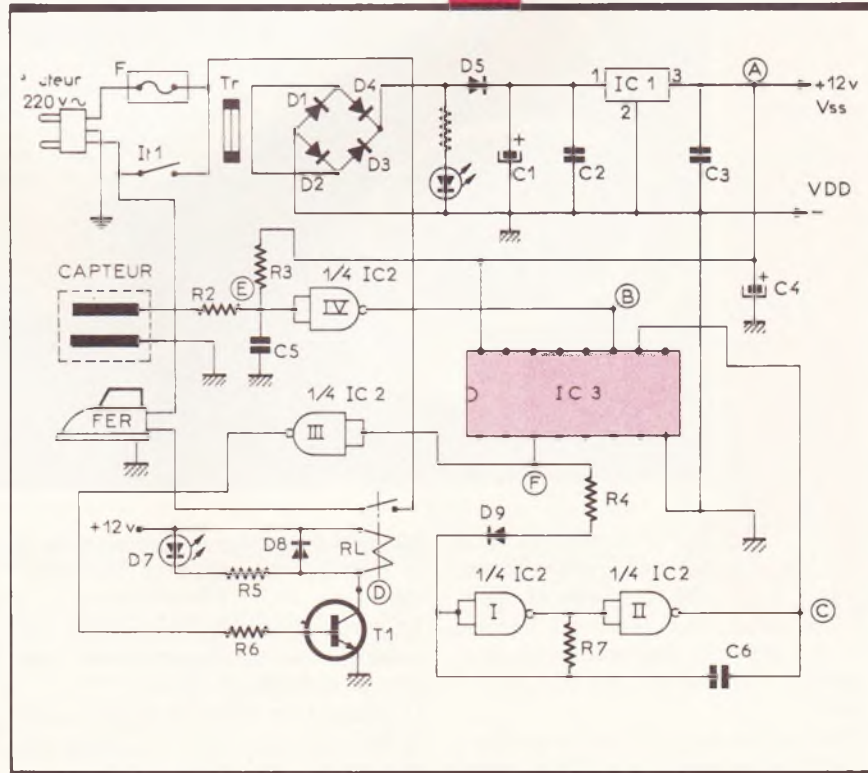


Fig. 2 *Oscillogrammes relevés en divers points du montage.*

Fig. 3 *Schéma de principe complet.*



bronze ou de laiton distantes de 1 cm. Il se comporte comme une touche sensitive. Dès que la ménagère touche la poignée du fer, la résistance R_3 étant élevée (2 M2), l'entrée de la porte Nand IV passe à zéro et le compteur Ic_3 est remis à zéro pendant tout le temps du repassage. Si la ménagère est interrompue pendant sa tâche, le fer ne reste alimenté que pendant 2 mm, ce qui apporte une économie et une sécurité pour les enfants. Cette temporisation peut paraître un peu courte, mais il faut savoir d'une part qu'un fer à repasser chauffe très vite, soit environ 1 mn sur coton à la mise sous tension et 15 secondes seulement quand le thermostat relance la chauffe.

D'autre part, le refroidissement est très lent. Donc, si l'absence est courte, le fer reste chaud et ne gêne pas l'utilisatrice. Si l'absence est longue, le refroidissement est totalement justifié et nécessaire.

REALISATION PRATIQUE

a) Le capteur (fig. 4 et 5)

Il a été réalisé à l'aide de deux bandes de laiton découpées à 75 mm de longueur, 6 mm de largeur et 0,5 mm d'épaisseur (voir figure 4). Ces bandes sont collées sur

la poignée du fer à l'aide de chat-terton et écartées de 10 mm environ. Elles peuvent être réalisées également à l'aide d'un circuit imprimé (voir fig. 5).

Fig.4

Fig.5

Détails pratiques de réalisation du capteur spécial.

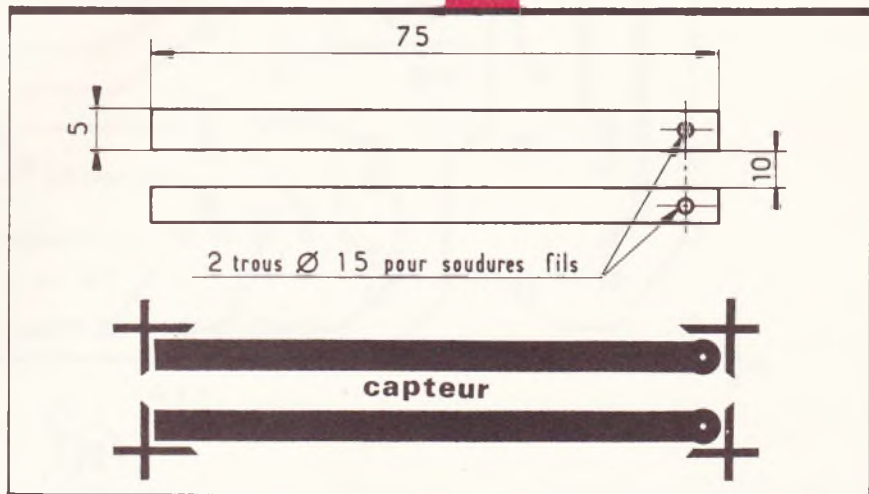
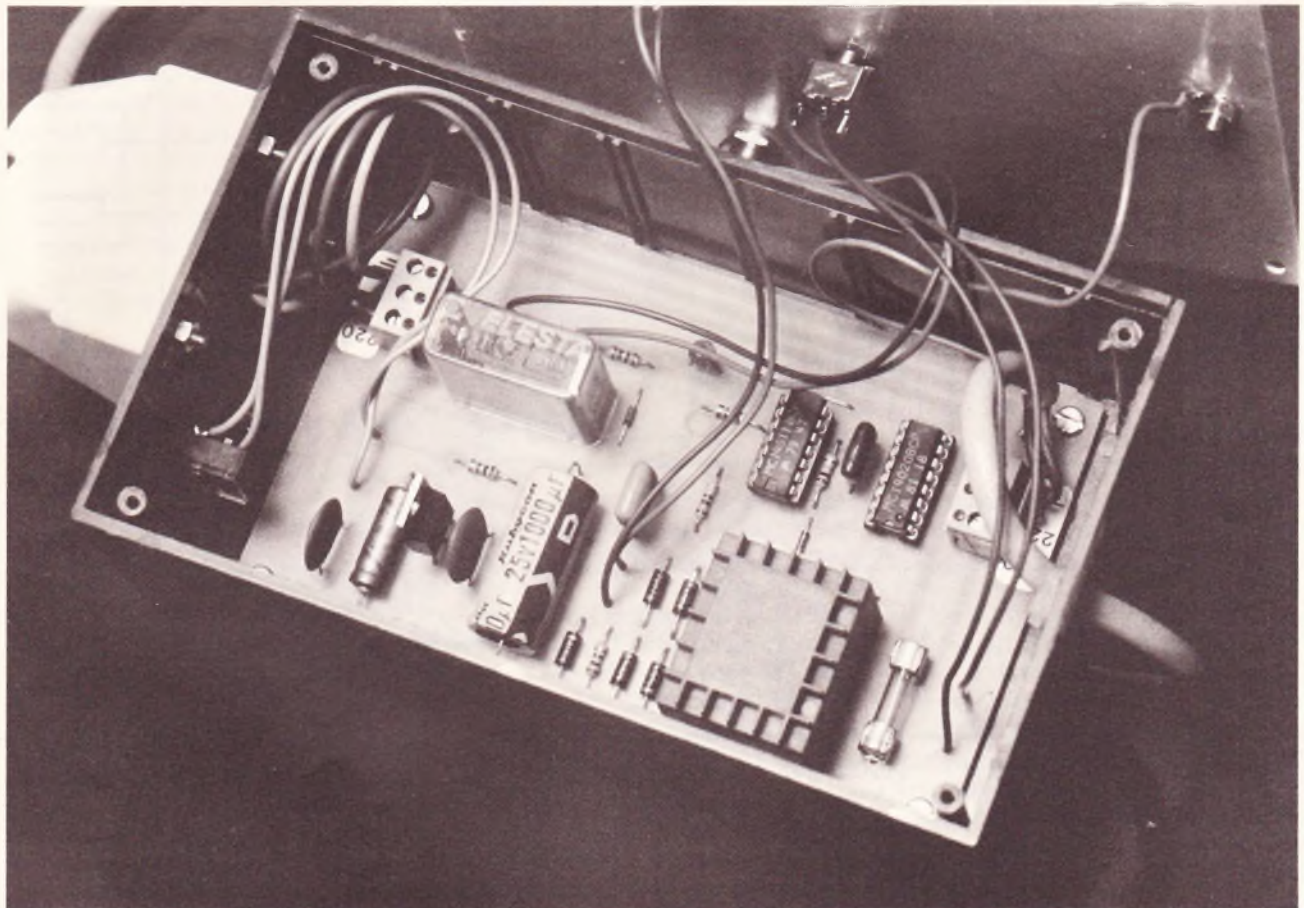


Photo 2. - La carte imprimée se fixera au fond du coffret.



