

Electronique pratique

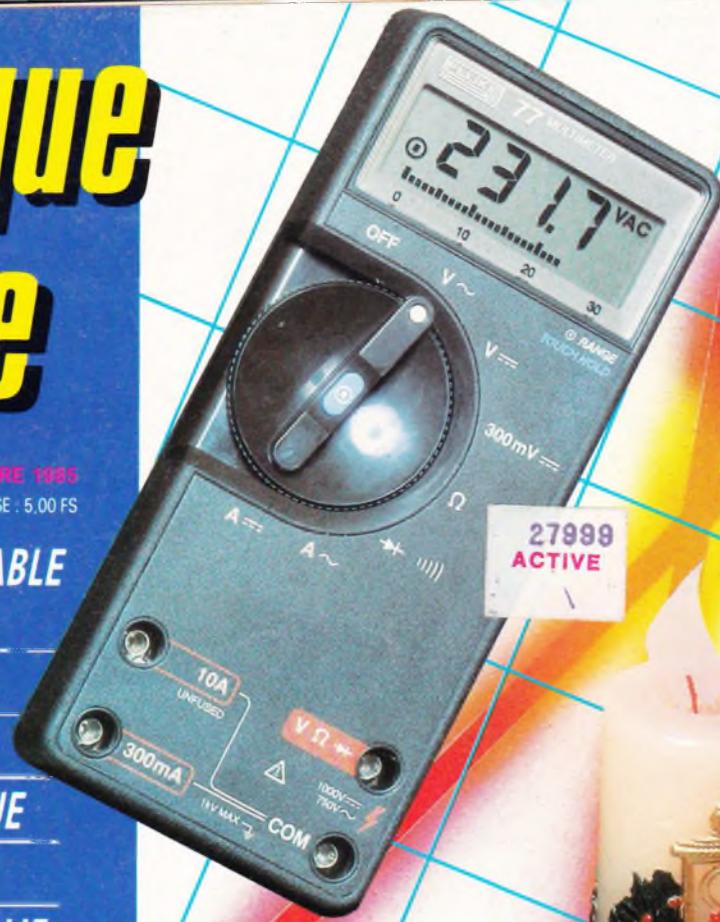
I.S.S.N. 0243 4911

16^e

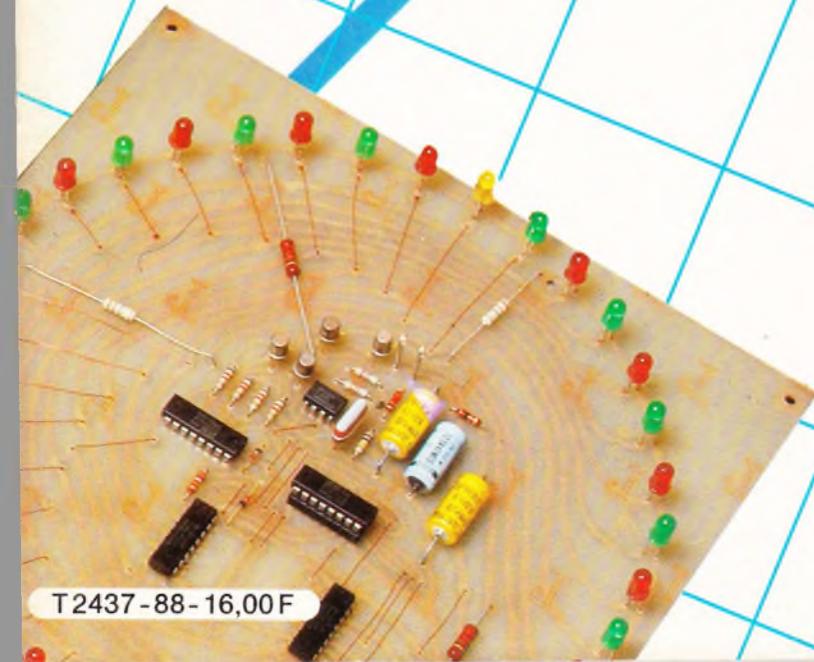
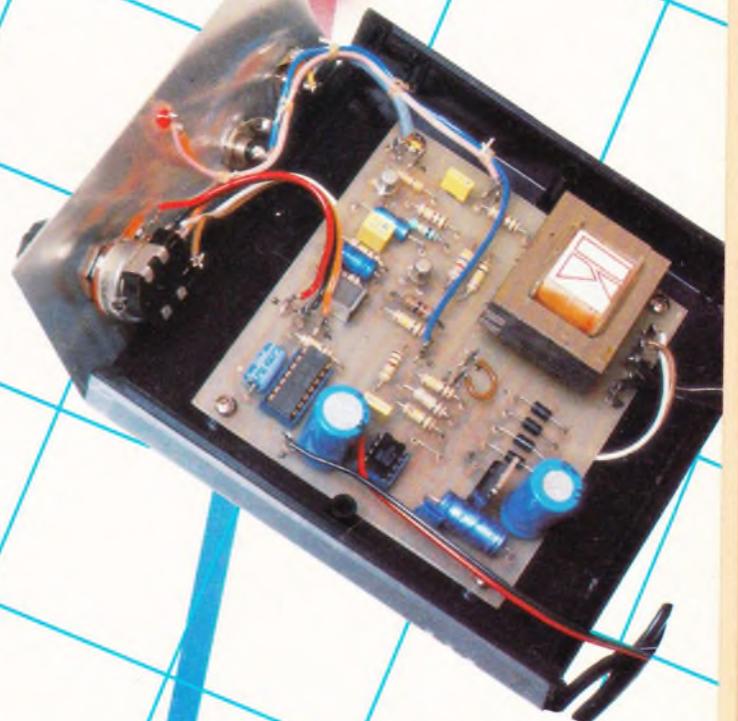
N° 88 NOUVELLE SERIE DECEMBRE 1988

BELGIQUE : 110 FB - CANADA : \$ 2,00 - ESPAGNE : 300 Ptas - SUISSE : 5,00 FS

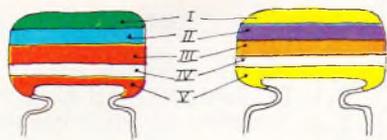
COMMANDE PROGRAMMABLE
DE CHAUFFAGE
SIGNAL TRACER
MAXI-ROULETTE
CHANDELLE ÉLECTRONIQUE
DÉTECTEUR DE MÉTAUX
THERMOSTAT ÉLECTRONIQUE
REFLEX-MÈTRE, ETC...



Sommaire détaillé page 56



T2437-88-16,00F



5600 pF

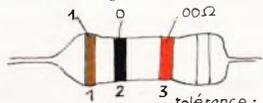
47000 pF

IV : tolérance
blanc ±10%
noir ±20%

V : tension
rouge 250V
jaune 400V

I 1 ^{er} chiffre	II 2 ^{ème} chiffre	III multiplicateur
1	0	X1
2	1	X10
3	2	X100
4	3	X1 000
5	4	X10 000
6	5	X100 000
7	6	
8	7	
9	8	
	9	

exemple: 10.000 pF, ±10%, 250V distribution des couleurs : marron, noir, orange, blanc, rouge



tolérance: or ±5% argent ±10%

1 ^{ère} bague 1 ^{er} chiffre	2 ^{ème} bague 2 ^{ème} chiffre	3 ^{ème} bague multiplicateur
1	0	X1
2	1	X10
3	2	X100
4	3	X1 000
5	4	X10 000
6	5	X100 000
7	6	X1 000 000
8	7	
9	8	
	9	

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



Société anonyme au capital de 300 000 F
2 à 12, rue Bellevue, 75940 Paris Cedex 19.
Tél. : 42.00.33.05. - Télex PVG 230 472 F

Directeur de la publication : A. LAMER
Directeur honoraire : Henri FIGHIERA « Le précédent numéro à 110 000 ex. »
Rédacteur en chef : Bernard FIGHIERA « à 110 000 ex. »
Maquettes : Jacqueline BRUCE

Couverture : M. Raby. Avec la participation de G. Amonou, G. Isabel, M. Archambault, D. Jacovopoulos, R. Rateau, R. Knoerr, O. Bailleux, D. Roverch, R. Desgroppes, A. Garrigou.

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. : 42.00.33.05 (lignes groupées) CCP Paris 3793-60

Chef de Publicité : Alain OSSART

Assisté de : Sabine REYNAUD

Abonnements : Odette LESAVAGE

Promotion : Martine BERTHE et Michèle POMAREDE

Direction des ventes : Joël PETAUTON

ABONNEMENTS : Abonnement d'un an comprenant : 11 numéros ELECTRONIQUE PRATIQUE - Prix : France : 115 F. Etranger : 205 F

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

LE HAUT-PARLEUR + ELECTRONIQUE PRATIQUE à 210 F - Etranger à 395 F

SONO + LE HAUT-PARLEUR + ELECTRONIQUE PRATIQUE à 315 F - Etranger à 590 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 ... 16 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° 88 DECEMBRE 1985

REALISEZ VOUS-MEMES

Un préamplificateur BF (2 ^e partie)	58
Une chandelle électronique	65
Un timer secteur	69
Une maxi-roulette 36 positions	81
Une commande programmée de chauffage	84
Un réflex-mètre	98
Un détecteur de métaux	135
Un signal tracer	130

EN KIT

Un thermostat à affichage digital EXPE 04 MTC	94
---	----

PRATIQUE ET INITIATION

Le MULTITECH MPF 1/88	76
Le multimètre numérique/analogique FLUKE 77	88
Utilisez-vous au mieux votre multimètre	118
Les trois nouveautés CDA	128
Le calcul des résistances	138

DIVERS

Nos Lecteurs	146
--------------	-----

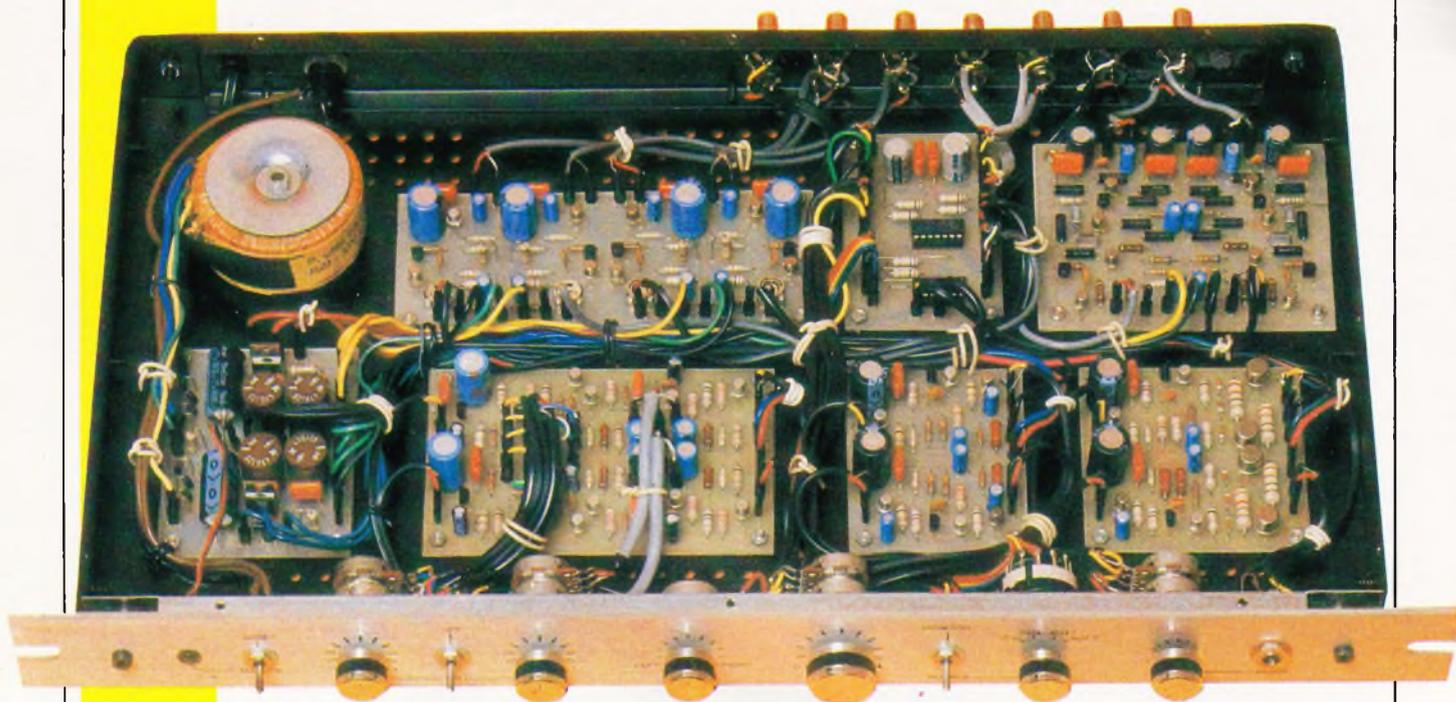




UN PREAMPLI HI - FI

(2° partie)

Le mois dernier, nous avons publié la description technique complète des divers modules constitutifs de cet excellent préamplificateur. Nous avons seulement entamé la réalisation pratique de quelques modules, voici donc la fin de cet article.



Les composants des deux préamplis auxiliaires reposent sur une même carte. Se référer à la **figure 16**.

Les composants de la carte de sélection d'entrée seront implantés selon le schéma de la **figure 18**. On utilisera de préférence des supports pour les circuits intégrés : cela évite leurs surchauffes et facilite une maintenance éventuelle. N'oubliez

pas les cinq et uniques straps de cette réalisation, qui se retrouvent, comme par hasard, sur cette carte. L'implantation des composants de correcteur de tonalité est donné **figure 20**. On retrouve une disposition analogue pour l'ampli casque, **figure 22**, et le préampli de sortie à la **figure 24**.

Ça y est, vous y êtes ? Ça doit marcher du premier coup et sans réglages. Sinon, cherchez l'erreur d'im-

plantation ou le composant défectueux. L'auteur a lui-même utilisé beaucoup de composants de « récupération », mais les a bien testés avant de les implanter.

Préparation du coffret

Le montage a été introduit dans un rack 19 pouces de marque « ESM » et de référence ER 48-04-250. Ce

rack est ultraplat et de fort belle esthétique.

Le plan de perçage de ce coffret est donné aux figures 25, 26, 27 et 28 pour respectivement la face avant, la contre-face avant, la face arrière et le fond du boîtier.

La contre-face avant dispose de perçages rectangulaires, pour le passage des commutateurs, et d'un perçage de fort diamètre pour le passage de la fiche « jack » stéréo. Pour réaliser ces perçages, il est conseillé de percer des trous de faible diamètre et rapprochés, puis de terminer à la lime, plate et demi-ronde.

La peinture interne, entourant le trou de fixation de la carte d'alimentation qui assurera la masse, sera soigneusement grattée pour assurer un bon contact électrique. Même chose pour le trou de « masse phono » de la face arrière. Cette opération vous permettra par ailleurs de vous rendre compte de la qualité du « revêtement ». Tous les trous seront évidemment, soigneusement aussi, ébarbés, à la « queue de rat », la demi-ronde, etc.