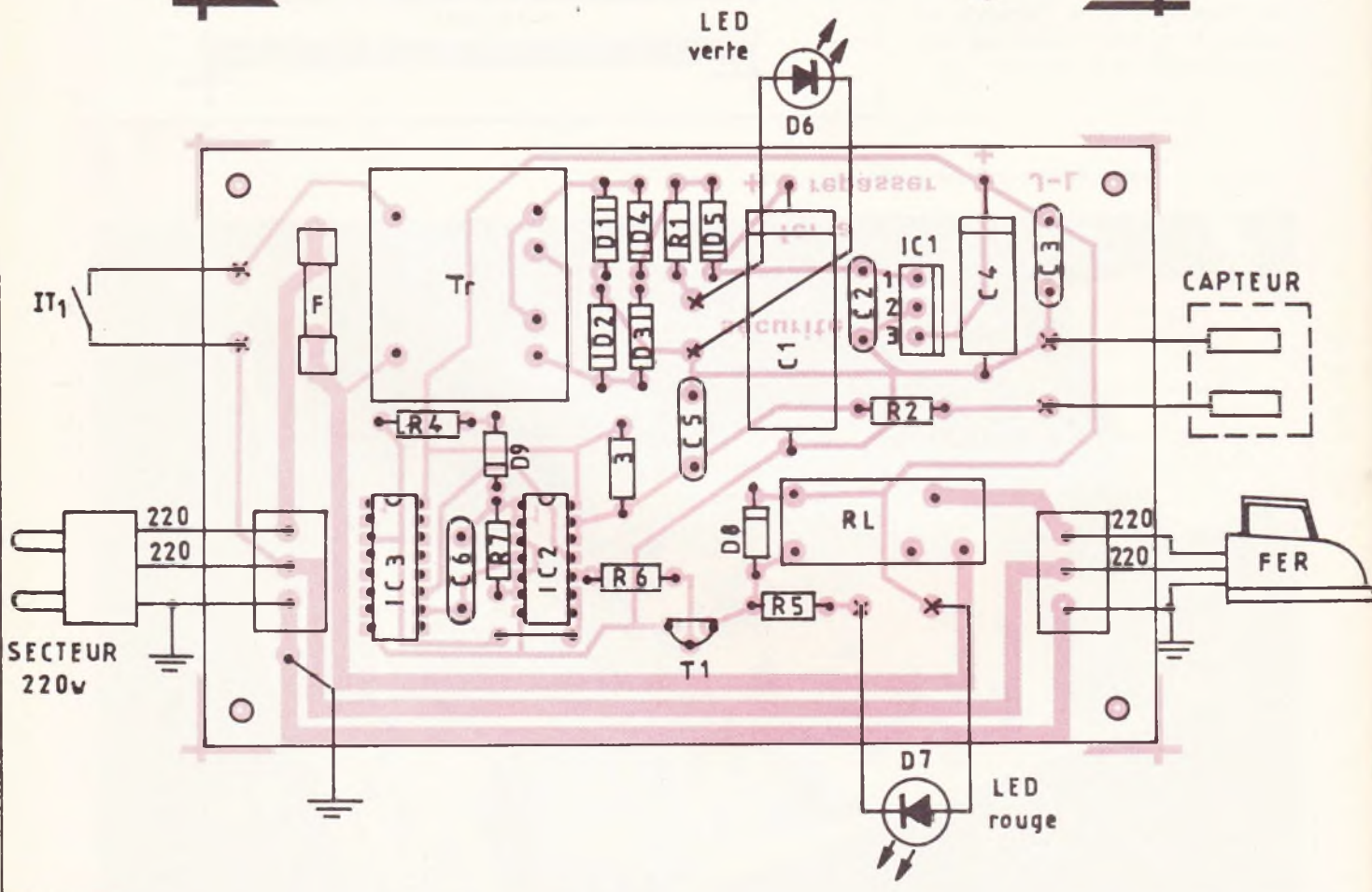
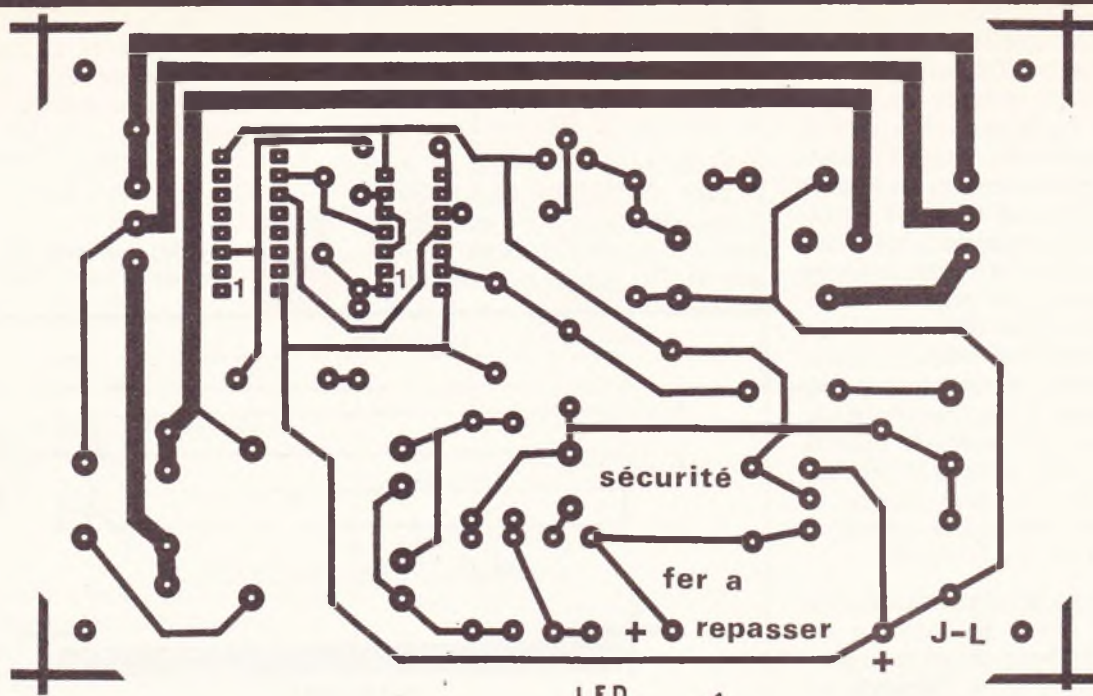


Fig. 6 Le tracé du circuit imprimé et l'implantation des éléments se reproduiront facilement à l'aide de transfert direct « Mecanorma ».

Percer aux extrémités un trou \varnothing 1,5 mm et souder un cordon de 2 fils qui sera jumelé au cordon secteur du fer. Souder à l'autre bout un jack mâle mono \varnothing 3,5 pour raccorder le capteur au boîtier de commande.

b) Le circuit principal du boîtier de commande

1. Le circuit imprimé (fig. 6)

Il est réalisé en verre époxy de dimensions 135 x 85 mm et représenté grandeur nature.

Il pourra être reproduit facilement soit par la méthode photographique à ultraviolets, plus rapide et plus précise, soit à l'aide de pastilles et de bandes transfert Mécanorma disponibles chez la plupart des fournisseurs de composants électroniques. Plonger le circuit dans un bain de perchlorure de fer afin d'obtenir la gravure. Percer le circuit avec les forets suivants : \varnothing 0,8 mm pour les circuits intégrés IC₂ et IC₃; \varnothing 1 mm pour les résistances, les diodes, les condensateurs, le strap et le transistor T₁; \varnothing 1,2 mm pour le régulateur IC₁, les deux borniers à vis d'alimentation et les sorties de fil allant à IC₁, D₆, D₇ et le capteur; \varnothing 1,4 pour le fusible, le transformateur et le relais; \varnothing 3,5 pour les 4 trous de fixation du circuit imprimé dans le boîtier Teko plastique P/3.

2. Implantation des composants (fig. 7)

Souder d'abord le seul strap, puis les résistances et les diodes en faisant attention à leur sens. Mettre les quatre vis \varnothing 3 longueur 10 mm, aux quatre coins du circuit pour la fixation. Souder les deux supports des intégrés IC₂ et IC₃, puis les condensateurs et le transistor en faisant attention à leur sens, puis le support du fusible, les deux borniers à vis d'alimentation (dominos), puis le transformateur et le relais. Souder dix fils souples de 15 cm de longueur pour It₁, D₆, D₇, le capteur et pour relier la face avant à la terre.

c) Préparation du boîtier (fig. 8)

1. La face avant

Après avoir percé les trous de la face avant du boîtier Teko plastique P/3 comme indiqué figure 8, décalquer à l'aide de lettres transfert les noms des diverses commandes de l'appareil. Fixer les composants de la face avant du boîtier (interrupteur It₁, LED D₆ et D₇ avec leur support chromé \varnothing 8 mm et la vis \varnothing 3 avec cosse à relier à la prise de terre).

2. Le boîtier (fig. 9)

Sur un petit côté du boîtier seront fixées la prise secteur femelle d'alimentation du fer et la prise jack