Des inscriptions noires seront déposées sur la face avant, et blanches sur la face arrière. Pour ce faire les transferts « Mécanorma » de références 2194300, 2194000 et 2194200 sont bien pratiques, voire indispensables pour un travail propre.

Pour réaliser ces inscriptions, vous pouvez vous inspirer des différentes photographies illustrant ce texte. Les transferts seront protégés par deux à trois couches de vernis en bombe incolore, sous peine de les voir rapidement rayés.

Le câblage

Pour le réaliser, il faut tout d'abord rappeler deux règles « d'or » : la masse sera reliée par un seul et unique point au coffret (ce sera une des fixations de l'alimentation) ; le câblage de l'alimentation se fera « en étoile » ; c'est-à-dire que l'on prendra pas l'alimentation d'une carte pour l'amener à une autre, mais que tous les points d'alimentation partiront de la carte alimentant.

On commence par fixer les potentiomètres, les commutateurs, les fiches, le transformateur, les cartes, etc. en se référant aux plans de perçages qui indiquent aussi leurs dispositions.

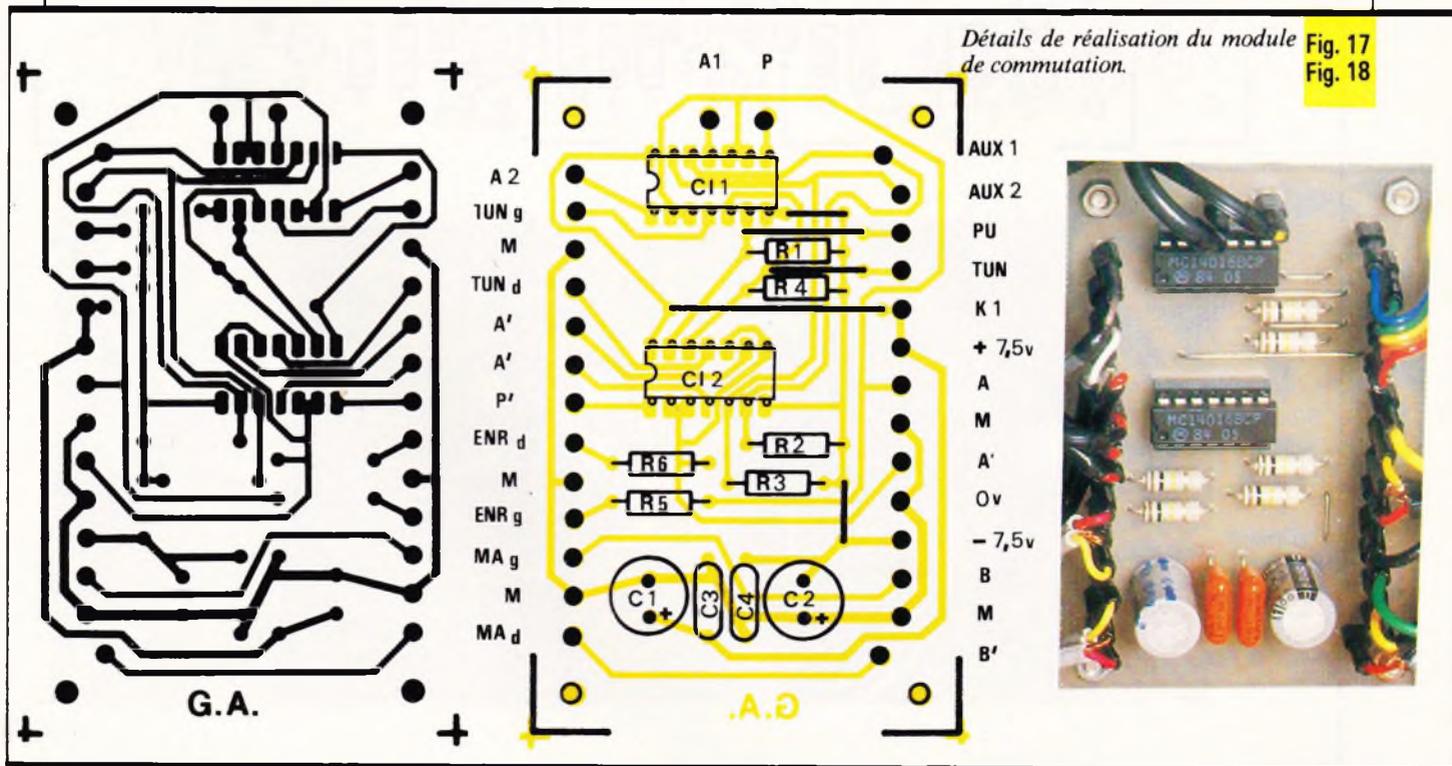
De la première « règle d'or », il résulte que toutes les fiches « CINCH » de même que le jack casque seront isolés du boîtier. Vous trouverez facilement des rondelles isolantes du bon diamètre au rayon plomberie chez votre quincaillier. Le pas de vis des « CINCH » sera isolé sur les deux tiers de sa longueur, par exemple par de la gaine thermo-rétractable. Même chose

pour le pas de vis du jack avec du chatterton.

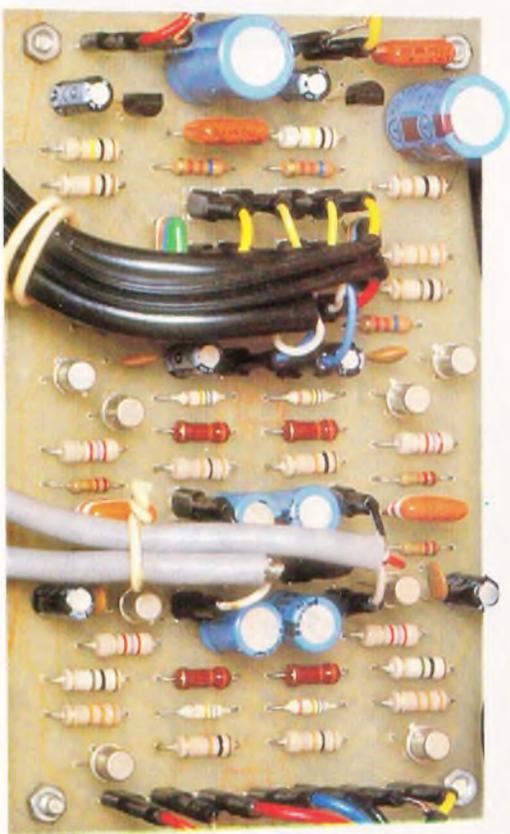
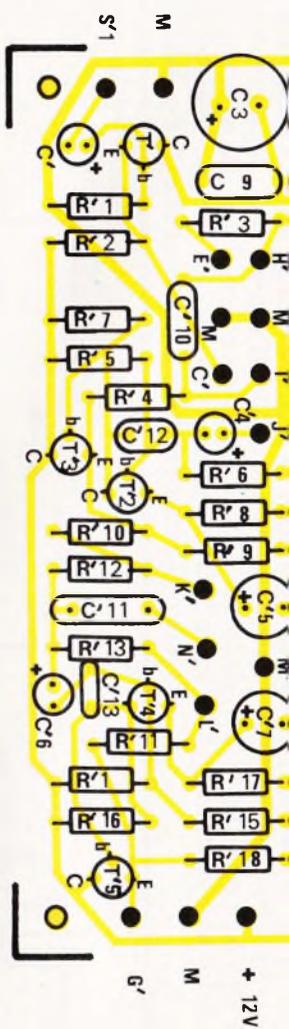
Tous les composants étant en place, on peut commencer le câblage proprement dit. On monte d'abord toutes les parties du coffret, sauf le « capot ».

Le transformateur est de marque « Metalimphy » et son câblage est donné figure 30. En effet, lorsque vous l'achèterez, vous n'aurez pas droit à une notice de câblage. Repérer les deux enroulements primaires 110 V est enfantin avec un contrôleur universel. Mais sachez-vous comment il faut s'y prendre pour repérer les fils qui doivent être court-circuités tout en respectant la phase ? Oui ? Bravo. L'auteur n'en sait rien et a failli voir son transformateur partir en fumée. Ça fait toujours rire, surtout quand le transformateur en question vaut dans les 180 F. Repérer le secondaire est ensuite très facile, ici un simple contrôleur suffit, puisque les enroulements ne sont pas mis en série. Autrement il aurait suffi d'un « scope ».

Bref, vous commencez par connecter l'alimentation et toutes les cartes, avec des câbles de couleur différente pour les différentes tensions. N'oubliez pas le câblage de la LED qui doit se faire avant le montage de la contre-face avant. Son câblage sera par exemple isolé à l'aide d'un passe-fil.

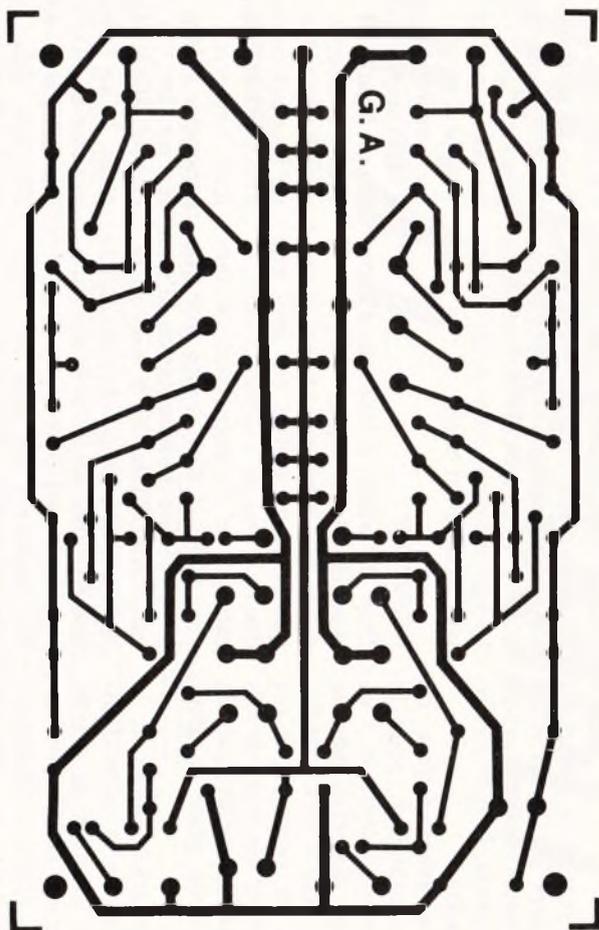
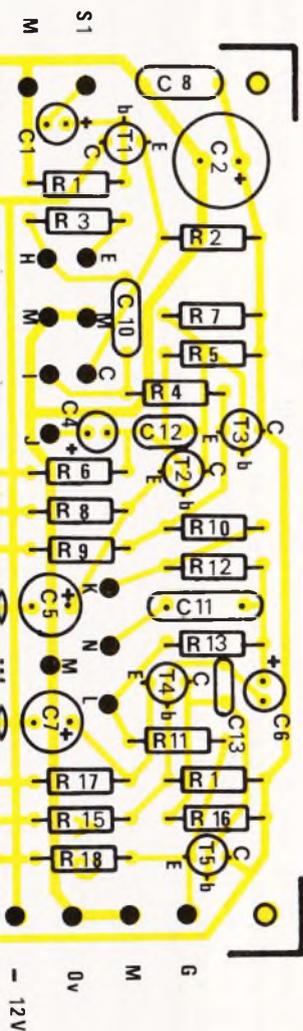


Détails de réalisation du module de commutation. Fig. 17 Fig. 18

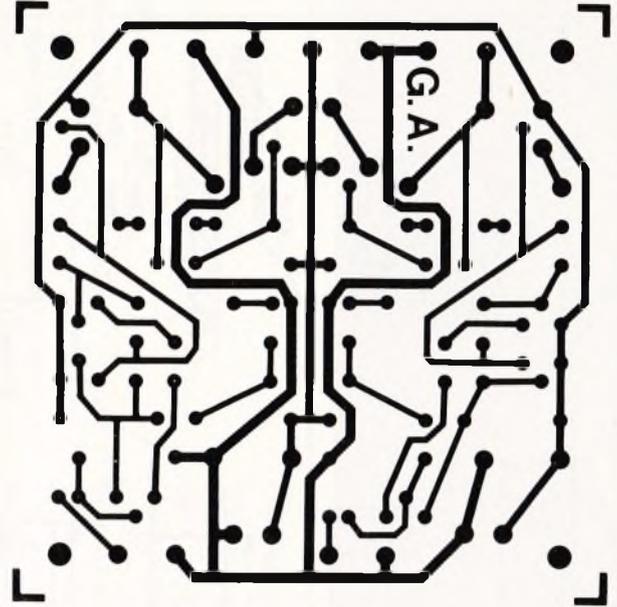
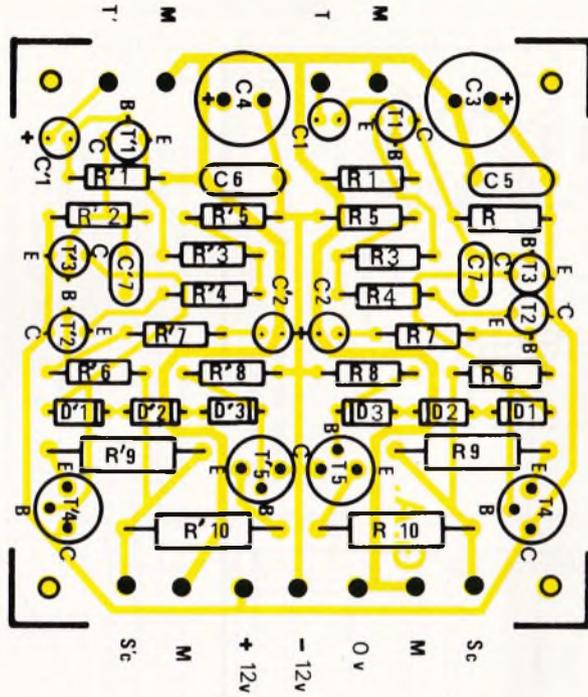
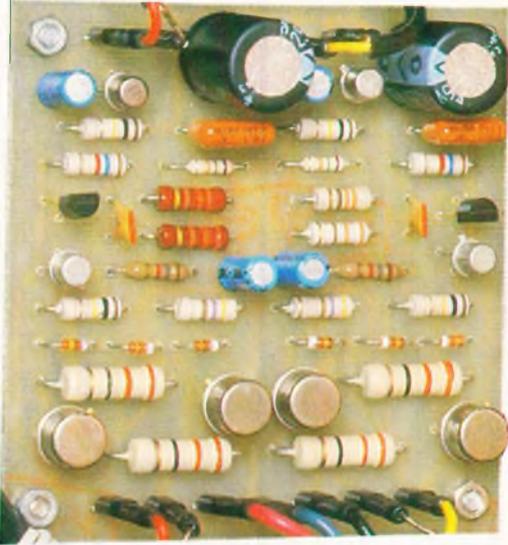


Implantations des composants du correcteur de tonalité ; repérez bien les liaisons avec les potentiomètres et le commutateur K3.

Fig. 19
Fig. 20

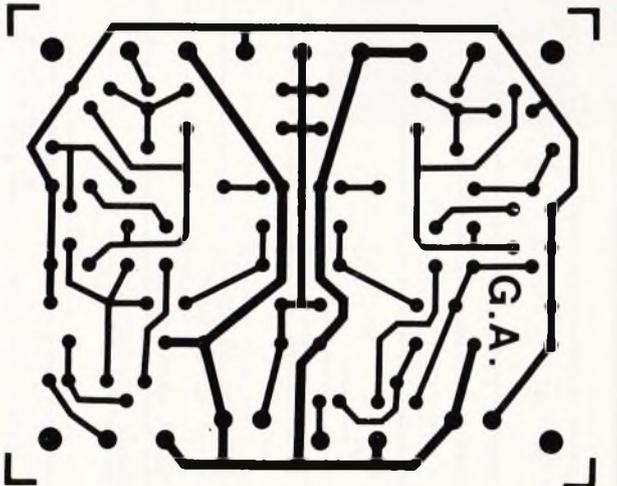
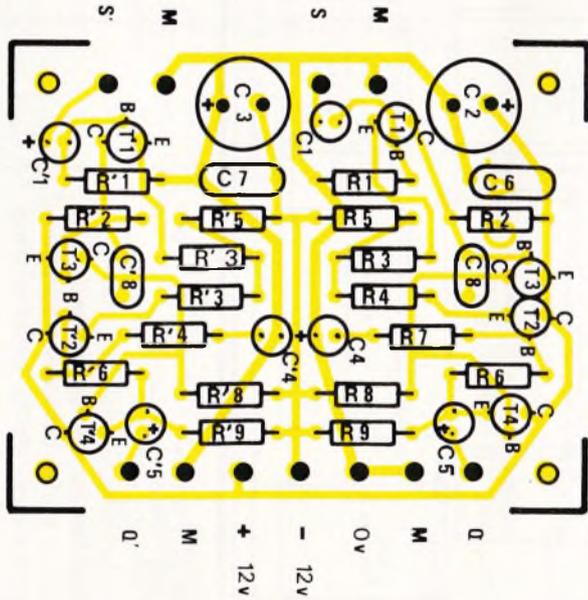


12V
M
G
0V



Réalisation du module ampli-
casque.

Fig. 21
Fig. 22



Réalisation du préampli de sor-
tie.

Fig. 23
Fig. 24

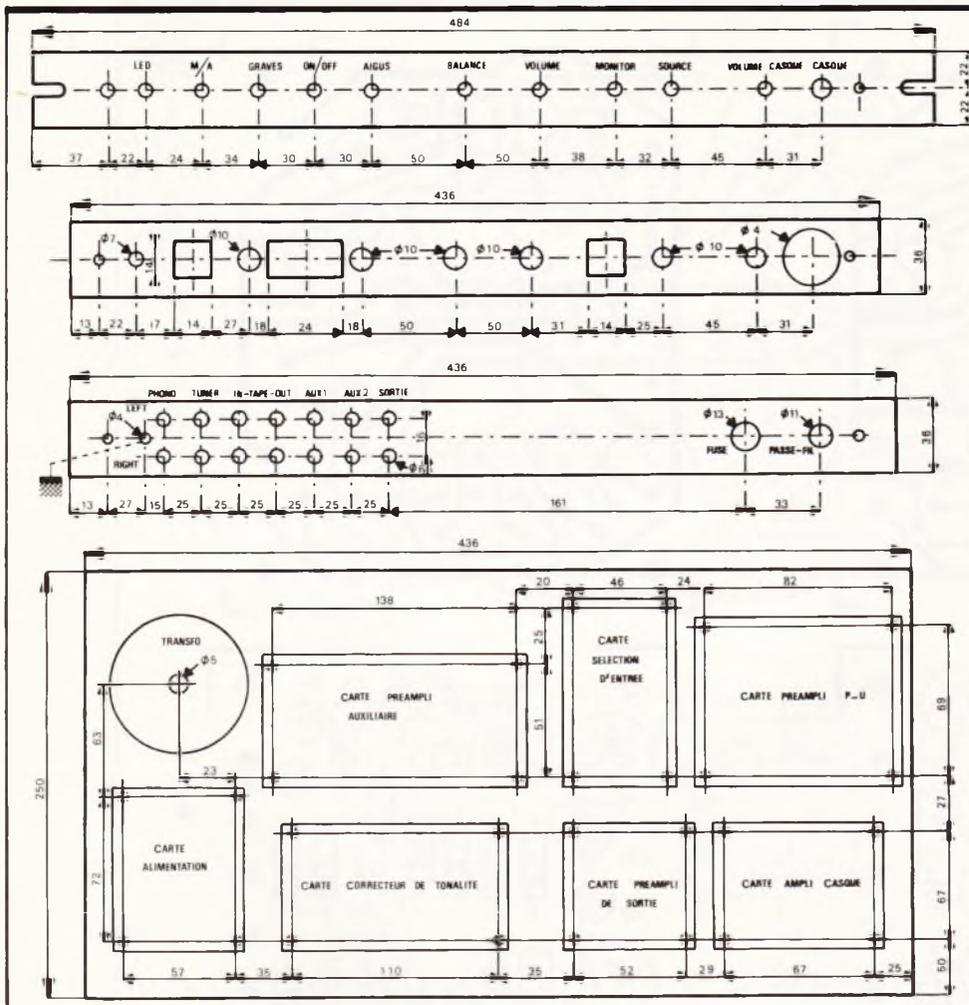
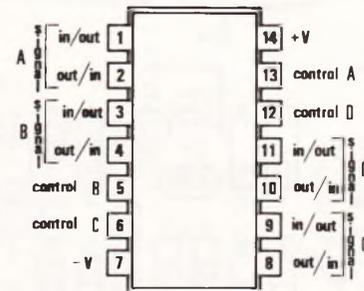
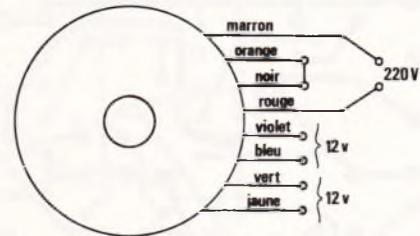
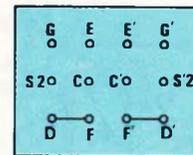


Fig. 26 Travail du coffret ESM et agencement des modules.

Pour toutes les connexions, l'auteur a utilisé des cosses « fast-on » noyées dans de la gaine thermo-rétractable: le travail est propre, évite les courts-circuits entre cosses, et les cartes sont facilement démontables.

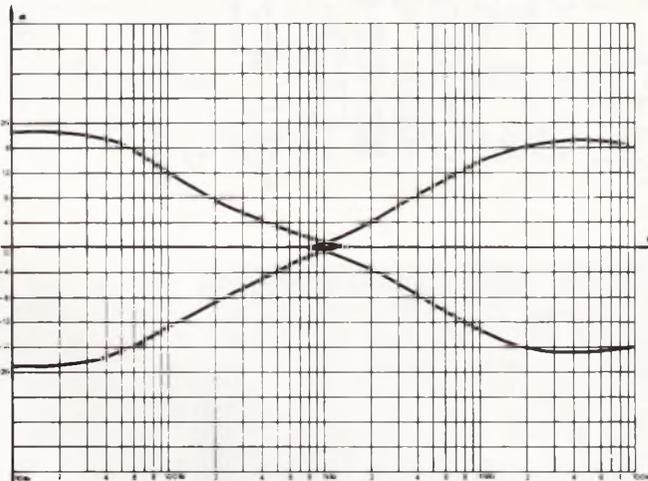
Pour les liaisons BF, utilisez du câble blindé. Il n'a pas besoin d'être de haute qualité (tressé) car les liaisons sont courtes. Aidez-vous des lettres-repères sur les schémas théoriques et sur les plans d'implantation des composants.

Rappels des brochages. Fig. 29-30



Relevé de la courbe de réponse du correcteur de tonalité.

Fig. 31



Pour vous faciliter le travail on vous donne même le plan de câblage du commutateur K₃, à la figure 29.

Il va de soi, vous l'avez compris et constaté, que ce câblage est long et fastidieux. Mais prenez patience, le résultat en vaut la peine.



Conclusion

Le câblage étant terminé, coupez « l'excédent » des axes des potentiomètres et commutateur, afin de fixer les boutons de votre choix. Il ne vous reste plus alors qu'à fermer le coffret... et savourer. L'écoute du casque en dit d'ailleurs très long.

G. AMONOU

LISTE

DES COMPOSANTS

Sélection d'entrée

Résistances 1/4 ou 1/2 W

R_1 à R_6 : 100 k Ω (marron, noir, jaune)

Condensateurs chimiques, sorties « radiales »

C_1 , C_2 : 370 μ F/10 V

Condensateurs « mylar »

C_3 , C_4 : 0,1 μ F/250 V

Circuits intégrés

CI_1 , CI_2 : CD 4016

Divers

K_1 : rotacteur 1 circuit, 12 pos. ; ou 2 circuits 6 pos.

K_2 : inverseur 2 circuits

Correcteur de tonalité

Résistances 1/4 ou 1/2 W

R_1 , R'_1 : 100 k Ω (marron, noir, jaune)

R_2 , R'_2 : 10 k Ω (marron, noir, orange)

R_3 , R'_3 , R_4 , R'_4 : 6,2 k Ω (bleu, rouge, rouge)

R_5 , R'_5 : 1 M Ω (marron, noir, vert)

R_6 , R'_6 : 75 k Ω (violet, vert, orange)

R_7 , R'_7 : 33 k Ω (orange, orange, orange)

R_8 , R'_8 : 3,3 k Ω (orange, orange, rouge)

R_9 , R'_9 : 10 k Ω (marron, noir, orange)

R_{10} , R'_{10} , R_{11} , R'_{11} : 2,7 k Ω (rouge, violet, rouge)

R_{12} , R'_{12} , R_{13} , R'_{13} : 22 k Ω (rouge, rouge, orange)

R_{14} , R'_{14} : 1 M Ω (marron, noir, vert)

R_{15} , R'_{15} : 75 k Ω (violet, vert, orange)

R_{16} , R'_{16} : 33 k Ω (orange, orange, orange)

R_{17} , R'_{17} : 3,3 k Ω (orange, orange, rouge)

R_{18} , R'_{18} : 10 k Ω (marron, noir, orange)

Condensateurs chimiques, sorties « radiales »

C_1 , C'_1 : 1 μ F/6 V

C_2 , C_3 : 470 μ F/16 V

C_4 , C'_4 : 1 μ F/16 V

C_5 , C'_5 : 220 μ F/6 V

C_6 , C'_6 : 1 μ F/16 V

C_7 , C'_7 : 220 μ F/6 V

Condensateurs « mylar »

C_8 , C_9 : 0,1 μ F/250 V

C_{10} , C'_{10} : 56 nF

C_{11} , C'_{11} : 3,9 nF

Condensateurs céramiques

C_{12} , C'_{12} , C_{13} , C'_{13} : 47 pF

Transistors

T_1 , T'_1 : BC 309 B

T_2 , T'_2 , T_3 , T'_3 , T_4 , T'_4 , T_5 , T'_5 : BC 109 C

Divers

P_1 : 2 \times 47 kA

P_2 : 2 \times 220 kA

K_3 : Inverseur 4 circuits

Ampli casque

Résistances 1/4 ou 1/2 W

R_1 , R'_1 : 100 k Ω (marron, noir, jaune)

R_2 , R'_2 : 1,6 k Ω (marron, bleu, rouge)

R_3 , R'_3 , R_4 , R'_4 : 330 Ω (orange, orange, marron)

R_5 , R'_5 : 15 k Ω (marron, vert, orange)

R_6 , R'_6 : 100 k Ω (marron, noir, jaune)

R_7 , R'_7 : 1,8 k Ω (marron, gris, rouge)

R_8 , R'_8 : 470 Ω (jaune, violet, marron)

R_9 , R'_9 , R_{10} , R'_{10} : 33 Ω (orange, orange, marron)

Condensateurs chimiques, sorties « radiales »

C_1 , C'_1 : 2,2 μ F/6 V

C_2 , C'_2 : 10 μ F/6 V

C_3 , C_4 : 470 μ F/16 V

Condensateurs « mylar »

C_5 , C_6 : 0,1 μ F/250 V

Condensateurs céramiques

C_7 , C'_7 : 100 pF

Diodes

D_1 , D'_1 , D_2 , D'_2 , D_3 , D'_3 : 1N 914, 1N 4148...