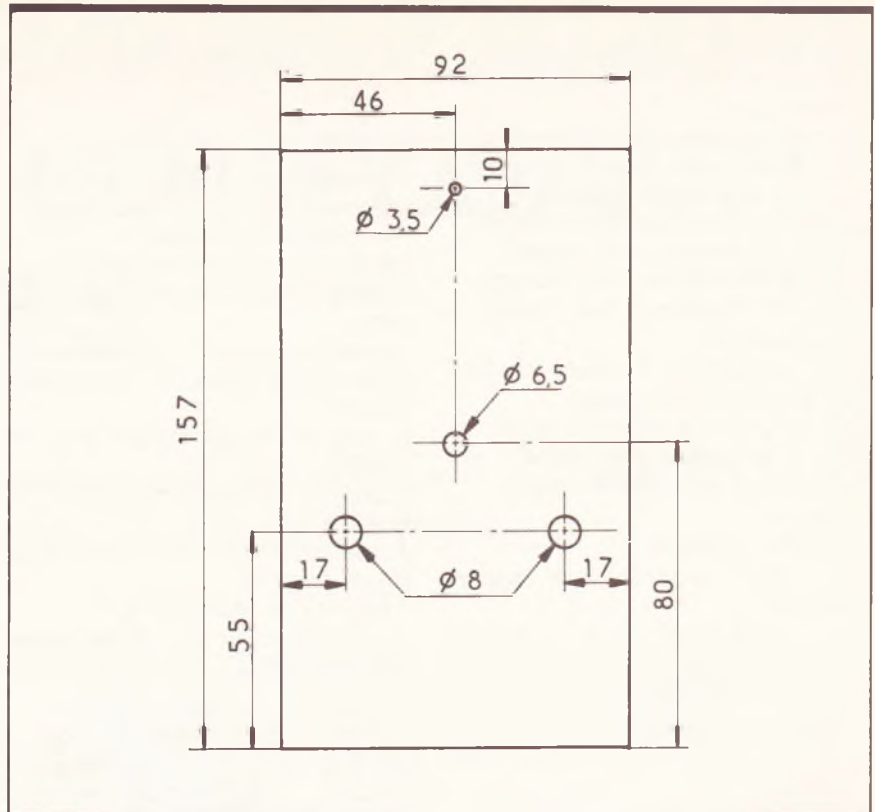
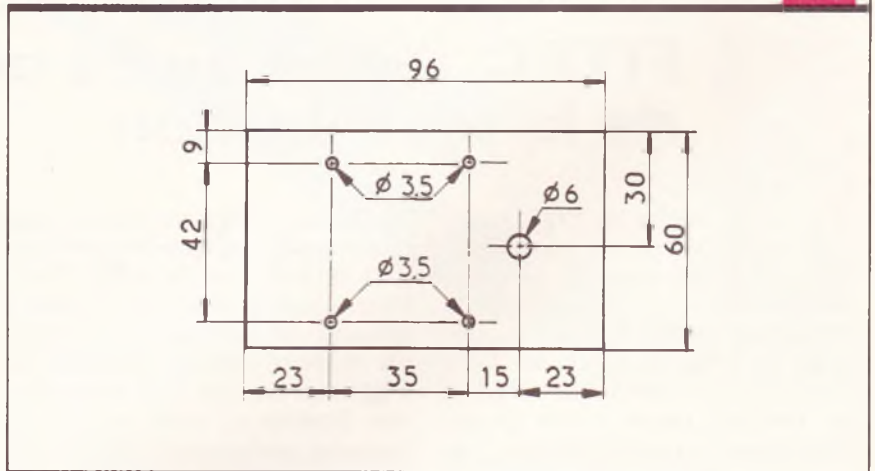


Fig. 8 Plan de découpe de la face avant du coffret P/3 Teko.

Perçage du côté du boîtier.

Fig. 9



mono femelle châssis \varnothing 3,5 du capteur. Les quatre trous \varnothing 3,5 correspondent à la prise secteur et le trou \varnothing 6 est prévu pour le jack du capteur. Sur l'autre petit côté, un trou \varnothing 6,5 est prévu pour l'alimentation secteur du montage. Bloquer le cordon à l'intérieur par un clip plastique pour éviter de tirer sur les connexions.

d) Essais

Brancher le fer à repasser sur la prise femelle du boîtier de commande et le jack du capteur à l'en-

trée correspondante. Relier le cordon d'alimentation au secteur 220 V et mettre It₁ sur marche, les deux LED doivent s'allumer, le fer doit chauffer. Le voyant du thermostat du fer doit s'éteindre après 1 mn environ et la LED rouge s'éteint 2 mn après la mise sous tension. Dès que l'on saisit la poignée du fer, le LED rouge doit se rallumer pour 2 mn. En fin de repassage, ne pas oublier de remettre It₁ sur arrêt, la LED verte doit s'éteindre.

Jacques LEGAST
(Liste des composants au dos)

LISTE

DES COMPOSANTS

Résistances 1/4 W 5 % :

- R₁ : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
- R₂ : 10 kΩ (marron, noir, orange)
- R₃ : 2,2 MΩ (rouge, rouge, vert)
- R₄ : 10 kΩ (marron, noir, orange)
- R₅ : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
- R₆ : 10 kΩ (marron, noir, orange)
- R₇ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)

Condensateurs

- C₁ : 1 000 μF, 25 V chimique axial
- C₂, C₃ : 0,1 μF céramique
- C₄ : 47 μF, 16 V chimique axial
- C₅ : 47 nF plastique métallisé
- C₆ : 100 nF plastique métallisé

Diodes :

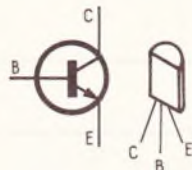
- D₁ à D₅ : 1N 4004
- D₆ : LED verte Ø 5 + support chromé
- D₇ : LED rouge Ø 5 + support chromé
- D₈, D₉ : 1N 4148

Circuits intégrés :

- IC₁ : régulateur 12 V positif MC 7812
- IC₂ : 4 Nand à 2 entrées MC 14011
- IC₃ : compteur binaire 14 étages MC 14020

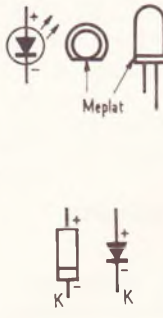
Divers :

- T₁ : transistors NPN BC 337
- 1 transformateur 220 V/12 V 1,5 VA surmoulé pour circuit imprimé
- 1 fusible verre Ø 5 mm de 6,3 A + support
- 1 interrupteur miniature
- 1 prise secteur mâle avec terre
- 1 prise secteur femelle châsis avec terre
- 1 prise jack mono Ø 3,5 mm mâle
- 1 prise jack mono Ø 3,5 femelle châsis
- 1 support circuit intégré DIL 16 broches
- 1 support circuit intégré DIL 14 broches
- 1 relais 1RT 12 V (6 A/220 V) pour circuit imprimé
- 1 boîtier Teko plastique P/3
- 2 borniers à vis à 3 bornes pour circuit imprimé

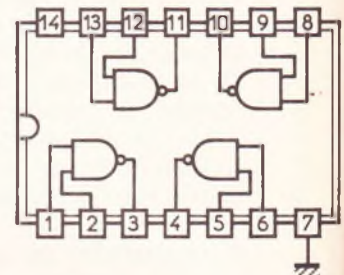
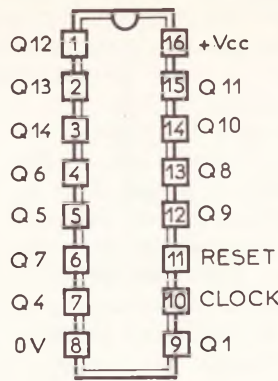


Régulateur 12v positif MC 7812

- 1 entrée
- 2 masse
- 3 sortie +12 v



DIVISIONS		BROCHES
0		
2	Q1	9
4	Q2	/
8	Q3	/
16	Q4	7
32	Q5	5
64	Q6	4
128	Q7	6
256	Q8	13
512	Q9	12
1024	Q10	14
2048	Q11	15
4096	Q12	1
8182	Q13	2
16364	Q14	3



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



FITEC... une autre conception de la distribution

Fondée en 1977, la société Fitec est spécialisée dans l'importation et la distribution de composants actifs. Elle est notamment distributeur agréé de TAG (thyristors et triacs miniaturisés) et de FAGOR (diodes zener de redressement et redressement rapide).

Toutefois, les responsables de Fitec ont toujours considéré que le rôle d'un distributeur n'est pas limité à la vente exclusive des cartes officiellement représentées. Il doit être un intervenant actif dans l'intérêt de ses clients et notamment en périodes de pénuries (ce qui est fréquent dans le domaine des composants électroniques).

C'est pourquoi Fitec gère des stocks-tampons où l'on trouve les marques les plus prestigieuses : Motorola, NSC, Texas, R.T.C., ITT/Intermetal, General Electric, Toshiba, Nec, Hitachi, etc. Ainsi,

l'utilisateur confronté à une situation d'approvisionnements difficiles peut toujours s'adresser chez Fitec. Gérer un stock constitue une lourde charge et les gens de Fitec sont plutôt réalistes dans ce domaine. Ils n'ignorent pas que leurs possibilités sont limitées et qu'ils ne peuvent répondre systématiquement à la demande, notamment lorsque les quantités souhaitées sont importantes.

Pour parer à cet inconvénient inévitable, Fitec s'est transformée en « importateur-express », ses structures légères (six personnes) lui confèrent une grande rapidité d'action.

Elle dispose de deux bureaux, l'un à New York (dirigé par Ted Gordon) pour tous les produits américains, l'autre à Genève (sous la responsabilité de Guy Delaborde) pour les composants du reste du monde (Japon, R.F.A., Grande-Bretagne, notamment).

Dès lors, le processus est simple : on dépanne le client pour une partie de la quantité demandée grâce au stock-tampon et, simultanément, on alerte le bureau concerné pour obtenir le solde dans les meilleurs délais.

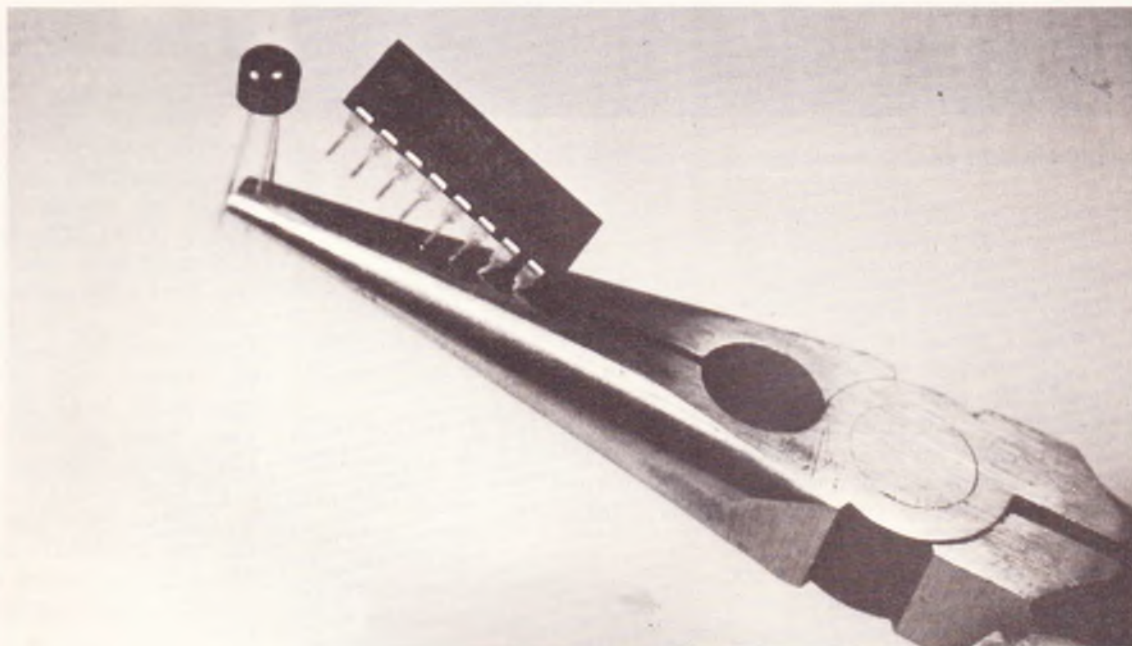
Ce procédé, particulièrement adapté aux conditions économiques actuelles (demande fluctuante, pénuries brutales), exige une parfaite connaissance du marché local et mondial, ainsi que des produits. L'intuition ne fait pas tout, il faut aussi être bien informé...

En tout état de cause, cette façon de concevoir la distribution a fort bien réussi à Fitec. Son chiffre d'affaires s'est accru de 50 % entre 1983 et 1984 (8 à 12 MF) et il devrait atteindre 20 MF en 1985.

Fitec
156, rue de Verdun
92800 Puteaux
Tél. : 722.68.58

LA MANIPULATION DES COMPOSANTS ACTIFS

Transistors et circuits intégrés sont dans un montage les composants les plus chers et, hélas, les plus fragiles.



Ils craignent non seulement les surchauffes, au soudage ou en fonctionnement, mais aussi certaines contraintes mécaniques. Ce genre d'ennuis n'aura plus lieu grâce à quelques trucs et bonnes habitudes.

LE SOUDAGE DES TRANSISTORS

La bêtise que l'on rencontre le plus souvent est d'avoir percé l'époxy avec une mèche de \varnothing 1 mm. Première constatation : le composant bouge trop facilement dans ses trois trous, ce qui constitue une première

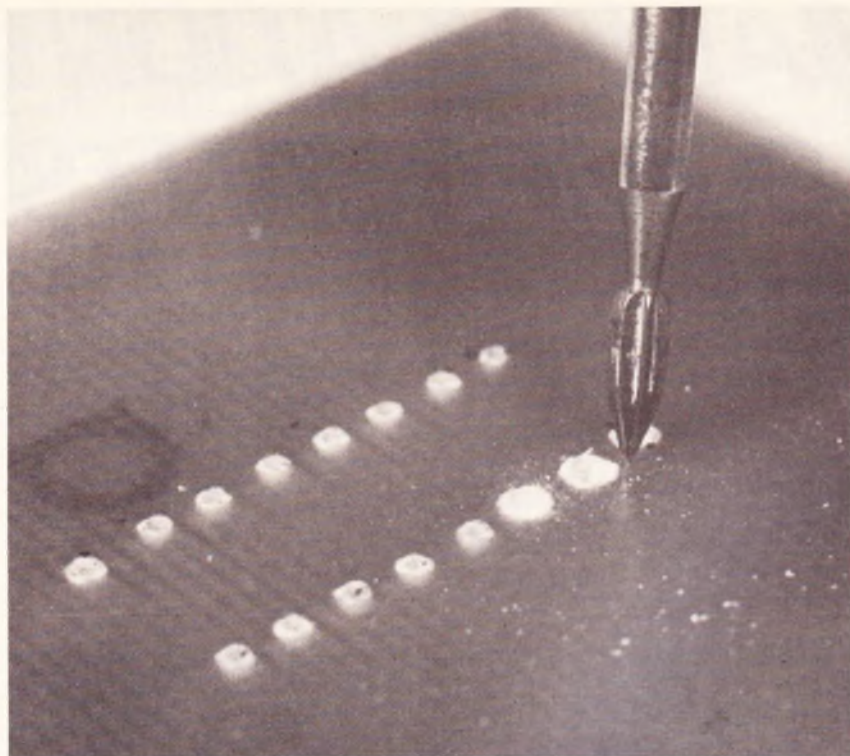
gêne pour le soudage. D'autre part, les fines pattes du transistor ($\approx \varnothing$ 0,5 mm ou moins) semblent perdues dans de tels puits, et faire tenir de l'étain à la fois sur la patte et la pastille cuivrée n'est pas chose facile ! D'où surchauffe du transistor, et bien sûr à trois reprises. Les risques de « soudure sèche » sont alors très grands. Si on avait percé à 0,8 mm il n'y aurait eu aucun de ces problèmes.

Côté esthétique il faut éviter le « transistor ivrogne » (qui bascule de côté). C'est pourtant facile : **ne soudez qu'une seule patte**, retournez l'époxy, mettez la bête bien

d'aplomb puis soudez les deux autres pattes. C'est primordial si ce transistor doit être, ou risque d'être coiffé par un radiateur.

Il faut qu'il reste au moins 5 mm entre le bas du boîtier et le dessus de l'époxy. Pourquoi ? Pour éviter la surchauffe au soudage ; et le transistor pourra ainsi être des-soudé facilement. On pourra ensuite, côté composants, mesurer la tension entre ses pattes.

N'intercalez surtout pas une « perle d'épaisseur », sorte de tube en plastique à 3 ou 4 trous ; leur unique intérêt concerne le câblage de grandes séries, à la chaîne, ce n'est pas notre cas...



Cette petite fraise évase les trous pour engager les pattes des CI.

Si vous avez à souder un transistor spécial, coûteux et fragile (UHF), commencez par lui en accrochant une pince crocodile (radiateur temporaire) entre boîtier et époxy pour le soudage. C'était jadis la technique pour souder les anciens transistors au germanium (heureusement complètement disparus aujourd'hui).

LA PREPARATION DES CIRCUITS INTEGRES

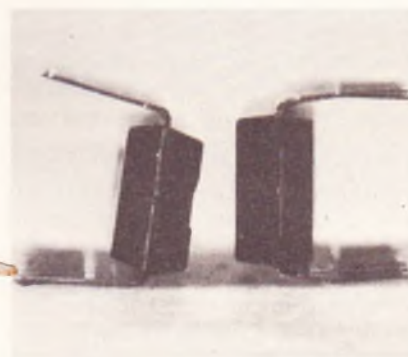
Pour enfoncer un CI dans un support ou dans de l'époxy à l'écartement normalisé, il faut que les pattes soient perpendiculaires au boîtier. Or, vous avez remarqué qu'un CI neuf a les « jambes écartées » ; il s'agit là d'une norme internationale ancienne qui permettait aux constructeurs d'empiler les CI, d'où un gain en volume très appréciable.

Pour amener les pattes d'équerre, le meilleur outil est le dessus de table : posez le CI sur le flanc, ramenez le boîtier perpendiculaire à la table, puis opérez de même avec l'autre rangée de pattes.

Il arrive qu'une patte d'un CI neuf présente un pliage accidentel. N'es-

sayez surtout pas de la remettre en place à main nue, vous feriez un massacre ! Utilisez une petite pince plate ou bien des brucelles ou une pince à épiler.

Prenez garde aux inscriptions sur le boîtier car certaines encres blanches partent très facilement avec des mains moites...



Mettre les pattes perpendiculaires au boîtier en s'appuyant sur la table.

L'ELECTRICITE STATIQUE

Tous les composants à très haute impédance d'entrée tels que FET, CI C.MOS et ampli-op BI-FET (TL 081, CA3130, etc.) peuvent

être détruits en les touchant avec des doigts chargés d'électricité statique.

Les générateurs d'électricité statique sont principalement les moquettes et les vêtements en acrylique. Le record étant obtenu par une chemise en polyamide (nylon) plus un sous-pull en acrylique ($\approx 1\ 000\ V!$).

Un seul remède : la « plaque de terre ». C'est par exemple une plaque en aluminium en permanence reliée à la terre (terre du secteur, tuyauterie d'eau ou à la rigueur de chauffage central). Cette plaque sera sur la table de travail. On y « essuie » ses doigts de temps à autre, on la touche avec la panne du fer à souder avant de souder ces composants fragiles.

LA SOUDURE DES CI

Tout d'abord le perçage de l'époxy, à $\varnothing 0,7$ ou $0,8$ mm, mais ensuite il est très pratique d'évaser les trous côté composants en remplaçant la mèche par une petite fraise (voir photo). C'est très rapide, et ces mini-entonnnoirs vont rendre l'insertion des CI (ou des supports) quasi instantanée.

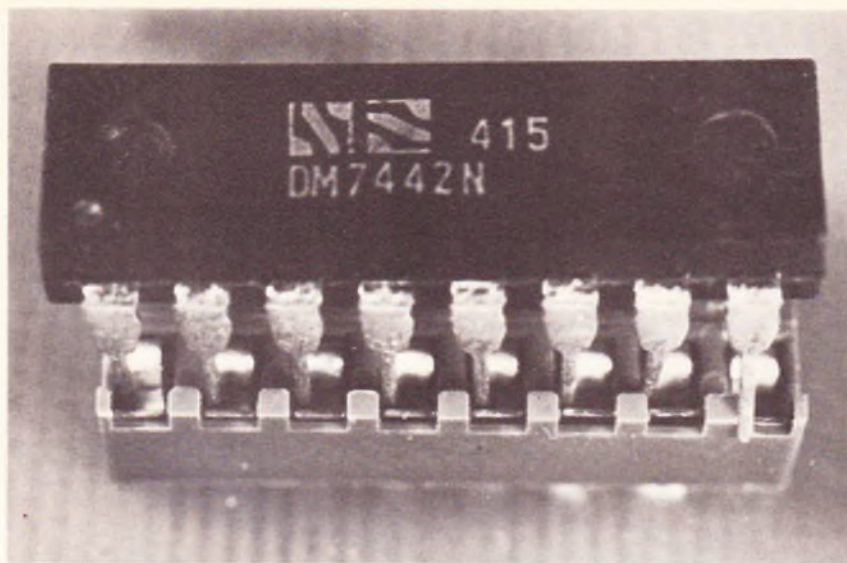
Commencez par souder deux pattes en diagonale, puis vérifiez que côté composants le CI ne « lève pas le nez » avant de souder les autres. Deux cas se présentent alors :

- s'il s'agit d'un CI, ne soudez pas les pattes laissées « en l'air », ce serait une surchauffe inutile. Attendez 3 à 5 secondes entre chaque soudure, ou entreprenez un autre CI ;

- s'il s'agit d'un support, il faut obligatoirement souder toutes les pattes, même celles qui ne servent pas. Sinon, en enlevant le CI, celui-ci amènerait avec lui les « lyres » en laiton non soudées...