Transistors

T_1 , T'_1 , T_2 , T'_2 : BC 109 C

T_3 , T'_3 : BC 309 B

T_4 , T'_4 : 2N 2219

T_5 , T'_5 : 2N 2905

Divers

P_5 : 2 \times 22 kA

Préampli de sortie

Résistances 1/4 ou 1/2 W

R_1 , R'_1 : 100 k Ω (marron, noir, jaune)

R_2 , R'_2 : 1,6 k Ω (marron, bleu, rouge)

R_3 , R'_3 , R_4 , R'_4 : 330 Ω (orange, orange, marron)

R_5 , R'_5 : 15 k Ω (marron, vert, orange)

R_6 , R'_6 : 100 k Ω (marron, noir, jaune)

R_7 , R'_7 , R_8 , R'_8 : 22 k Ω (rouge, rouge, orange)

R_9 , R'_9 : 12 k Ω (marron, rouge, orange)

Condensateurs chimiques, sortie « radiale »

C_1 , C'_1 : 1 μ F/6 V

C_2 , C_3 : 470 μ F/16 V

C_4 , C'_4 : 4,7 μ F/6 V

C_5 , C'_5 : 2,2 μ F/6 V

Condensateurs « mylar »

C_6 , C_7 : 0,1 μ F/250 V

Condensateurs céramique

C_8 , C'_8 : 10 pF

Transistors

T_1 , T'_1 , T_2 , T'_2 , T_4 , T'_4 : BC 109 C

T_3 , T'_3 : BC 309 B

Divers

P_3 : 1 \times 10 kA

P_4 : 2 \times 22 kA

Composants divers

1 coffret « ESM ». Réf. ER.48.04-250

14 fiches « CINCH » châssis, femelles

28 rondelles isolantes pour les « cinch »

1 fiche jack femelle stéréo châssis

2 rondelles isolantes pour la fiche jack

1 support de LED

6 boutons de potentiomètre

1 passe-fil « secteur »

1 support de fusible pour châssis

2 supports 14 broches pour circuit intégré

Gaine thermo-rétractable

Cosse « Fast-on »

Cosses poignard

câble en nappe

câble blindé 1, 2 et 3 conducteurs

1 câble secteur

1 fiche secteur

câbles d'alimentations (5 couleurs)

28 vis \varnothing 3 mm

28 rondelles « éventail »

28 écrous pour vis \varnothing 3 mm

28 entretoises 5 mm, métalliques

Nécessaire pour circuits imprimés

Transferts « Mécanorma » blancs et noirs (pour faces avant et arrière)

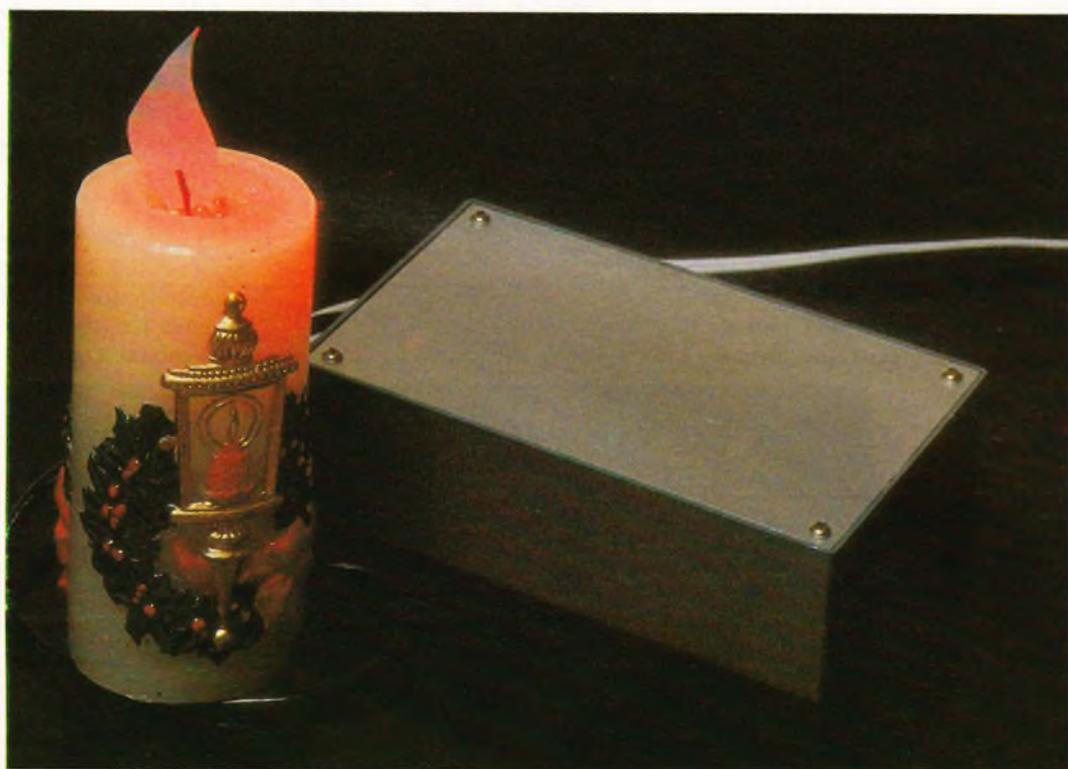
Vernis en bombe aérosol

Soudure



UNE CHANDELLE ELECTRONIQUE

A l'approche des fêtes de fin d'année, nous vous proposons de réaliser une véritable chandelle totalement électronique, qui imite à s'y méprendre la lueur vacillante de la flamme d'une bougie.



E

lle possède sur sa collègue en cire le remarquable avantage de ne pas couler, de ne dégager aucune odeur ni la moindre fumée ; elle est très économique puisque son usure est quasiment négligeable. De plus, vous pourrez la confier à vos enfants qui ne risqueront pas de se brûler à son contact.

I - PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Pour simuler la faible lueur d'une bougie, il faut avant tout réussir à obtenir un signal aléatoire, c'est-à-

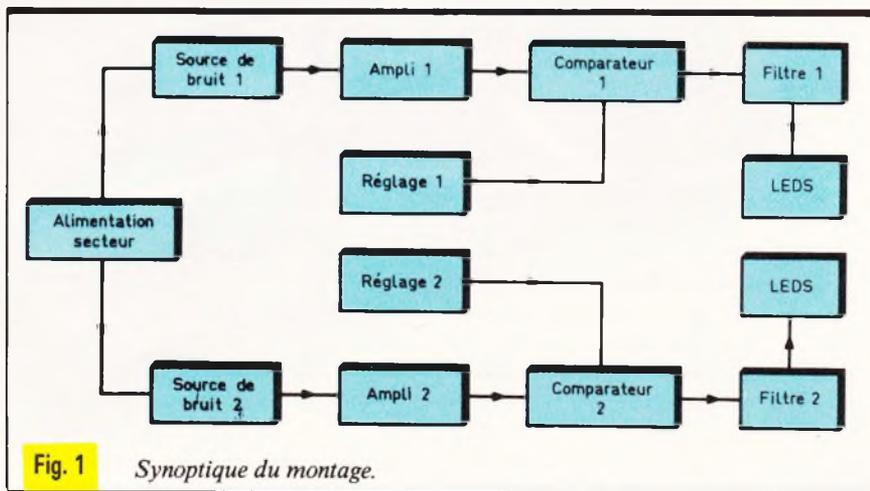


Fig. 1 Synoptique du montage.

dire totalement imprévisible. Il n'est en effet pas possible de compter sur la trop parfaite régularité des oscillateurs astables qui ne savent que produire des signaux toujours rectangulaires. Une première idée est d'associer plusieurs oscillateurs à l'aide par exemple de quelques portes EXOR, ce qui permet de simuler d'une certaine manière le hasard tant souhaité. Toutefois, les signaux obtenus, s'ils sont bien aléatoires en fréquence, ne le seront pas en amplitude, car les portes logiques ne connaissent que le niveau 1 et le niveau 0. Nous allons donc faire appel à un générateur de bruit blanc, bien connu des amateurs de synthétiseurs. Un tel montage utilise un semi-conducteur (diode ou transistor) polarisé dans le sens non-conducteur. Un signal de bruit apparaît, dont l'amplitude dépend en fait du courant traversant la jonction PN. Il est fréquent de devoir essayer plusieurs semi-conducteurs avant d'obtenir un signal de bruit satisfaisant.

Le phénomène serait dû à l'agitation électronique dans le semi-conducteur lorsque la tension de polarisation se trouve non loin du coude de la caractéristique inverse.

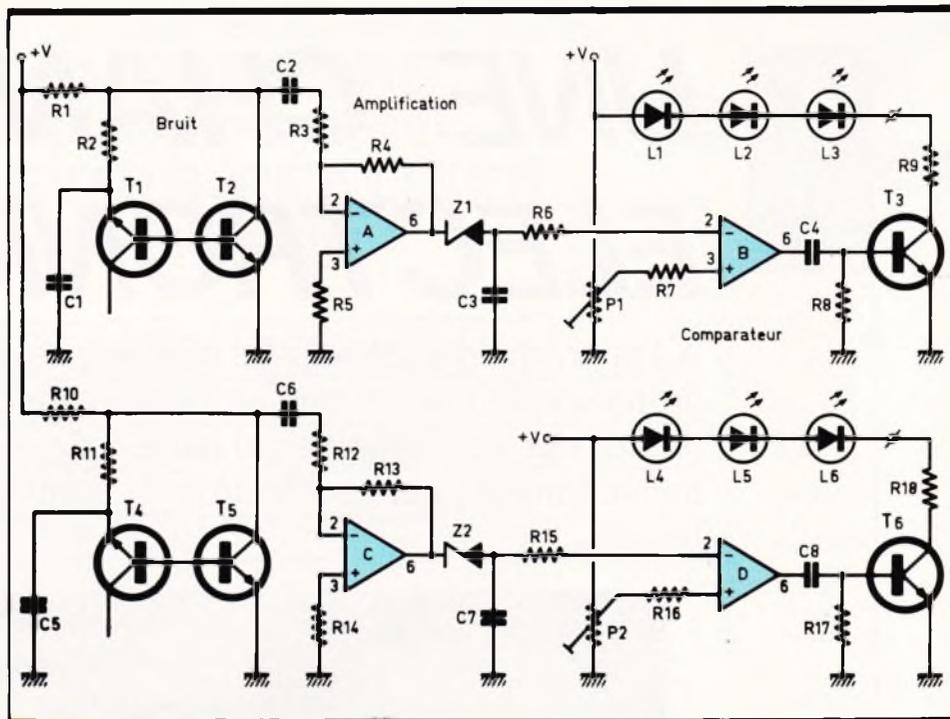
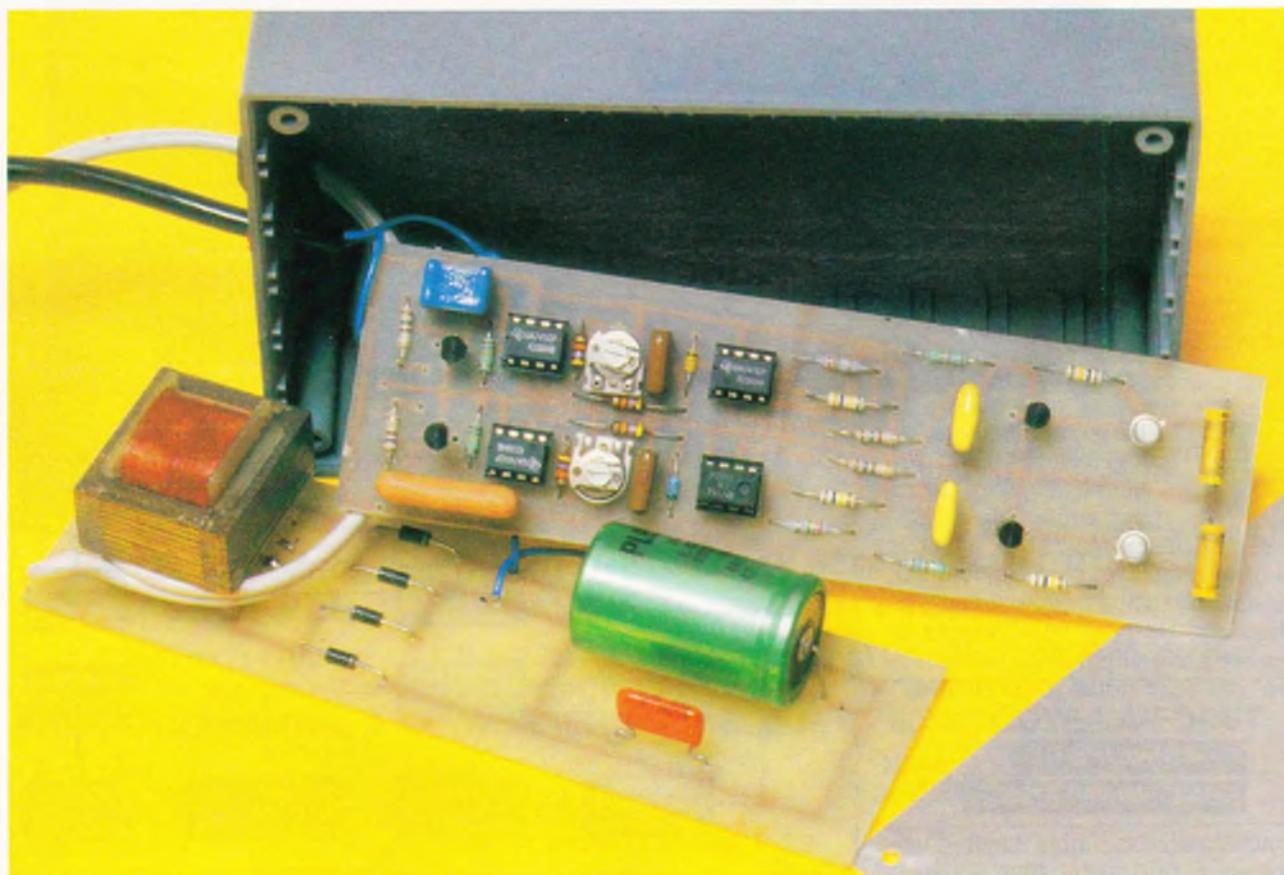


Fig. 2 Schéma de principe complet.

Ce générateur d'un type un peu particulier est producteur d'un signal composite où théoriquement toutes les fréquences du spectre ont la même énergie. Il est bien en-



Un aperçu des deux modules électroniques.