LES SUPPORTS DE CI

Les pièces en laiton assurant les contacts s'appellent des « lyres ». On peut en extraire facilement en les poussant par le bas. Il existe parfois des supports très bon marché où le contact ne se fait que sur la face extérieure des pattes du CI, c'est une source d'ennuis, bannissez-les. Il faut des « double lyres » qui feront contact avec les deux faces des pattes de CI.



Vérifier que le CI est bien centré avec toutes ses pattes engagées avant l'insertion.

La plupart des supports comportent un repère d'orientation, comme sur un CI ; respectez-le, cela pourra éviter des étourderies futures, par exemple en remplaçant le CI.

L'insertion d'un CI dans un support est chose délicate : il faut d'abord le positionner en vérifiant que toutes les pattes sont au centre de chaque lyre (méfiez-vous des lyres aux lèvres larges). Puis il faut l'enfoncer avec les deux pouces à la fois, car il est essentiel que les poussées aux deux extrémités soient identiques : si on insère d'abord un bout et puis l'autre, il y aura des pattes pliées, d'où des mauvais contacts avec certaines lyres, et vous ne le verrez pas ! (une panne super vicieuse...).

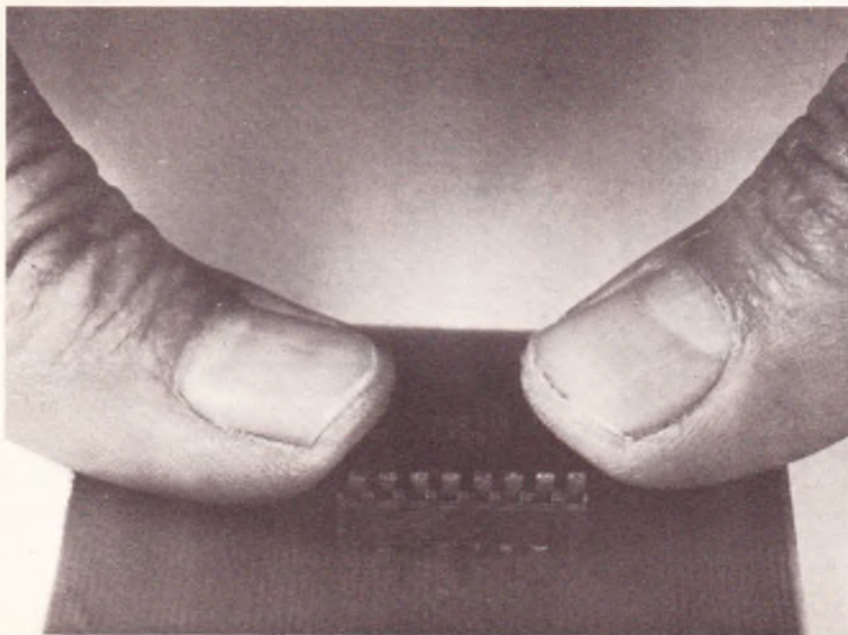
Inversement, pour extraire un CI d'un socle, il faudra assurer un bon

parallélisme CI/époxy, sinon gare aux pattes !

LE CAS DES BOITIERS CYLINDRIQUES

Ces CI en boîtiers cylindriques sont à présent fort rares, mais on en trouve encore. Ne concevez pas votre circuit imprimé avec la disposition circulaire des broches, mais bien en disposition DIL, il suffira de plier et d'écarter leurs longues pattes. Trois avantages : on peut utiliser un socle DIL ; la conception du circuit imprimé est bien plus facile ; on pourrait plus tard remplacer ce CI par sa présentation moderne en boîtier DIL.

Pour une insertion bien parallèle, appuyer avec les deux pouces en même temps.



LES RADIATEURS

Il est scandaleux qu'un radiateur en aluminium soit vendu plus cher que le composant silicium à refroidir. De fait, les amateurs ont pris l'habitude d'utiliser d'autres profilés d'aluminium, cornières, rails de rideaux, etc. C'est valable mais à trois conditions :

– **L'épaisseur** doit être environ une fois et demie (ou plus) celle de la semelle métallique du composant. C'est normal, il faut que les calories puissent s'évacuer rapidement vers le reste du radiateur sans être « étranglées » par une épaisseur trop faible. Exemple, si vous fixer un 2N 3055, au centre d'une feuille d'aluminium de 2 dm², mais de 0,5 mm d'épaisseur, le transistor sera brûlant mais l'aluminium à peine tiède...

– **La surface** de l'aluminium doit être grande afin que les calories amenées puissent être évacuées par l'air ambiant. Comme l'air est un mauvais conducteur thermique, cet échange est long.

– **La planéité** sous le composant doit être parfaite pour une grande surface d'échange. C'est justement parce que l'air est mauvais conducteur que l'on préfère le remplacer par une légère couche de graisse très visqueuse, aux silicones afin qu'elle ne coule pas en s'échauffant. Rien n'est plus stupide que d'utiliser une pièce de monnaie comme radiateur...

Autre problème, celui de l'isolement électrique. Il y a des semelles de composants qui sont isolées, d'autres non. Et pour un triac en 220 V, cela peut être dangereux... Pour cela il existe des plaquettes de mica et de la visserie avec rondelles isolante. A défaut, c'est la fixation du radiateur au coffret qui assurera l'isolement. Un petit truc, utilisez du bois comme intermédiaire, c'est beaucoup plus sûr que du plastique.

CONCLUSION

Parfois, certains lecteurs écrivent à la rédaction : « ... j'ai scrupuleusement respecté le tracé du circuit imprimé, j'ai monté des composants neufs et ça ne marche pas... », mais ont-ils respecté ces quelques précautions élémentaires ?

Michel ARCHAMBAULT

Quelques applications du 4011 !

MONTAGE

ANTI-REBONDS (fig. 13)

Pour attaquer des compteurs électroniques à l'aide des contacts traditionnels, il est impératif de veiller à supprimer les inévitables rebondissements des contacts occasionnant des impulsions indésirables. Le schéma suivant propose une solution souvent utilisée pour résoudre ce genre de problème. Nous verrons plus loin que l'on peut également utiliser un dispositif monostable.

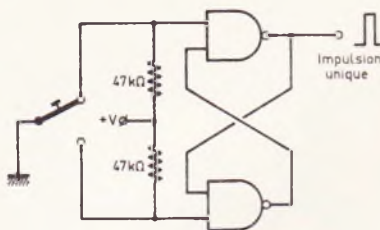


Fig. 13

MONTAGE TRIGGER

DE SCHMITT (fig. 14)

C'est un détecteur de seuil dont l'état de sortie dépend uniquement de la tension à l'entrée qui, en diminuant ou en augmentant, franchit

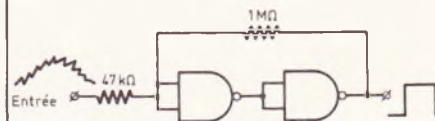


Fig. 14

BASCULE

MONOSTABLE (fig. 15)

Ce dispositif également très utilisé peut s'apparenter à une temporisation, c'est-à-dire que la sortie de la bascule change d'état pendant une durée déterminée par la valeur de quelques composants. Avec les

portes NAND, le monostable réagit aux impulsions négatives, c'est-à-dire passant de 1 à 0. A la sortie, un signal similaire est disponible, dont la durée est facilement réglable. Avec deux inverseurs supplémentaires, nous pouvons adapter notre bascule à toutes les situations. Voici un schéma possible :

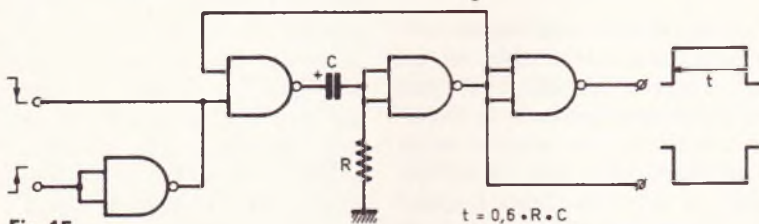


Fig. 15

certaines valeurs présentant entre elles un écart appelé encore hystérésis. On peut dire qu'il s'agit d'un dispositif bistable ; ce montage permet de transformer une valeur croissante ou décroissante en un signal logique très net.

La figure 17 présente un autre schéma doté d'une commande sensitive :

MONTAGE

BISTABLE (fig. 11)

Nous pouvons sans peine qualifier ce montage de mémoire, car il prend en compte pour une durée indéterminée une information bi-

naire et la garde intacte jusqu'à la réception d'un ordre d'annulation. Nous vous proposons un premier schéma fort simple et souple puisqu'il dispose de deux sorties opposées et de commandes par des poussoirs identiques à fermeture.

BASCULE JK

Il est encore possible, à l'aide du circuit C-MOS 4011, de réaliser des bascules du type JK, dont le fonctionnement ressemble à celui d'un télérupteur. Toutefois, pour une bonne fiabilité, il est nécessaire d'utiliser plus de portes NAND que n'en comporte un circuit intégré. Il est donc raisonnable dans ce cas d'utiliser un circuit spécialisé qui comporte deux bascules JK distinctes (C-MOS 4027).