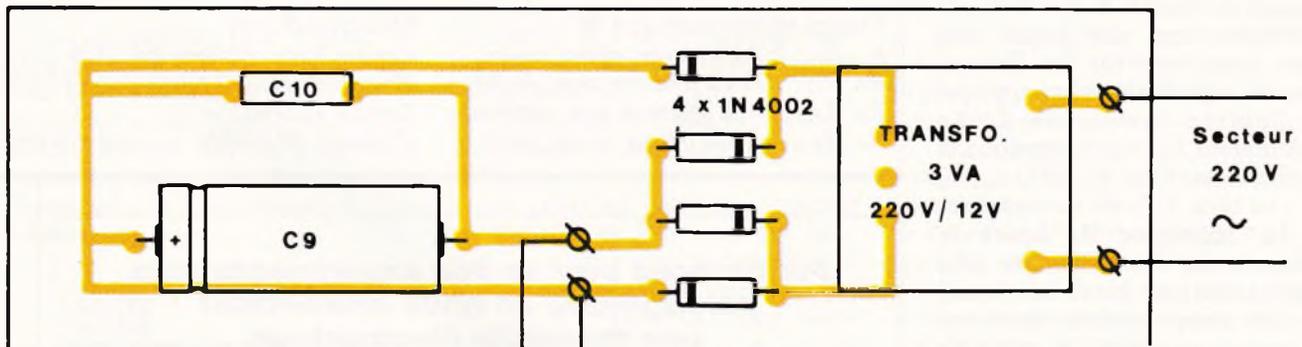
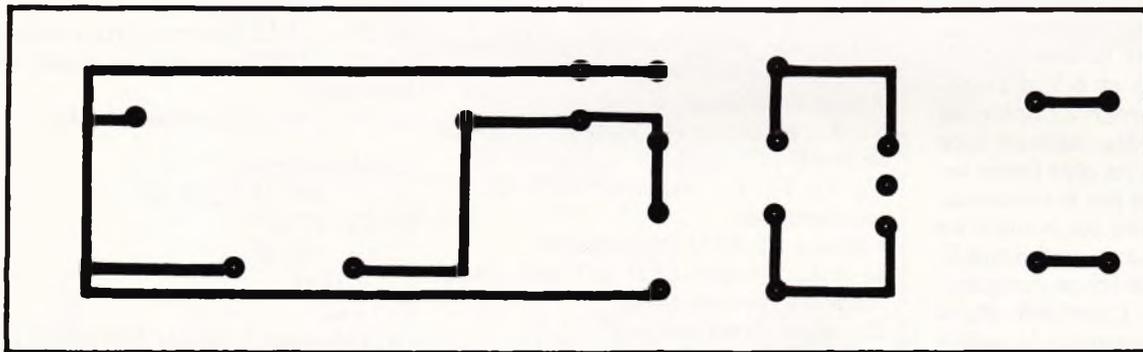
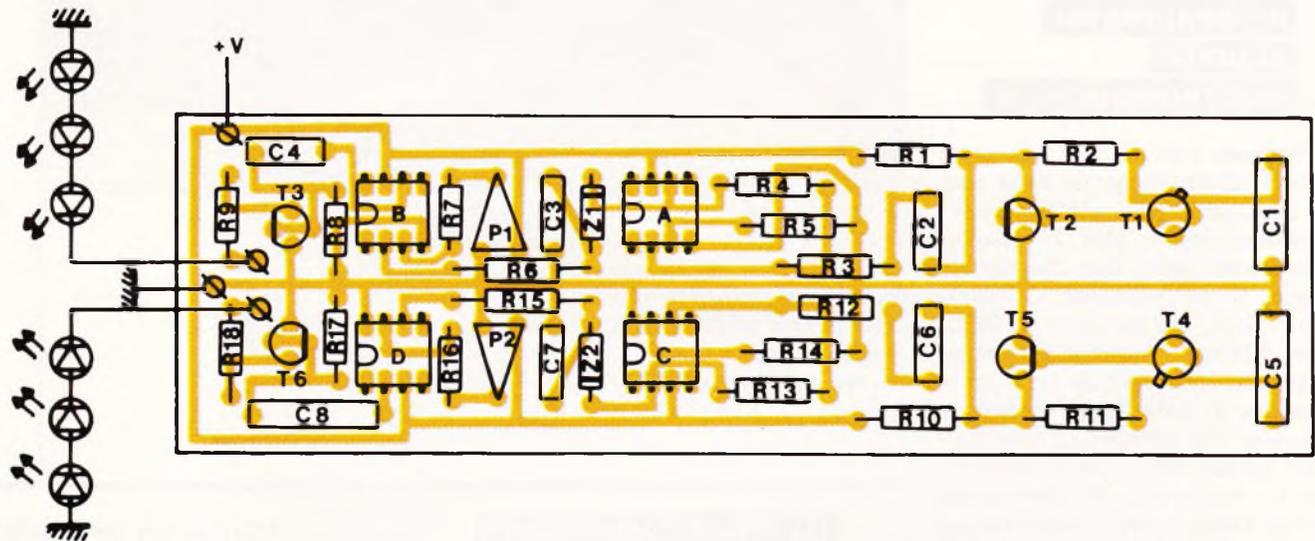
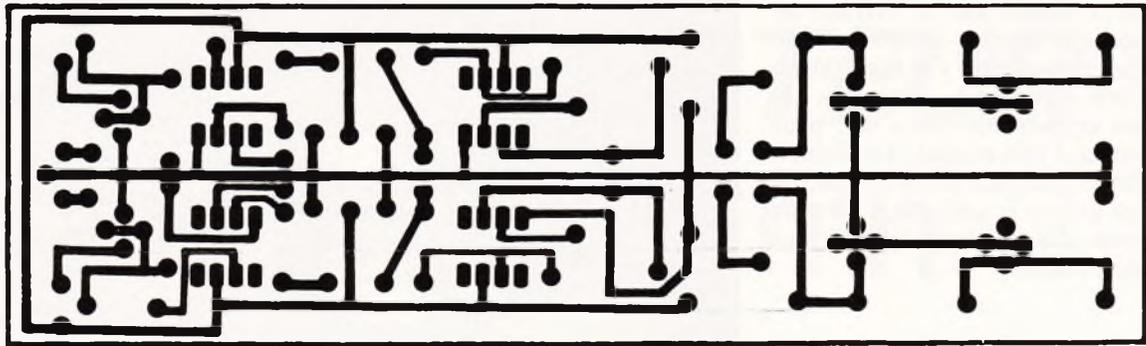
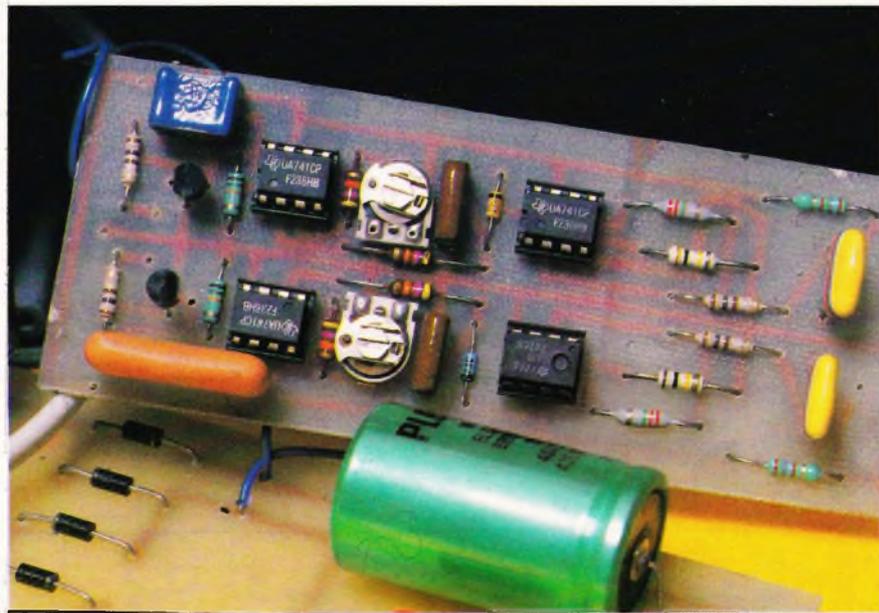


Fig. 3 Tracés des circuits imprimés
Fig. 6 grandeur nature.

tendu possible ensuite de filtrer le « bruit » obtenu pour en extraire les fréquences hautes, basses ou une bande particulière. Ce bruit blanc convient à merveille, après une sérieuse amplification bien sûr, pour illuminer d'une manière totalement aléatoire quelques LED rouges, ou même exciter la gâchette d'un triac si vous désirez travailler à plus grande échelle.

II - ANALYSE DU SCHEMA ELECTRONIQUE (fig. 2)

Précisons tout d'abord que notre schéma est constitué de deux parties quasi identiques ; en effet, pour accentuer encore plus la ressemblance avec une vraie flamme de bougie, il est judicieux de construire deux générateurs de bruit blanc différents à quelques composants près. La source de bruit est le transistor T_1 polarisé à l'envers ; le transistor T_2 procède à une première amplification que le condensateur C_2 s'empresse de transmettre sur un étage amplificateur réalisé par l'ampli-op A. Le gain très important de cet étage est dû en partie à la valeur de la résistance R_4 . Nous obtenons sur la broche 6 de l'ampli A entre 5 et 6 V d'amplitude. La diode Zener Z_1 opère un premier filtrage des signaux trop faibles ; les crêtes les plus fortes seront encore filtrées par le condensateur C_3 qui opère un peu comme un filtre passe-bas. Le second amplificateur B est utilisé ici en comparateur ; à l'aide de l'ajustable P_1 , il est possible de déterminer le potentiel appliqué sur l'entrée 3 non inverseuse de l'ampli B. La sortie de ce dernier sera soit haute, soit basse, selon bien sûr les fluctuations du signal aléatoire appliqué sur l'entrée inverseuse 2. Le condensateur C_4 , enfin, applique le signal résultant sur les LED L_1 , L_2 et L_3 en série à l'aide du transistor T_3 . La résistance R_9 limite la consommation des LED, que nous avons choisies de haute luminosité afin de mieux encore jeter des lueurs au sommet d'une véritable bougie. Nous trouvons de même une seconde source de bruit qui procède de la même manière. Il a fallu faire appel à une petite ali-



Les quatre amplificateurs opérationnels $\mu A 741$.

mentation secteur pour nourrir cette bougie un peu particulière ; un simple schéma double alternance fut retenu. Joyeux Noël à tous !

Guy ISABEL

LISTE DES COMPOSANTS

Semi-conducteurs

IC_1 à IC_4 : amplificateurs opérationnels A, B, C, D A 741 DIL 8 broches

4 supports à souder 8 broches

T_1 , T_4 : transistor NPN 2N 2222 (source de bruit)

T_2 , T_3 , T_5 , T_6 : transistor NPN BC337 ou équivalent

4 diodes 1N 4002 alimentation

L_1 à L_6 : diodes LED $\varnothing 5$ mm rouge, jaune orange (voir texte)

Z_1 : diode Zener 400 mW 8,2 V

Z_2 : diode Zener 400 mW 6,8 V

Toutes résistances 1/4 W

R_1 , R_{10} : 2,7 k Ω (rouge, violet, rouge)

R_2 , R_{11} : 100 k Ω (marron, noir, jaune)

R_3 , R_{12} : 180 Ω (marron, gris, marron)

R_4 , R_{13} : 2,2 M Ω (rouge, rouge, vert)

R_5 , R_{14} : 100 k Ω (marron, noir, jaune)

R_6 , R_{15} : 47 k Ω (jaune, violet, orange)

R_7 , R_{16} : 47 k Ω (jaune, violet, orange)

R_8 , R_{17} : 18 k Ω (marron, gris, orange).

R_9 , R_{18} : 100 Ω environ ou moins selon luminosité

P_1 , P_2 : ajustable horizontal 1 k Ω

Condensateurs

C_1 , C_5 : 100 nF à 220 nF

C_2 , C_6 : 47 nF

C_3 , C_7 : 100 nF

C_4 : 470 nF

C_8 : 1 μ F

C_9 : chimique 2 200 à 4 700 μ F/25 V

C_{10} : 47 nF

Matériel divers

Coffret Retex Polibox RP 3GA

Transformateur à picots 3 VA 220/12 V

Cordon secteur

Passe-fil, fil souple, et... une bougie

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

ELECTRONIQUE PRATIQUE, 2 à 12, rue de Bellevue, 75019 PARIS



TIMER SECTEUR

de 1 à 4 h 16 mn

Ce timer est une sorte de bête à tout faire,
puisque'il peut être réglé de 1 à 256 secondes
(4 mn 16 s) ou de 1 à 256 minutes (4 h 16 mn).



La précision est de l'ordre de 1%. Il sera très utile pour alimenter en 220 V des chargeurs de batterie, pour exposer du film Posireflex, de l'époxy sensibilisé, pour préchauffer ou agiter du perchlore, etc. Nous avons utilisé le CI XR2240, plus très jeune mais toujours pas démodé; donc toujours disponible chez la plupart de nos annonceurs.

LE CI

« EXAR XR 2240 » (fig. 1)

Beaucoup de choses dans ce CI à seize pattes : tout d'abord une base de temps (oscillateur) dont la pé-

riode est établie par un condensateur sur sa borne n° 13, chargé à travers une résistance (ici $R_6 + P_1$ ou $R_7 + P_2$).

Le départ de l'oscillateur est commandé par une impulsion positive sur sa borne n° 11.

En revanche, c'est une impulsion 1 sur la borne n° 10 qui bloquera l'oscillateur.

Nous avons en outre une cascade de diviseurs de fréquence par deux dont les sorties sont les broches 1 à 8 : ce sont des « collecteurs ouverts » de transistors NPN intégrés; donc une borne « active » est au niveau zéro. Une série de huit interrupteurs (K_1 à K_8) peut les relier à une ligne commune que nous appellerons « bus ». Nous baptisons

ces cosses 1 à 8 « 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 ».

Fermons les inters 2, 8 et 32; en totalisant, $2 + 8 + 32 = 42$. Après le start par l'inter poussoir IP_1 , notre « bus » va être maintenu au niveau zéro pendant les quarante-deux premières oscillations. Ensuite le « bus » passera à 1, et cette impulsion, ici via R_3 , va rebloquer l'oscillateur.

Si l'oscillateur a été réglé sur 1 Hz (par $R_6 + P_1$), il aura fonctionné pendant 42 s. En revanche, si $R_7 + P_2$ conduisent à une période de 1 mn, ce sera 42 mn de fonctionnement.

Quelques caractéristiques techniques du XR 2240 : la tension d'alimentation sera comprise entre 4 et

15 V. La période de l'oscillateur est obtenue par la formule :

$$T = 1 \times R \times C$$

avec T en secondes, R en ohms et C en farads.

Dans notre schéma, C est C₂ (100 μF) et R correspond à R₆ + P₁ (1 s), ou R₇ + P₂ (1 mn).

Les valeurs de C₁ et R₁ sont des recommandations du constructeur.

Nota : En fermant tous les inters, de K₁ à K₈, on obtient un total de 256.

LE CIRCUIT ELECTRONIQUE (fig. 1)

Le commutateur K₉ permet le changement de l'unité de comptage, secondes ou minutes ; P₁ et P₂ sont des ajustables, et grâce aux résistances talons R₆ et R₇ nous obtiendrons un réglage (définitif) précis à 1 %.

Sur notre schéma, les lettres encadrées correspondent à des cosses sur le circuit imprimé.

La résistance chutrice R₈ est commune aux deux inters-poussoirs : IP₁ = départ ; IP₂ = arrêt. Ce dernier est d'un usage rare dans la pratique. La résistance R₂ est en quelque sorte la résistance de collecteur des transistors intégrés (bornes 1 à 8 de CI₁).

Puisque le « bus » est à 0 V pendant le fonctionnement du CI, nous sortons sur un transistor PNP (T₁) qui sera donc conducteur lorsque le « bus » sera à zéro. Ce transistor T₁ fait coller le relais RM₁, un 2 T (= deux contacts de travail). L'un alimente le socle de sortie en 220 V (« UTILISATION »), l'autre est destiné à la LED témoin D₆.

L'alimentation est classique : un transformateur 220/12 V, pont de quatre diodes, filtrage primaire par C₃, transistor ballast T₂ piloté par la diode Zener Z₁, suivi d'un filtrage secondaire par C₄.

La tension d'alimentation V+ est donc stabilisée (vers 11,4 V) ; en revanche la LED est sur la tension non stabilisée.

C'est pour prévenir les à-coups de tension dus au fonctionnement du relais que C₄ a une valeur importante (470 μF).

La diode D₅ aux bornes de la bobine du relais est l'habituelle protection du transistor T₁.