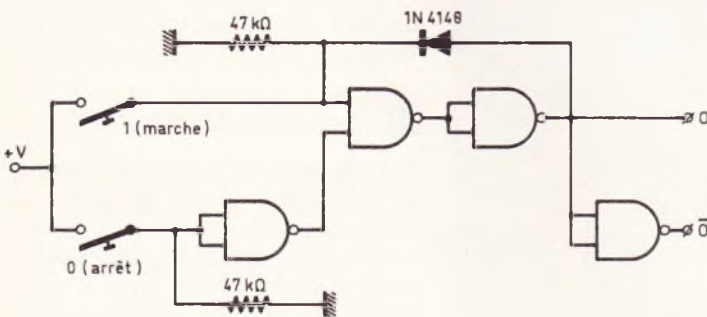


Fig. 16

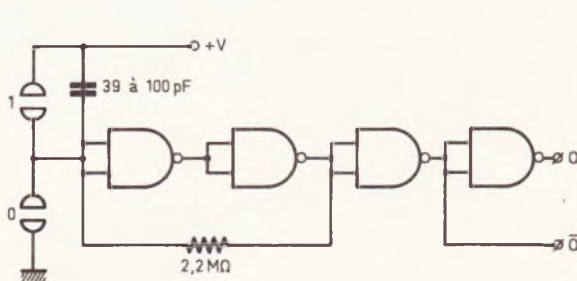


Fig. 17

AMPLIFICATEUR ANALOGIQUE

Cette application peu connue des circuits C-MOS permet de réaliser

à peu de frais une chaîne d'amplification analogique, évitant ainsi l'emploi d'un circuit amplificateur spécial ou de quelques transistors (fig. 18).

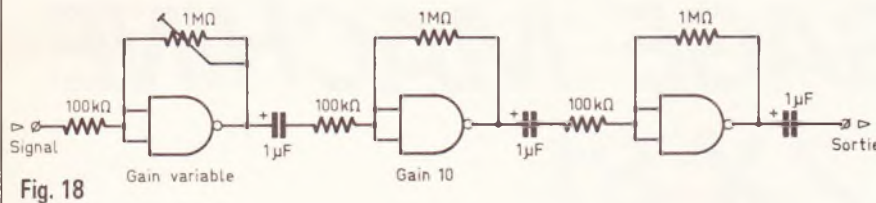


Fig. 18

QUELQUES CARACTERISTIQUES PRATIQUES DU CIRCUIT C-MOS 4011

Schéma d'une porte : elle est composée de deux transistors MOS canal P et de deux transistors MOS canal N (fig. 19).

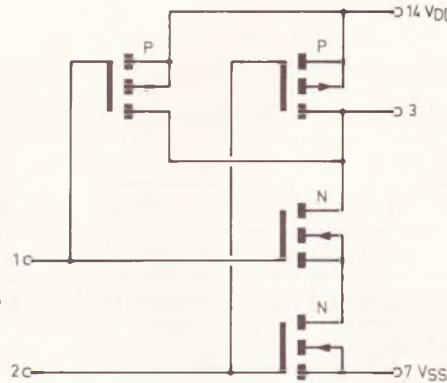


Fig. 19

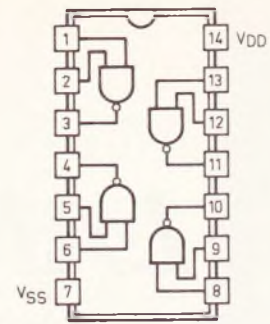


Fig. 20

Le circuit 4011 est disponible en boîtier Dual in line (TO 116). Il supporte au maximum une tension continue telle que : $V_{SS} = -0,3 \text{ V}$ et $V_{DD} = +15 \text{ V}$; la puissance totale de dissipation est d'environ 200 mW. La température de fonctionnement doit se situer entre -40° et $+80^\circ \text{ C}$ (fig. 20).

Un circuit universel à ce point mérite bien que quelques pages lui soient consacrées, et nous irons même jusqu'à lui attribuer le qualificatif de petit bijou...

Guy ISABEL

MULTIMETRES NUMERIQUES



DA 105

Le Multimètre le plus compact de la gamme 0,5% de précision en Vcc Grande simplicité d'emploi Fonction Vcc, Vca, Icc, R

451 F TTC



Digimer 30

2000 pts de Mesure Précision 0,5% ± 1 Digit. Affichage par LCD Polarité et Zéro Automatiques 200 mV à 1000 V = 200 mV à 650 V = 200 μA à 2A = et 200 Ω à 20 MΩ Alim. : Bat. 9 V ref 6 BF 22 Accessoires : Shunts 10 A et 30 A Pincettes Ampèremétriques Sacoche de transport

845 F TTC



ISKRA 6010

2000 pts de Mesure Précision 0,5% ± 1 Digit. Affichage par LCD Polarité et Zéro Automatiques Indicateur d'usure de batterie 200 mV à 1000 V = 200 mV à 750 V 200 μA à 10 A = et 200 Ω à 20 MΩ Alim. : Bat. 9 V ve F 6BF 22 Accessoires : Sacoche de transport

706 F TTC

Je désire recevoir une documentation, contre 4 F en timbres

ISKRA France

364 RUE LECOUBE 75015

Nom
Adresse :
Code postal :

DEVENEZ DETECTIVE

En 6 mois, l'ECOLE INTERNATIONALE DE DETECTIVES-EXPERTS (organisme privé d'enseignement à distance) vous prépare à cette brillante carrière.

L'E.I.D.E. est la plus importante et la plus ancienne école de détectives fondée en 1937.

Formation complète pour détectives privés. Certificat de scolarité en fin d'études. Possibilités de stages dans un bureau ou une agence de détectives.

Gagnez largement votre vie par une situation BIEN A VOUS. N'HESITEZ PAS.

Demandez notre brochure gratuite n° F23 à :

E.I.D.E., 11 Fbg Poissonnière 75009 Paris

BELGIQUE : 13, Bd Frère-Orban 4000 Liège

BON pour recevoir votre brochure gratuite :

NOM
PRENOM
ADRESSE
CODE POSTAL [] [] [] [] VILLE

LANGAGE MACHINE SUR ZX 81

Ce mois-ci nous allons enfin passer aux choses sérieuses : un programme en langage machine consiste en une suite d'instructions codées, directement compréhensibles et exécutables par le micro-ordinateur, contrairement au Basic qui est lui-même un langage évolué proche de l'anglais, mais qui, en fin de compte, doit, lui aussi, être traduit en codes avant d'être exécuté par la machine.

Nous allons gagner beaucoup de temps en supprimant des intermédiaires. Les codes figurent tous dans la ROM du ZX 81. Il est hors de question dans cette initiation d'étudier toutes les instructions codées du Z 80, le microprocesseur qui pilote notre ordinateur ; il en existe en effet près de 700 différentes ! Nous verrons que la connaissance de quelques-unes d'entre elles suffira largement à nos premiers besoins.

Lorsque les codes correspondant aux instructions à réaliser sont définis, il reste encore à les implanter en mémoire puis à lancer le programme en langage machine à l'aide de l'instruction Basic USR (elle appelle en fait un sous-programme comme GOSUB). USR sera suivi évidemment de l'adresse d'implantation.

La méthode d'implantation des codes qui nous semble la plus sim-

ple pour les débutants consiste à réserver en mémoire une place suffisante à l'aide de l'instruction REM suivie d'un nombre suffisant de caractères quelconques, destinés à être remplacés ultérieurement par tous les codes du programme en langage machine.

Il faudra obligatoirement implanter cette ligne en tête d'un programme par :

```
1 REM XXXXCARACTERESXQUELCONQUESXXX
```

Les codes se trouveront logés à une adresse fixe de la zone mémoire réservée au programme et qui débute, par ailleurs, à l'adresse 16509. En outre, l'adresse du premier octet ré-

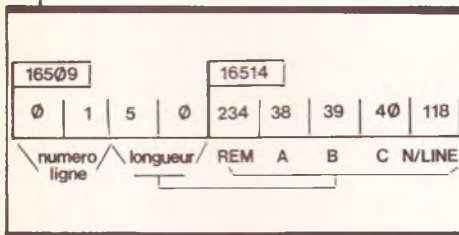
servé par REM, ou premier code en langage machine, est égale à 16514. Essayons de l'expliquer par ce programme :

```
1 REM ABC
10 FOR I=16509 TO 16517
20 PRINT I,PEEK I
30 NEXT I
```



16509	0
16510	1
16511	5
16512	0
16513	234
16514	38
16515	39
16516	40
16517	118

La figure 1 précise de quelle manière est rangée la ligne REM en mémoire :



Les adresses 16509 et 16510 contiennent le numéro de la ligne, soit respectivement l'octet de poids fort, puis l'octet de poids faible. Les adresses 16511 et 16512 contiennent, elles, la longueur de la ligne en octets, à partir de REM et jusqu'à NEW-LINE, qui valide la ligne, mais dans l'ordre inverse cette fois-ci, c'est-à-dire OPS puis OMS. C'est toujours dans cet ordre que nous trouverons tous les nombres sur 16 bits.

Puis on trouve les codes de REM (234), de A (38 à l'adresse 16514 exactement), de B (39), puis de C (40), et enfin 118, qui représente NEW-LIN qui clôture la ligne du programme.

LE MICROPROCESSEUR

Z 80

Il possède 24 registres assimilés à des mémoires internes. Nous en utiliserons principalement 8, qui sont laissés à notre disposition par le ZX 81 qui en utilise également quelques-uns, notamment pour l'affichage.

On trouve tout d'abord le registre 1, encore appelé accumulateur, dans lequel nous pouvons effectuer bon nombre d'opérations. Il y a

également le registre F (comme FLAG = DRAPEAU), un peu particulier et qui contient uniquement des indicateurs binaires ; seuls les drapeaux ou indicateurs C et Z nous seront utiles. Nous nous servirons en outre des registres B et C, D et E, puis H et L. Ils contiennent tous un octet, soit 8 bits, donc des nombres compris entre 0 et 255. Il est possible toutefois de créer les paires de registres BC, DE et HL sur 16 bits, chaque fois qu'il sera nécessaire de ranger un nombre ou une adresse supérieure à 255 (OMS et OPS).