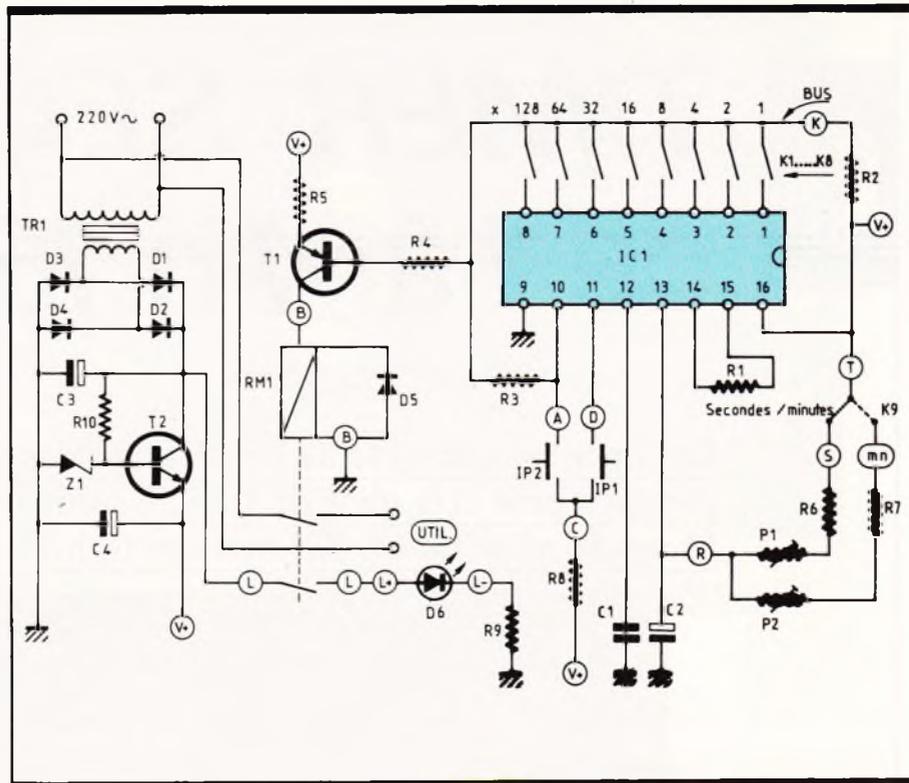


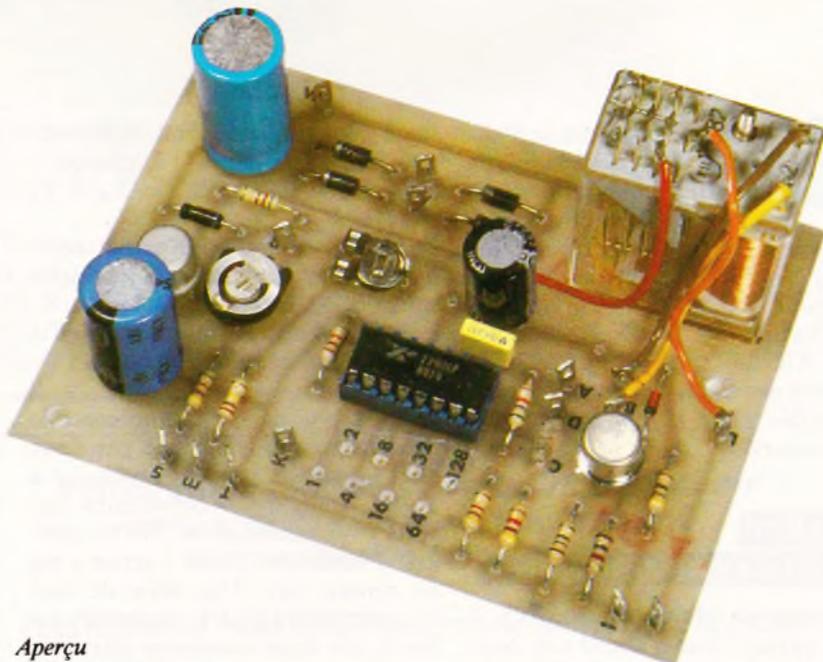
Fig. 1 Le schéma de principe se construit autour du XR 2240.

Nota :

- Lorsque le cycle est lancé par action sur IP₁, d'autres actions sur celui-ci (rebonds, fausses manœuvres) sont sans effet.
- Il n'y a pas d'inter marche-arrêt sur l'alimentation secteur du circuit. A la mise sous tension le cycle ne peut démarrer, il lui faut le départ par IP₁.
- Si les inters K₁ à K₈ sont tous ouverts, le cycle ne peut démarrer.
- Toutes les valeurs comprises

entre 1 et 256 sont affichables par combinaisons des inters.

● La précision n'est pas tributaire du comptage programmé. Ainsi, pour un temps de 1 mn, il n'est pas moins précis de fermer seulement K₁ (« 1 ») avec K₉ sur « mn », qu'en programmant 60 secondes (= 32 + 16 + 8 + 4) avec K₉ sur « sec ».



Aperçu de la carte imprimée.

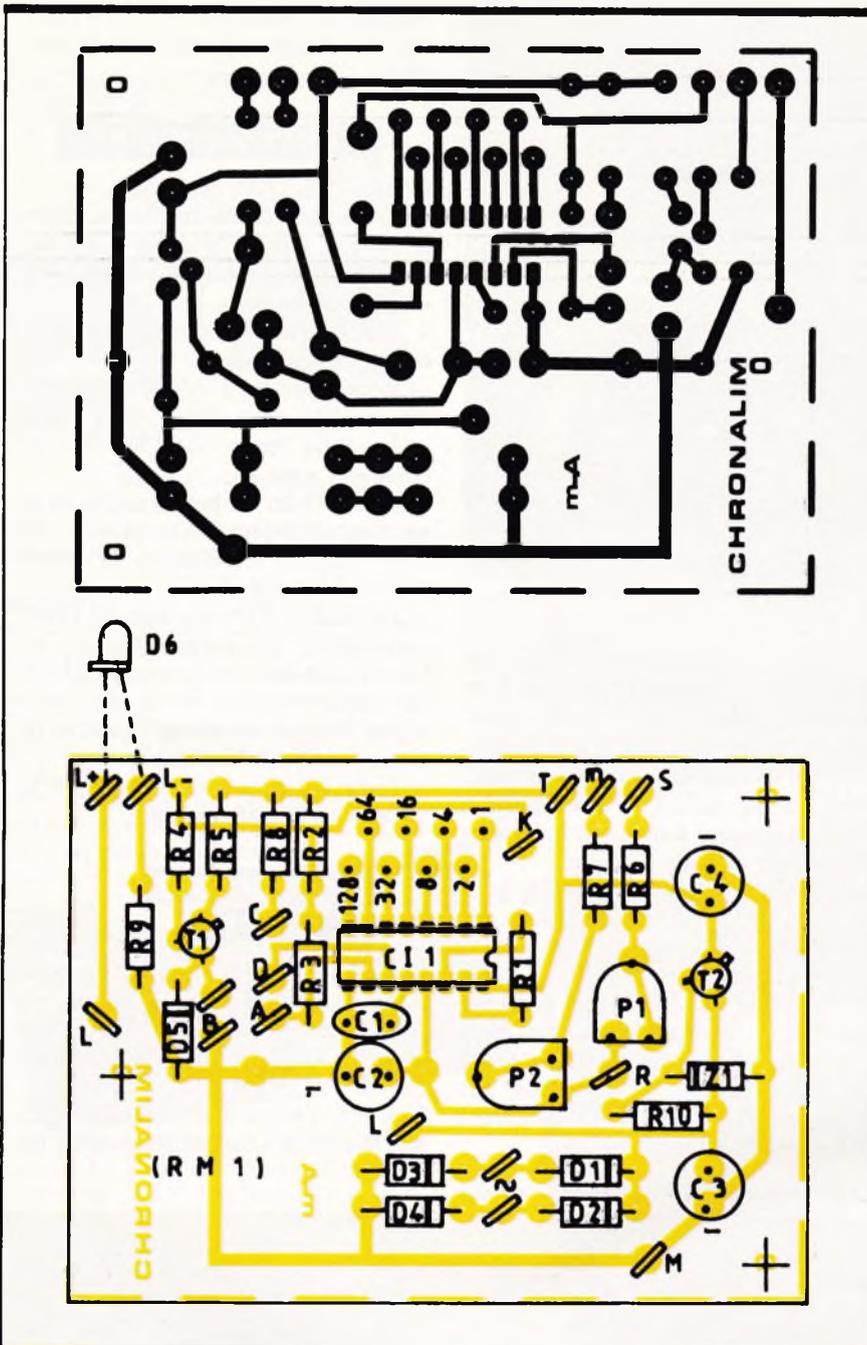


Fig. 2 Le tracé du circuit imprimé se reproduira très facilement à l'aide de transfert « Mecanorma ».

Exemple de câblage d'un relais 4 RT et de l'option « pendant »/« dans ».

Fig. 3

LE CIRCUIT IMPRIME

(fig. 2)

Seuls les inters, la LED et le transformateur sont extérieurs au circuit. Pas de straps mais de nombreuses connexions de fils, c'est normal avec tous ces inters extérieurs.

La qualité du condensateur C_2 est très importante, car s'il présente un courant de fuite important vous aurez du mal à obtenir une période de 1 mn ! Il faut un condensateur *neuf*, pas de récupération. Aussi nous avons prévu les implantations des deux modèles possibles, radial ou axial (vertical ou horizontal), d'où sur l'époxy quatre trous au lieu de deux.

Les gains β de T_1 et T_2 ont peu d'importance, aux alentours de 100. Toutes les résistances peuvent être des modèles 1/4 W.

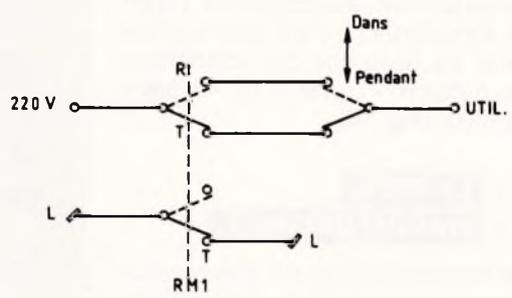
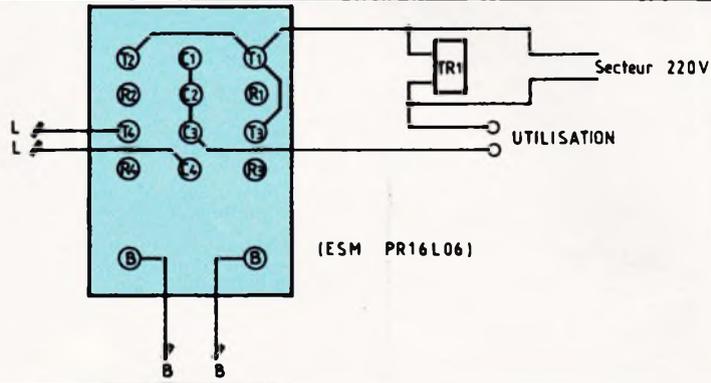
Nous n'avons pas prévu de cosse poignard pour les fils venant des cosse 1 à 8 de $C1_1$. La cosse R ne reçoit aucun fil, elle ne sert qu'aux pré-réglages de P_1 et P_2 . Idem pour la cosse de masse « M » située près de C_3 .

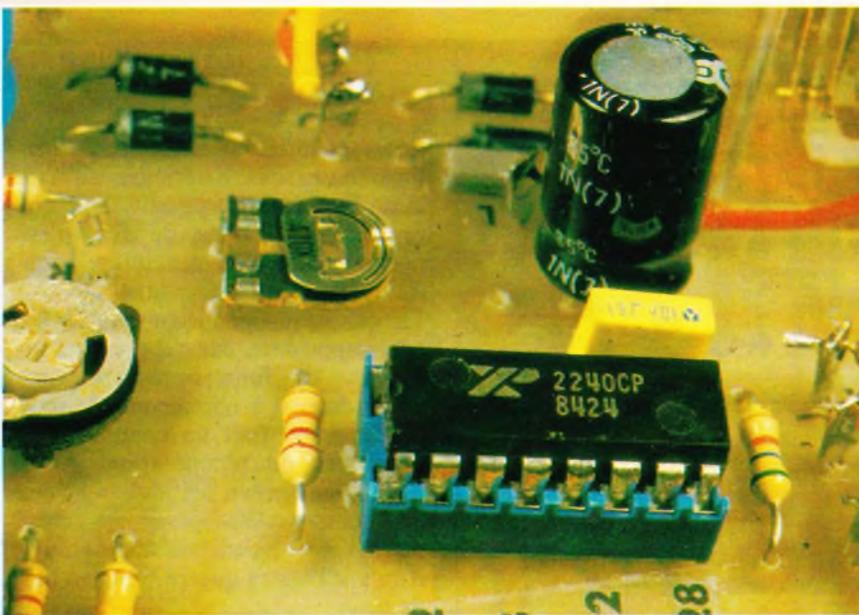
Ne voulant pas imposer tel modèle de relais, il est simplement *collé* sur l'époxy, avec ses cosse bobines à relier par fils aux deux cosse « B » du module.

LE RELAIS RM1

Sa résistance de bobine sera de l'ordre de 300 Ω . Comme nous l'avons dit, il faut au moins un 2T: un pour le 220 V utilisation, l'autre pour la LED (à relier aux cosse « L » du module).

Le principal souci est la puissance en 220 V qu'il pourra couper. Pour du 500 W, pas question d'utiliser un modèle format demi-morceau de sucre... De nombreuses variantes





Le XR 2240 sur son support.

sont possibles en fonction de vos disponibilités.

A titre d'exemple, nous avons monté un relais « ESM », 300 Ω , « type Européen », 12 V, 4 RT : un pour la LED et les trois autres en *parallèle* pour le 220 V. Le schéma de la **figure 3A** illustre notre câblage, qui, répétons-le, n'est qu'un exemple. Voyons d'autres variantes :

Cas n° 1 : Vous avez un relais costaud mais ne possédant qu'un contact de travail : pas de LED ; remplacez-la par une ampoule néon en *parallèle* sur la prise de sortie 220 V, avec une résistance en série de 120 k Ω (marron, rouge, jaune). Si elle reste constamment éclairée, inversez la polarité de la prise secteur.

Cas n° 2 : Vous disposez d'un gros relais à bobine 220 V alternatif pouvant couper plusieurs kilowatts : vous pouvez commander sa bobine par les contacts d'un relais 12 V de petite taille commandé par T₁.

Cas n° 3 : Vous pouvez ajouter l'option « DANS ou PENDANT » le temps affiché ; autrement dit Timer ou Retardateur : c'est tout simplement un inverseur qui sélectionne les contacts « travail » ou « repos » du relais (**fig. 3B**).

LA MISE

EN COFFRET (fig. 4)

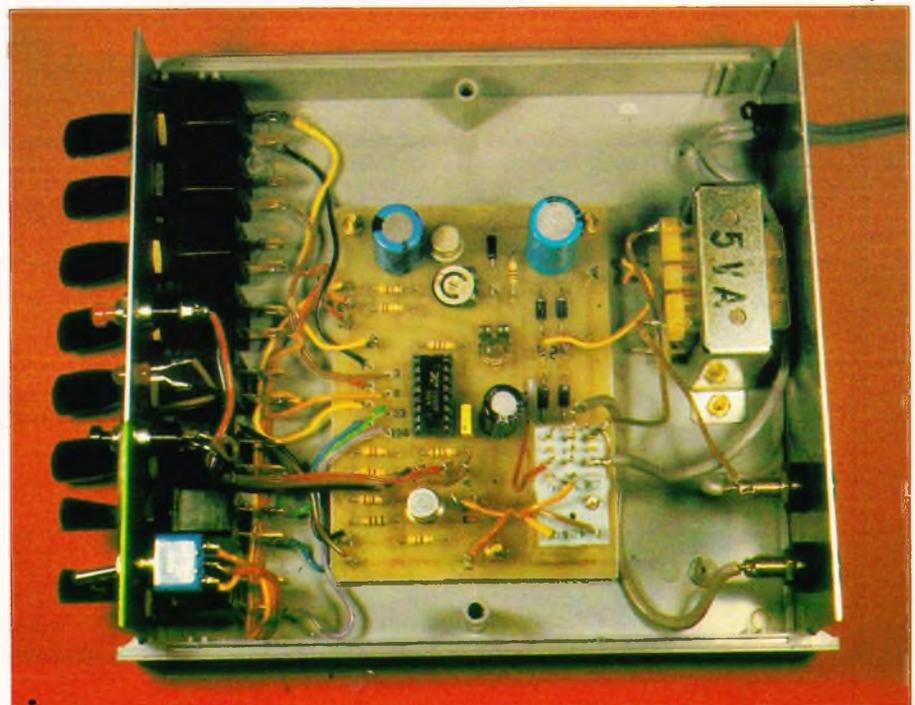
De nombreux coffrets du commerce peuvent convenir, l'essentiel est que leur façade (ou couvercle) ait la

surface suffisante pour loger les huit inters, l'inverseur K₉, les deux boutons-poussoirs et la LED. L'entrée et la sortie 220 V étant de préférence à l'arrière ou sur un côté. Nous avons choisi le Teko modèle 223 (plastique) dont nous indiquons **figure 4** le plan de perçage.

Les inters : plus ils sont petits, plus ils sont chers ! D'où l'emploi de ces modèles économiques et si agréables à manœuvrer.

Le module est vissé sur le fond, ainsi que le transformateur (voir photo de la vue interne). Le socle de sortie 220 V est constitué par deux socles banane à l'écartement standard de 19 mm.

Agencement à l'intérieur du coffret Teko.



Montez les huit fils « 1 » à « 128 » sur le module avant de fixer le module.

LE CABLAGE INTERNE

Commencez par le « bus », un fil qui relie une cosse de chaque inter K₁ à K₈, puis à la cosse « K » du module. Ensuite les huit fils « 1 » à « 128 », de K₁ à K₈.

– L'inverseur K₉ : le commun est la cosse « T »,

– Reliez par un fil deux cosses de IP₁ et IP₂, puis de là à la cosse « C ». Puis cosse « D » sur IP₁ et cosse « A » sur IP₂.

– La LED est emboîtée collée dans un trou \varnothing 5 mm de la façade ; fil côté méplat à relier à la cosse « L- », l'autre à « L+ ».

– Le cordon d'arrivée secteur (avec serre-câble ou nœud d'arrêt interne) alimente le primaire 220 V du transformateur et un des deux socles banane de sortie. L'autre fil étant coupé par le relais.

– Enfin les cosses « ~ » recevant le 12 V~ du transformateur.

LES REGLAGES

DE P1 ET P2

Régler P₁ à mi-course, K₉ en position « secondes » et afficher un temps de 10 secondes. Start, top chrono. Vous trouvez par exemple 12,4 s.

Coupez l'alimentation. Basculez K₉. Mesurez à l'ohmmètre entre les



MULTITECH MPF ~ 1/88

Après nous avoir proposé des systèmes d'apprentissage basés sur des processeurs 8 bits (Z 80, 6502, 6809), Multitech nous propose un nouveau système, le Micro-Professor MPF-I/88, basé sur un processeur à architecture 16 bits et pas n'importe lequel puisqu'il s'agit du 8088 Intel, le même que celui qui équipe les micro-ordinateurs de chez IBM.



LA PRISE DE CONTACT AVEC LE MICROPROFESSOR MPF-I/88

Fourni dans un carton aux dimensions respectables, le Multitech MPF-I/88 est soigneusement arrimé par deux éléments de mousse moulés à sa

taille... Pas de problèmes pour le transport ! Nous trouverons en plus une petite boîte contenant l'alimentation sous la forme classique du bloc secteur noir et trois ouvrages qui pour l'instant sont en anglais. A eux trois, ils représentent une épaisseur de cinq bons cm de littérature

technique concentrée, à absorber à petites doses quand on démarre !... (*User's manual/Reference manual/Monitor Program Source Listing*).

La machine par elle-même se présente sous la forme d'un boîtier carré (30 cm x 30 cm environ et 6 cm d'épaisseur) de couleur gris clair, avec un grand clavier aux touches blanches ou grises suivant leurs fonctions. Les 59 touches de ce clavier au standard Qwerty donnent un bon « toucher » les faisant facilement prendre alors qu'il s'agit d'un clavier à membrane caoutchouc (comme il y en a eu pour l'Oric, le Spectrum); la documentation du Multitech MPF-I/88 le disant d'ailleurs très clairement.

Côté poids, le Multitech ne pèse que 1,5 kg environ sans l'alimentation (9 V, 1 A, très classique), on pourra l'emporter sans difficultés avec soi.

Outre le clavier, le Multitech MPF-I/88 dispose pour communiquer avec l'utilisateur d'un afficheur à cristaux liquides pouvant afficher deux lignes de 20 caractères chacune (majuscules et minuscules); la fenêtre utilisable faisant 8 cm de long sur 2 cm de hauteur. Une particularité du logiciel système permettra de gérer un bloc logique de

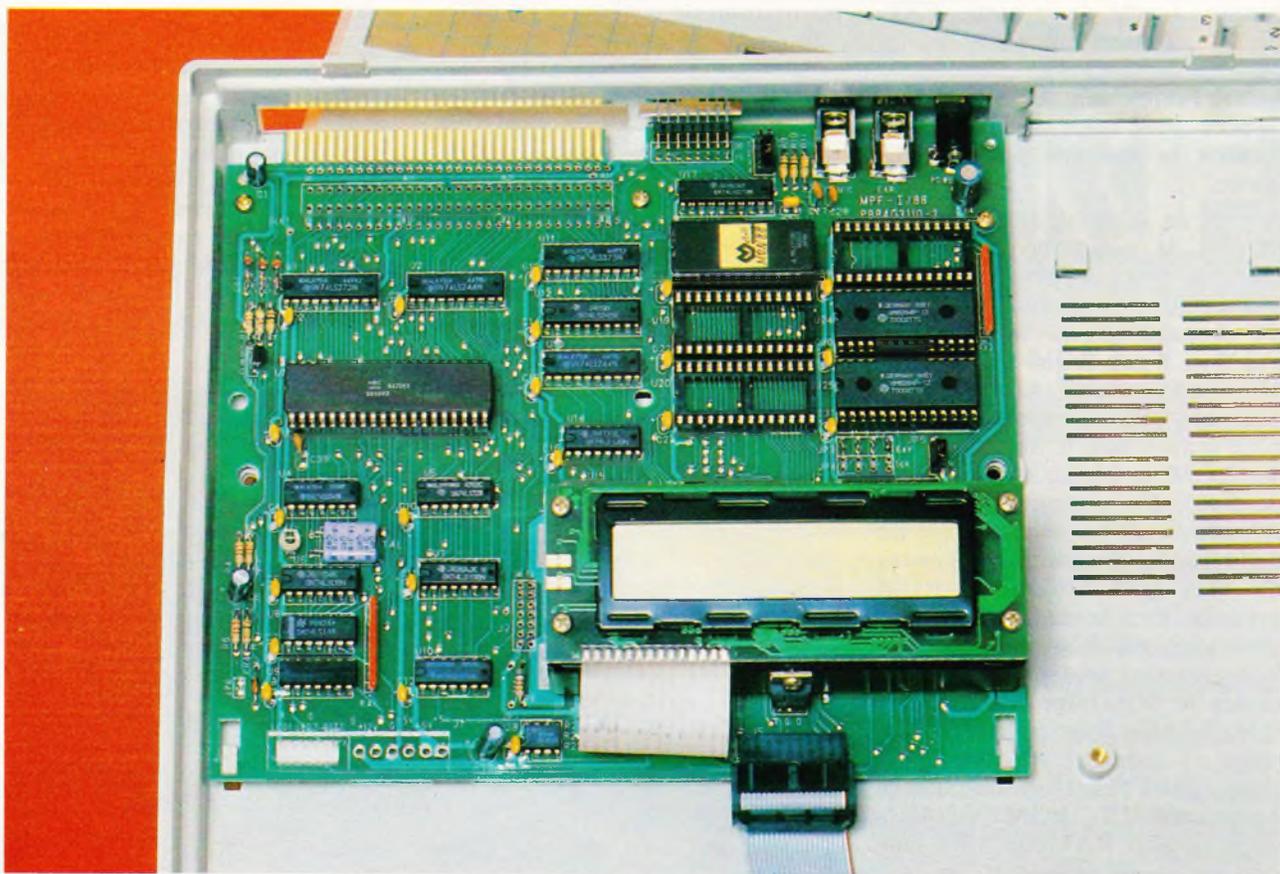
24 lignes à la fois et de pouvoir faire un scrolling (déplacement) vertical dans les deux sens grâce à l'emploi de la touche de Control ALT combinée avec A et Z (et de deux lignes à la fois).

A gauche de l'afficheur, on notera la présence d'un bouton Reset qui permettra le redémarrage à « chaud » du système ainsi que deux diodes électroluminescentes: une verte appelée Audio qui fonctionne de pair avec le buzzer et s'illuminera lors du chargement cassette, et une diode rouge qui sera chargée d'indiquer que le processeur est en train d'exécuter l'instruction HLT (HALT) et par conséquent qu'il est maintenu en « attente » (HOLD). Le tour du propriétaire se terminera par les différents branchements qu'il sera possible d'effectuer sur la face arrière de la machine: la prise POWER pour l'alimenter, les deux prises EAR et MIC pour le branchement de la mémoire de masse (minicassette ordinaire), PRINTER pour le branchement d'une imprimante au standard Centronics, et enfin, venant directement

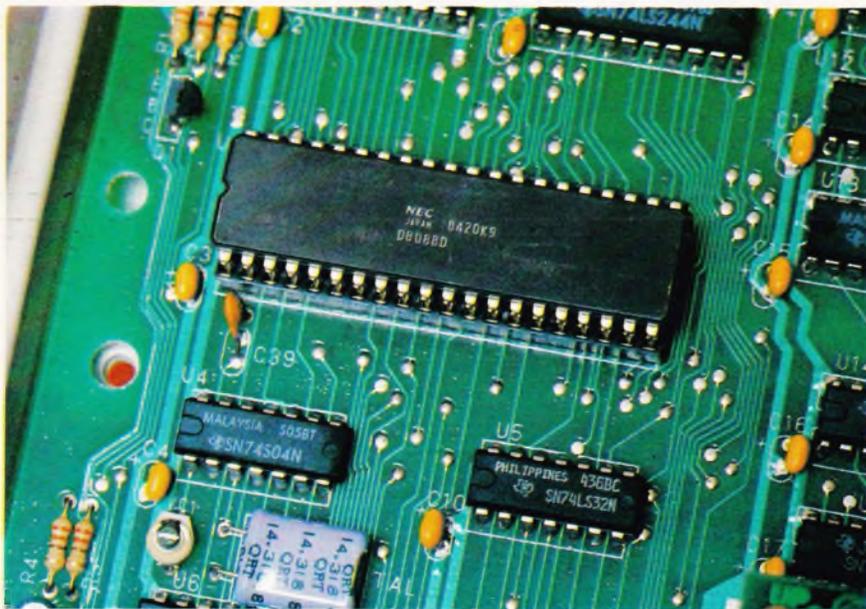
primé, un connecteur EXT-BUS. Celui-ci ouvrira le Multitech MPF-I/88 sur le monde extérieur grâce à ses 62 contacts.

L'INTERIEUR DE LA MACHINE

Très facilement accessible en dévissant 5 vis, le MPF-I/88 est composé d'une carte électronique située dans le coin supérieur gauche et reliée au clavier (qui reste solidaire de la partie supérieure) par un câble plat et un petit connecteur à 4 fils. La carte est loin d'occuper toute la surface du boîtier: il ne devrait pas y avoir trop de problèmes au niveau de la surchauffe, d'autant plus que la partie supérieure est bien ajourée sur toute sa largeur. Un nombre restreint de circuits intégrés sur cette carte, où le maître à bord est le processeur 16 bits 8088, ici d'origine NEC, piloté par une horloge battant à 4,77 MHz. On retrouve les mêmes caractéristiques que sur les microordinateurs IBM, et d'ailleurs Multitech propose dans le manuel la possibilité d'étendre le MPF-I/88



Vue intérieure de la machine.



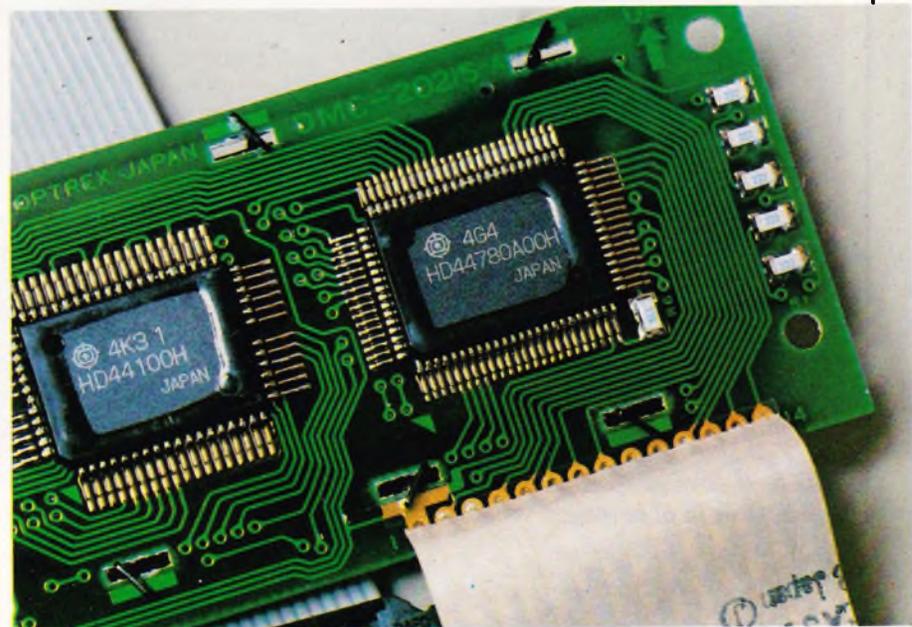
Le microprocesseur à architecture 16 bits.

en utilisant soit une boîte d'extension comportant des connecteurs 62 broches aux normes IBM (plus un de 40 broches spécifique à Multitech) et qui se brancherait sur les 62 contacts (prise EXT-BUS), soit pour les courageux du fer à souder de mettre un connecteur vertical 62 broches à côté de la sortie EXT-BUS sur la carte mère (les emplacements sont prévus). Ceci doit permettre l'utilisation de cartes développées pour IBM... à condition d'ouvrir la machine pour que ça rentre !