Voici enfin notre premier programme en langage machine.

EXEMPLE 1 : tapez ces lignes :

```

1 REM ABCDEFG
10 POKE 16514,42
20 POKE 16515,12
30 POKE 16516,64
40 POKE 16517,35
50 POKE 16518,34
60 POKE 16519,128
70 POKE 16520,201

```

Vous ne serez pas étonnés de retrouver l'instruction POKE qui permet d'introduire tous les codes aux emplacements souhaités en mémoire ; faites RUN, NEW-LINE et LIST.

```

1 REM EERN070MTAN
10 POKE 16514,42
20 POKE 16515,12
30 POKE 16516,64
40 POKE 16517,35
50 POKE 16518,34
60 POKE 16519,128
70 POKE 16520,201

```

Les lignes 10 et 70 sont désormais inutiles et peuvent être supprimés ; la ligne 1 s'est modifiée et son contenu « farfelu » correspond tout simplement aux caractères ayant pour code les nombres précédemment introduits. Rajoutez la ligne 10 (USR s'obtient en mode fonction = curseur F), puis faites RUN.

```

1 REM EERN070MTAN
10 RAND USR 16514

```

Vous verrez un carré noir apparaître dans la première position visible de la mémoire d'écran. C'est tout ? Vous êtes vraisemblablement déçus, mais songez un peu que n'avons utilisé ni PRINT ni POKE pour le faire.

En réalité, il est impossible de faire un programme en langage machine à l'aide seulement des codes numériques tels que ceux introduits à l'instant. Pratiquement, cette programmation s'opère d'abord en langage d'assemblage qui consiste en une traduction mnémotechnique des codes eux-mêmes, qu'il est facile ensuite d'obtenir.

La liste complète des mnémoniques en langage d'assemblage du Z 80 et leurs codes est donnée à l'annexe A du manuel Sinclair. Ainsi, pour charger dans l'accumulateur la valeur décimale 128, on dispose de :

```
LD A,128 CODES 62,128
```

Voici le programme en langage d'assemblage des lignes précédentes :

```
LD HL, (16396)
INC HL
LD (HL), 128
RET

```

On remarque que ce langage ne comporte pas de numéros de ligne ; on appelle assemblage l'opération qui consiste à traduire ces mnémoniques en codes machines, ensuite exécutés dans l'ordre par le microprocesseur.

Quel sera notre raisonnement pour élaborer un tel programme ? Nous voulons afficher l'espace inversé ayant pour code 128 au premier emplacement visible du fichir d'affichage. Il suffira donc de stocker le code 128 dans l'adresse de ce premier emplacement ; c'est exactement cette méthode que nous adoptons avec PEEK et POKE.

Algorithme

Envoyer au sous-programme machine à l'aide de USR 16514.

- 1) retrouver l'adresse du premier octet du fichier d'affichage qui contient un caractère 118 = N/L ;
- 2) l'incrémenter, c'est-à-dire l'augmenter de 1 ;
- 3) charger le code 128 dans cette nouvelle adresse, c'est-à-dire l'afficher sur l'écran ;
- 4) retourner au Basic.

Développement

1) Nous savons déjà que la variable système D-FILE contient sur 2 octets aux adresses 16396 et 16397 l'adresse recherchée. Chargeons son contenu dans la paire des registres HL. Cela s'écrit :

```
LD HL, (16396)
```

Remarque : Les parenthèses signifient que c'est bien le contenu de l'adresse 16396 qui est chargé et non pas la valeur 16396. Cette instruction charge automatiquement dans la paire HL le contenu de 16396 + 256 fois le contenu de 16397. Cela s'explique par le fait que HL attend un résultat sur 16 bits, soit 2 octets, et précisément D-FILE délivre une adresse sur 2 octets.

A présent, HL prend la valeur de l'adresse du premier octet du fichier d'affichage ; cette adresse contient le code 118 de N/L.

2) Pour obtenir la première adresse dont le contenu puisse être affiché, il faut incrémenter HL, c'est-à-dire faire $HL = HL + 1$. On écrit :
INC HL.

3) HL étant maintenant l'adresse du premier caractère affiché, en mettant la valeur 128 dans cette adresse, c'est-à-dire en remplaçant le contenu de HL par 128, nous provoquons l'affichage d'un carré noir sur l'écran. Nous utilisons l'instruction : LD (HL), 128.

Remarque : Ici également, les parenthèses signifient contenu de HL. En d'autres termes, HL garde sa valeur (adresse du premier caractère sur l'écran) et son contenu (code du caractère affiché) est mis à 128.

4) Retour au Basic par l'instruction RET.

L'assemblage consiste à trouver et à ordonner les codes correspondant aux mnémoniques.

```
LD HL, (mm) CODES 42,0MS,0PS
```

Notre adresse nn est 16396, soit 12 + 256 fois 64.

```
LD HL, (16396) CODES 42,12,64
```

```
INC HL CODE 35
```

```
LD (HL),n CODES 54,n
```

```
LD (HL),128 CODES 54,128
```

```
RET CODE 201
```

Il reste ensuite à implanter, et dans l'ordre, les codes ainsi obtenus dans la mémoire :

```
42 12 64 35 54 128 201
```

Il faut réserver en mémoire autant d'octets au moins que de codes à l'aide d'une instruction REM suivie, elle, d'au moins sept caractères quelconques, ici ABCDEFG.

```
1 REM ABCDEFGINUTILE
```

Puis, à l'aide de quelques POKE, nous chargeons les codes à partir de l'adresse 16514.

```
1 REM ABCDEFGINUTILE
10 POKE 16514,42
20 POKE 16515,12
30 POKE 16516,64
40 POKE 16517,35
50 POKE 16518,54
60 POKE 16519,128
70 POKE 16520,201
```

Faites RUN, NEW-LINE et LIST ; vous venez de comprendre comment stocker les codes en mémoire et comment cela se traduit dans la REM.

Les lignes 20 à 70 peuvent maintenant être supprimées.

Pour lancer le programme ou plutôt le sous-programme machine, il suffit de préciser l'adresse d'implantation du premier code, soit ici 16514.

```
1 REM EERND70TAN INUTILE
10 RAND USR 16514
```

Voici, à titre d'information, le programme Basic correspondant.

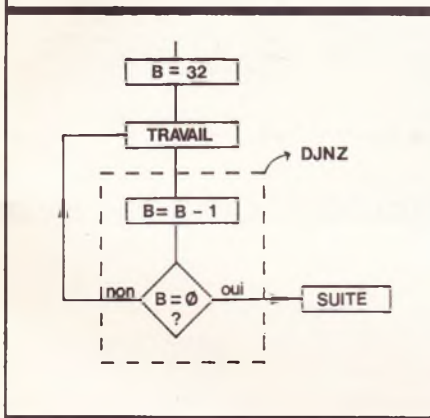
```
10 LET HL=PEEK 16396+256*PEEK 16397
20 LET HL=HL+1
30 POKE HL,128
40 RETURN
```

EXEMPLE 2

Nous allons tenter d'imprimer une ligne entière de caractères 128, c'est-à-dire 32 carrés noirs juxtaposés. Pour le faire, il suffira de boucler 32 fois le programme précédent. Nous utiliserons l'instruction suivante :

DJNZ d CODES 16, d

Elle s'applique au registre B uniquement qui, rappelons-le, ne peut contenir que la valeur maximale 255. Cette instruction consiste à décrémenter le contenu de ce registre, à tester s'il est nul après cette opération et, si ce n'est pas le cas, à effectuer un saut relatif ; la longueur du saut, encore appelé déplacement, est représentée ici par « d » (fig. 2).



Nous savons déjà que le programme consiste en une succession de code en mémoire. Pour la machine, un saut relatif consiste à sauter vers un autre code situé à l'avant ou à l'arrière dans la liste

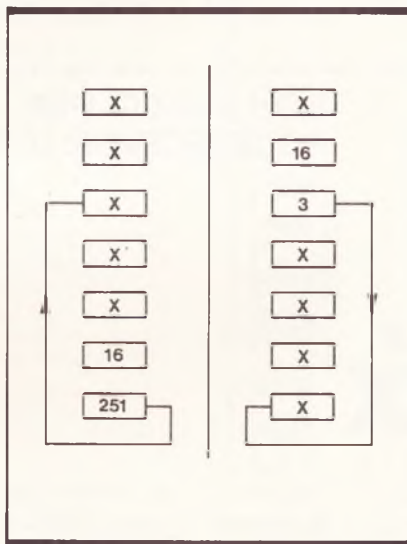
des codes. Le nombre de codes à sauter est à préciser après DJNZ (c'est, bien entendu, le nombre d). Vers l'avant, il peut atteindre + 127 au maximum ; vers l'arrière, le nombre d sera négatif et atteindra au plus la valeur - 128.

Attention : Dans ce cas, il faut compter le code représentant le nombre d lui-même. Pour représenter un nombre négatif (maxi - 128), on prendra comme valeur pour d : 256 - la valeur absolue (sans le signe donc) du nombre négatif.

Prenons quelques exemples :

- pour - 5, le code de d = 256 - 5 = 251 ;
- pour 86, le code de d = 256 - 86 = 170.

Avec la figure 3 voici une autre représentation du saut relatif :



Voici notre programme avec les adresses d'implantation, les mnémoniques et les codes :

ADRESSES

```
16514
16517
16519
16520
16522
16524
```

MNEMONIQUES

```
LD HL,(16396)
LD B,32
INC HL
LD(HL),128
DJNZ -5
RET
```

CODES

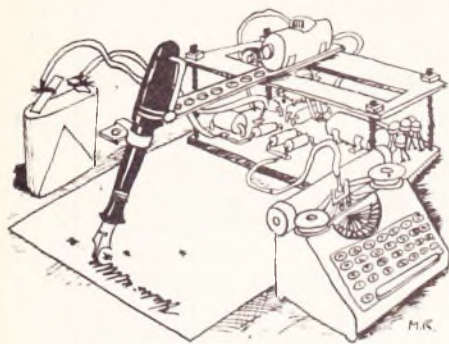
```
42,12,64
6,32
35
54,128
16,251
201
```

Nous savons déjà comment entrer les codes en mémoire à l'aide de POKE à partir de l'adresse 16514. Pensez cette fois-ci à réserver au moins 11 emplacements en mémoire à l'aide de REM. Voici ce que vous devrez obtenir :

```
1 REM EERND#47000 CLS TAN
10 RAND USR 16514
```

(A suivre)
B. NGUYEN VAN TINH
G. ISABEL

La page du courrier



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

COLLABORATION DES LECTEURS

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

PETITES ANNONCES

24,60 F la ligne de 33 lettres, signes ou espaces, taxe comprise.

Supplément de 24,60 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.

RECTIFICATIFS

ALIMENTATION MINI-PERCEUSE

N° 83, Nouvelle Série, p. 117

La liste des composants ne comportait pas la valeur de $P_1 = 100 \text{ k}\Omega$ variation linéaire.

MINUTERIE SECTEUR

N° 81, Nouvelle Série, p. 70

Sur le circuit imprimé, il manque une petite liaison entre la base du BC 252 et la résistance de $10 \text{ k}\Omega$.

REGULATEUR DE CHARGE

N° 81, Nouvelle Série, p. 54

La liste des composants comporte une inversion. En fait, R_2 est un ajustable horizontal $10 \text{ k}\Omega$, tandis que R_4 doit prendre pour valeur $4,7 \text{ k}\Omega$.

Composition

Photocomposition :

ALGAPRINT, 75020 PARIS

Distribution :

S.A.E.M. TRANSPORTS PRESSE

Le Directeur de la publication :

A. LAMER

Dépôt légal :

Juillet-Août 1985 N° 891

Copyright © 1985

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 à autorisation pour reproduction quel que soit le procédé, doit être adressée à la Société des Publications Radio Electriques et Scientifiques.

IMPRIM'ELECT réalise vos circuits imprimés (étamés, percés) sur VE 25 F/dm² SF, 32 F/dm² DF à partir de calques, schémas de revues (chèque à la commande + 7 F de port) BP 32, 95 CORMEILLES EN PARISIS.

Cessation commerce vend stock composants kits gadgets mesure pas d'envoi vente sur place, prix sacrifiés. Tél. (38) 53 17 93. ORLEANS

SIGMA, spécialiste vente par correspondance (délaxe à l'exportation), présente des milliers de composants et accessoires électroniques avec jusqu'à 40 % de remise dans la nouvelle édition du catalogue 1985. (Envoi contre 70 F remboursable + 25 F de port). Sigma, 18, rue Montjuzet, CLERMONT

Monteur-câbleur cherche travaux de câblage et mise en coffret toutes régions. M. GERRA, 73460 N.D. DES MILLIERES Tél. (79) 38 52 78.

BREVETEZ VOUS-MEME VOS INVENTIONS

Grâce à notre guide complet vos idées nouvelles peuvent vous rapporter gros mais pour cela il faut les breveter. Demandez la notice 78 « Comment faire breveter ses inventions » contre 2 timbres à ROPA, BP 41, 62101 CALAIS.

Vends HP Siare 2 CPR3, neufs 200 F les 2. Tél. (1) 223 04 76, après 21 h.

Achète CASH 1 ou 2 talky-walky armée US 39-45 ne faire offre que si ETAT NEUF, si possible avec piles d'origine (même mortes) et emballage d'origine US (non indispensable) suis disposé à régler au plus haut prix si matériel exceptionnel. Faire offre au 246.89.00, laisser message en cas d'absence.

ENCORE UNE PROMOTION COPIOX

- Cellules et diamants 50 modèles — 30 %
- Cordons de liaison 50 modèles — 50 %
- Cadnickel 450 mAh à 4 Ah
Ex : la R6 en 1,2 V 450 mAh à 12 F
- Cassettes vidéo et audio
Ex : la E 180 FUJI ou SONY à 65 F.
- Jeux ATARI ou INTELLIVISION cassette 99 F.

Ainsi que caméras, micros, brosses, bras, etc.

Liste complète avec prix au 535 68 17

Formez-vous à l'Electronique par le montage de Kits simples. Catalogue gratuit sur demande à S.E.D. (M4) 26, rue de l'Ermitage, 75020 PARIS.

Vends récepteur KENWOOD R2000, 10 mémoires, état neuf (85), garant. 4 000 F. Tél. (33) 43 67 63

VENTE DIRECTE : MACHINES A GRAVER

BANCS A INSOLER et PRODUITS C.I. Gd public et prof. Doc /2 timbres JM ELECTRONIQUE, 4, rue Lullin, 65260 PIERREFITTE. Tél. (62) 92 74 69

Réalisons vos C.I. (étamés, percés) sur VE 30 F/dm² en S.F., 40 F/dm² en D.F., à partir de calques, schémas de revues, autres, nous consulter (chèque à la commande + 12 F de frais de port) IMPRELEC Le Villard, 74550 PERRIGNIER. Tél. (50) 72 46 26

CIBOT
ELECTRONIQUE

FANTASTIQUES, LES PRIX CIBOT!

**BON A DECOUPER
POUR RECEVOIR LE CATALOGUE CIBOT 200 PAGES**

Nom

Prénom

Adresse

..... Code postal

Ville

Joindre 30 F en chèque bancaire, chèque postal ou mandat-lettre et adresser le tout à **CIBOT, 3, rue de Reuilly, 75580 Paris Cédex 12**

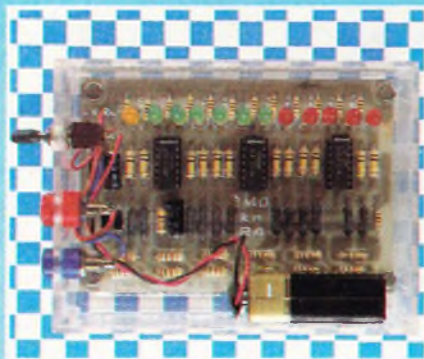
les bleus. arrivent!

Une gamme de montages simples
pour l'initiation par la pratique à l'électronique

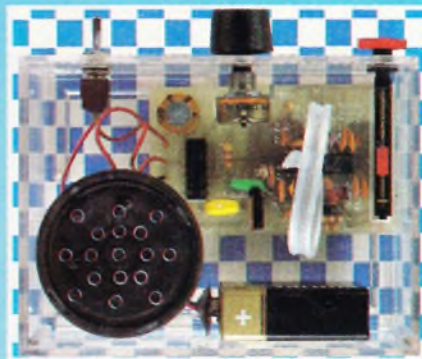
TARIF DU 01.03.1985

KN3 bis	Capteur plat	39,00 F	KN 34	Chenillard 4 voies	145,00 F	KN 59	Clignoteur	80,00 F	KN 73	Modulateur 1 voie	110,00 F
KN 11	Modulateur	135,00 F	KN 40	Sirene 12 volts	143,00 F	KN 60	Convertisseur AM/VHF	73,00 F	KN 74	Oscillateur morse	76,00 F
KN 11 bis	Accessoires pour KN II	73,00 F	KN 47	Chasse moustiques	14,00 F	KN 61	Convertisseur FM/VHF	85,00 F	KN 75	Manipulateur morse	28,00 F
KN 13	Préampli	54,00 F	KN 49	Chenillard - voies	259,00 F	KN 63	Antivol pour automobile	146,00 F	KN 75 bis	Amplificateur téléphonique Cl	117,00 F
KN 14	Correcteur de tonalité	66,00 F	KN 50	Stroboscopes 10 Joules	159,00 F	KN 64	Métronome	78,00 F	KN 76	Indicateur de vergias	106,00 F
KN 15	Temporisateur	95,00 F	KN 52	Piano lumineux	346,00 F	KN 65	Recepteur FM TDA 7000	179,00 F	KN 77	Recepteur FM	80,00 F
KN 18	Instrument de musique	115,00 F	KN 62	Alimentation symétrique	108,00 F	KN 66	Détecteur Photoelect.	105,00 F	KN 78	Modulateur 3 canaux	175,00 F
KN 20	Convertisseur 27 MHz	69,00 F	KN 25	Vu-mètre à 12 leds	149,00 F	KN 67	Métronome sonore et lumineux	102,00 F	KN 79	Module amplificateur	108,00 F
KN 21	Clignoteur secteur	84,00 F	KN 55	Truqueur de voix	125,00 F	KN 68	Horloge	225,00 F	KN 80	Sirene électronique	103,00 F
KN 26	Carillon de porte 2 tons	80,00 F	KN 56	Antivol	110,00 F	KN 69	Interphone	93,00 F	KN 81	Enregistreur téléphonique	73,00 F
KN 32	Alimentation pour kit IMD	125,00 F	KN 57	Détecteur de métaux	71,00 F	KN 70	Injecteur de signal	92,00 F	KN 82	Détecteur d'écoute téléphonique	69,00 F
KN 33	Stroboscope	150,00 F	KN 58	Gradateur de lumière	97,00 F	KN 71	Régulateur de vitesse	135,00 F	KN 83	Attente musicale sur magneto.	88,00 F
KN 33 bis	Réflecteur pour KN 33	57,00 F				KN 72	Modulateur 3 voies automobile	123,00 F			

Distributeur exclusif
pour la Belgique
et les Pays-Bas
EDIKIT
166, rue Gréty
4020 LIEGE, Belgique
Tél. : 041/41 31.73
Télex : 41.065



KN25 Vu-mètre à 12 leds



Recherchons
Distributeurs
sur toute la France
et l'étranger

KN65 Récepteur FM

Le Kit **IMD** c'est simple