A côté du 8088 on trouvera deux rangées de trois supports 28 broches ; la première rangée contient une mémoire morte avec le contenu du programme du moniteur. Il s'agit ici d'une ROM (Read Only Memory = mémoire à lecture seule) de 16 kilo-octets. On pourra donc utiliser avec le MPF-I/88 soit des ROM de 16 Ko, soit des ROM de 8 Ko. On disposera soit de $3 \times 16 \text{ Ko} = 48 \text{ Ko}$, soit de $3 \times 8 \text{ Ko} = 24 \text{ Ko}$. Le programme moniteur du MPF-I/88 détecte les ROM présentes dans la machine lors de la mise sous tension et peut exécuter le programme contenu dans celles-ci dès le démarrage. La mémoire vive (RAM = Random Access Memory = mémoire à accès aléatoire... enfin pas si aléatoire que ça heureusement!) : le MPF-I/88 a deux circuits RAM de 2 Ko chacun, soit 4 Ko utilisables, on peut utiliser des circuits de 2 ou 8 Ko et

avoir donc un maxi de 6 Ko ($3 \times 2 \text{ Ko}$) ou un maxi de 24 Ko ($3 \times 8 \text{ Ko}$), le panachage des différents types n'étant pas autorisé. Dernier détail : près des prises d'entrée-sortie cassette, on trouvera un petit bloc de straps amovibles (close jumpers) qui par leurs positions permettront de configurer les différentes interruptions acceptées par le processeur et générées par les cartes ou périphériques connectés au Multitech MPF-I/88. Enfin, le circuit d'affichage à cristaux liquides est solidement maintenu par un bâti métallique sur lequel le régulateur chargé de maintenir le 5 V nécessaire viendra se fixer et s'en servir comme radiateur. Au dos des afficheurs, on trouvera 3 circuits in-

Circuits intégrés spéciaux de l'afficheur à cristaux liquides.



tégrés spécialisés qui effectueront la gestion des différents segments de l'afficheur à cristaux liquides.

LA MISE SOUS TENSION

S'effectue sans difficultés en enfonçant le jack venant de l'alimentation. Le MPF-I/88 affiche alors le logo de Multitech puis effectue la vérification de la ROM (avec un algorithme très sophistiqué), ensuite il contrôle la ROM et signale la fin de ces contrôles par un bip sonore. L'ensemble de ces opérations prend moins de quatre secondes à s'effectuer, puis le MPF-I/88 passe la main à l'opérateur en affichant le prompt > suivi du curseur. En cas de problèmes, les messages d'erreurs seront affichés sous la forme RAM CHECK ERROR ou ROM CHECK ERROR suivant l'origine de la panne. Dans le cas le plus courant, le système est prêt à accepter les commandes de l'utilisateur qui pourra programmer en Langage machine 8088 et effectuer les choses suivantes :

- écrire des programmes en utilisant l'assembleur ;
- éditer ces programmes ;
- lancer l'exécution ;
- poser des points d'arrêts (break-points) pour examiner le contenu de la mémoire, des registres du 8088, etc. Très utile car il est normal qu'un programme ne fasse pas ce que l'on veut dès le départ ;
- sauver et charger des programmes et données extérieures. A ce stade, on apprécie grandement une documentation bien fournie, celle du Multitech MPF-I/88 se



Le clavier Qwerty, les deux diodes de fonction, le bouton de reset et l'afficheur.

conforme à cette règle. Dans le *User's Manual*, outre la manière de débiller et de mettre en route le système, vous trouverez quelques explications sur la constitution de la machine (hardware), comment faire un petit programme, utiliser un minicassette, la description des nombreuses commandes du programme moniteur, les routines déjà utilisables (inutile de réinventer la roue!) ainsi que plusieurs appendi-

ces sur les différents brochages, câblage, fonctions et registres de 8088, table ASCII, messages d'erreurs...

Le *Reference Manual* est encore plus technique, avec la manière d'utiliser les interruptions, l'organigramme du Monitor lors d'un Reset, programmation des entrées/sorties, les différentes instructions du 8088 classées par familles... On trouvera aussi des

explications sur les circuits spécialisés qui gèrent les afficheurs à cristaux liquides. Le troisième et dernier volume, le *Monitor Program Source Listing* contient tout le programme moniteur en langage source, c'est-à-dire avec toutes les remarques expliquant ce que fait le code, les adresses, tables de référence, etc. Très très instructif, et l'utilisateur peut ainsi s'en inspirer avec efficacité.

CONCLUSION

Un type de machine qu'il n'est pas possible de comparer à une autre. Destinée aux passionnés qui veulent absolument savoir et contrôler ce qui se passe dans la machine et qui pour cela doivent se convertir aux délices (?) de la programmation en langage machine, laquelle est d'un abord toujours difficile car les premiers pas sont laborieux... mais après quelle efficacité!... Le Multitech MPF-I/88 est une machine simple, autorisant l'approche de la programmation du 16 bits 8088 sans investir dans une machine coûteuse.

Alain GARRIGOU

K.F.®

la qualité!

K.F., des produits et matériels pour l'électronique et l'informatique.

Matériels de laboratoire pour la fabrication de circuits imprimés (prototypes ou petites séries).

Plaques présensibilisées négatives et positives de toutes dimensions (et produits annexes).

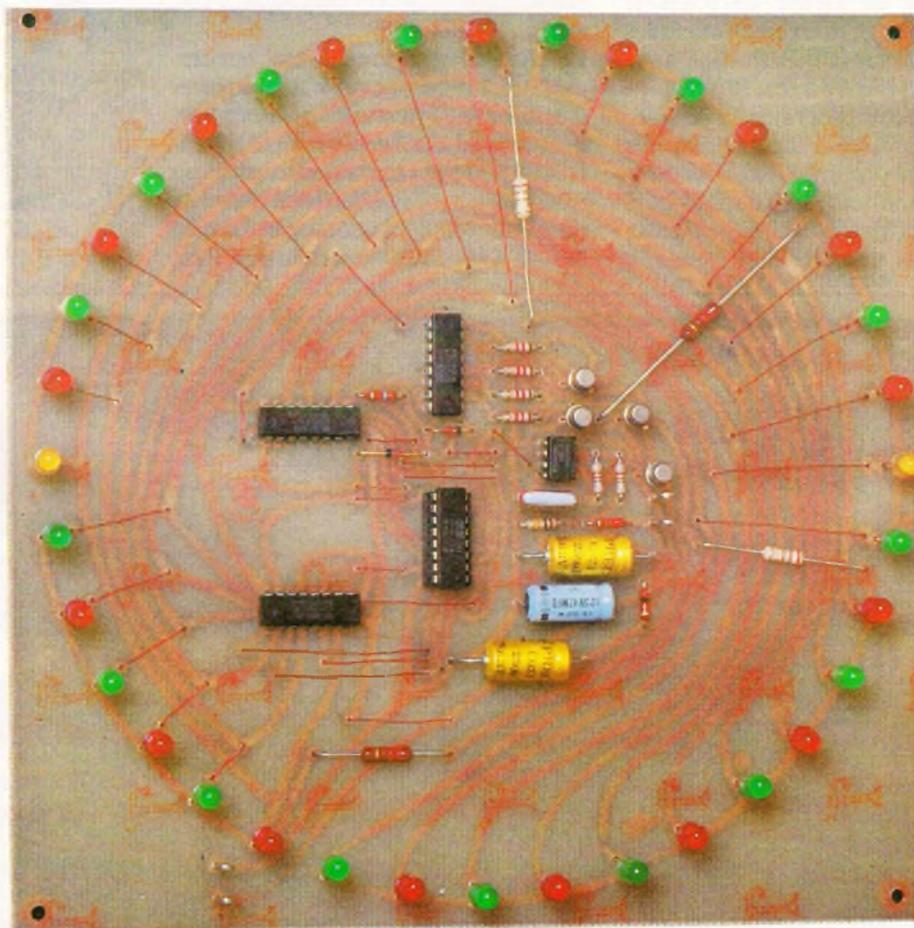
Produits spéciaux en atomiseurs pour lubrifier, nettoyer, déshumidifier, refroidir, protéger, isoler, vernir...

SICERONT K.F. 304-306, Bd. Charles de Gaulle, B.P. 41 92393 Villeneuve la Garenne Cedex. Télax : SICKF 630984F. Tél : (1) 47.94.28.15.



UNE MAXI~ROULETTE A 36 POSITIONS

Un montage électronique attrayant incite volontiers le lecteur néophyte à la pratique. Si de surcroît la réalisation offre un aspect didactique et clairement démonstratif... il ne lui manque plus que la couleur !



C

est chose faite avec notre maxi-roulette/mini-gaspi capable de restituer les aléas du jeu de casino sans aucun de ses

dangers. A vos jeux, Mesdames et Messieurs, marquez les jeux, faites les jeux, voici l'occasion tant attendue de miser haricots, allumettes et lentilles.

Si d'aventure Dame La Chance vous sourit une fois, rien n'interdit de caresser l'espoir qu'elle y prenne plaisir ; tout est marqué, tout est fit ? Rien ne va plus !



PRESENTATION

Avec les premiers frimas vient le temps des jeux d'intérieur, ce qui nous a incité à étudier une maxiroulette avec effet de suspense. Conçue pour offrir un affichage par diodes électroluminescentes, notre étude a voulu d'emblée reculer les limites primaires des circuits intégrés employés ici où là pour des réalisations du même genre.

Le choix du nombre minimal de composants, et superpopulaires qui plus est, ne pouvait résulter du seul hasard. Il vient immédiatement que l'approvisionnement ne saurait poser de problèmes et que la facture globale pourrait réserver de bonnes surprises au lecteur intéressé.

Les visiteurs du Salon des composants de Villepinte auront peut-être la possibilité de voir ce montage sur le stand de la revue, qui sait ?

LE SCHEMA DE PRINCIPE

Vous le découvrez sur la figure 1 qui nécessite quelques éclaircissements. Si l'économie n'était pas un but prioritaire, la TTL aurait pu y tenir la vedette. De même avon-nous délaissé l'idée d'un super démultiplexeur avec une cascade ruineuse de compteurs en binaire, BCD ou Johnson.

En contrepartie, l'adoption de deux simples compteurs décimaux en Johnson de type 4017 va déterminer une résolution maximale de non pas 20 ($10 + 10$), mais bien 100 (10×10) LED ! Reste à commander correctement IC₁ et IC₂ par IC₃ et à adapter leurs sorties au type de charge à commander par des interfaces amplificatrices de courant.

Mais commençons par le début qui est le générateur de rotation et suspense réalisé par IC₃ (555) et ses composants associés. Le mode d'application proposé est celui d'un multivibrateur contrôlé, une version d'oscillateur contrôlé par tension (VCO) qui ferait rire n'importe quel transistor unijonction. C'est peut-être pourquoi les UJT ont aujourd'hui quasiment disparu !

En actionnant brièvement le bouton poussoir BP, on charge un peu C₂ et beaucoup C₃ qui sont employés ici en condensateurs réservoirs, four-

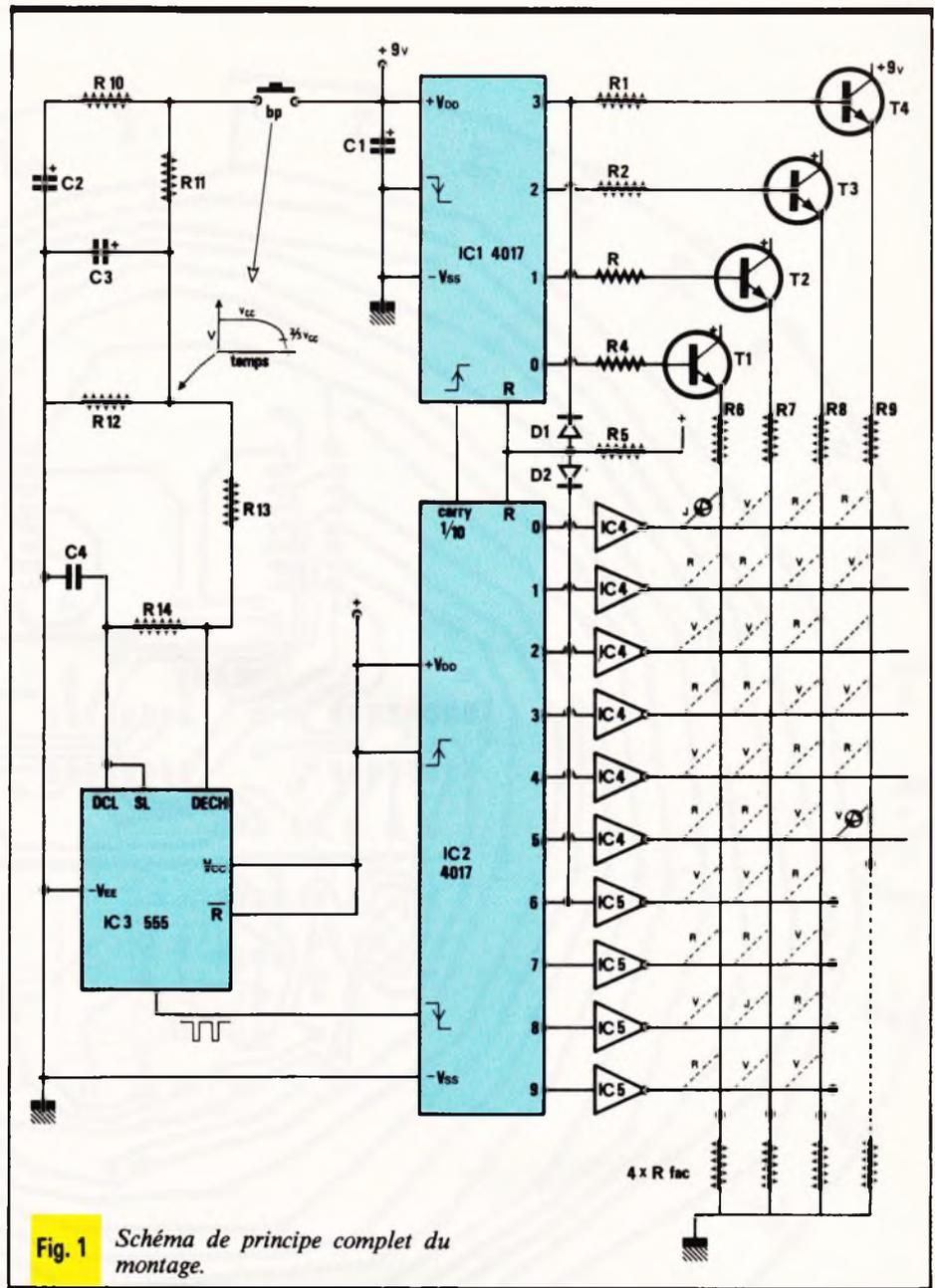


Fig. 1 Schéma de principe complet du montage.

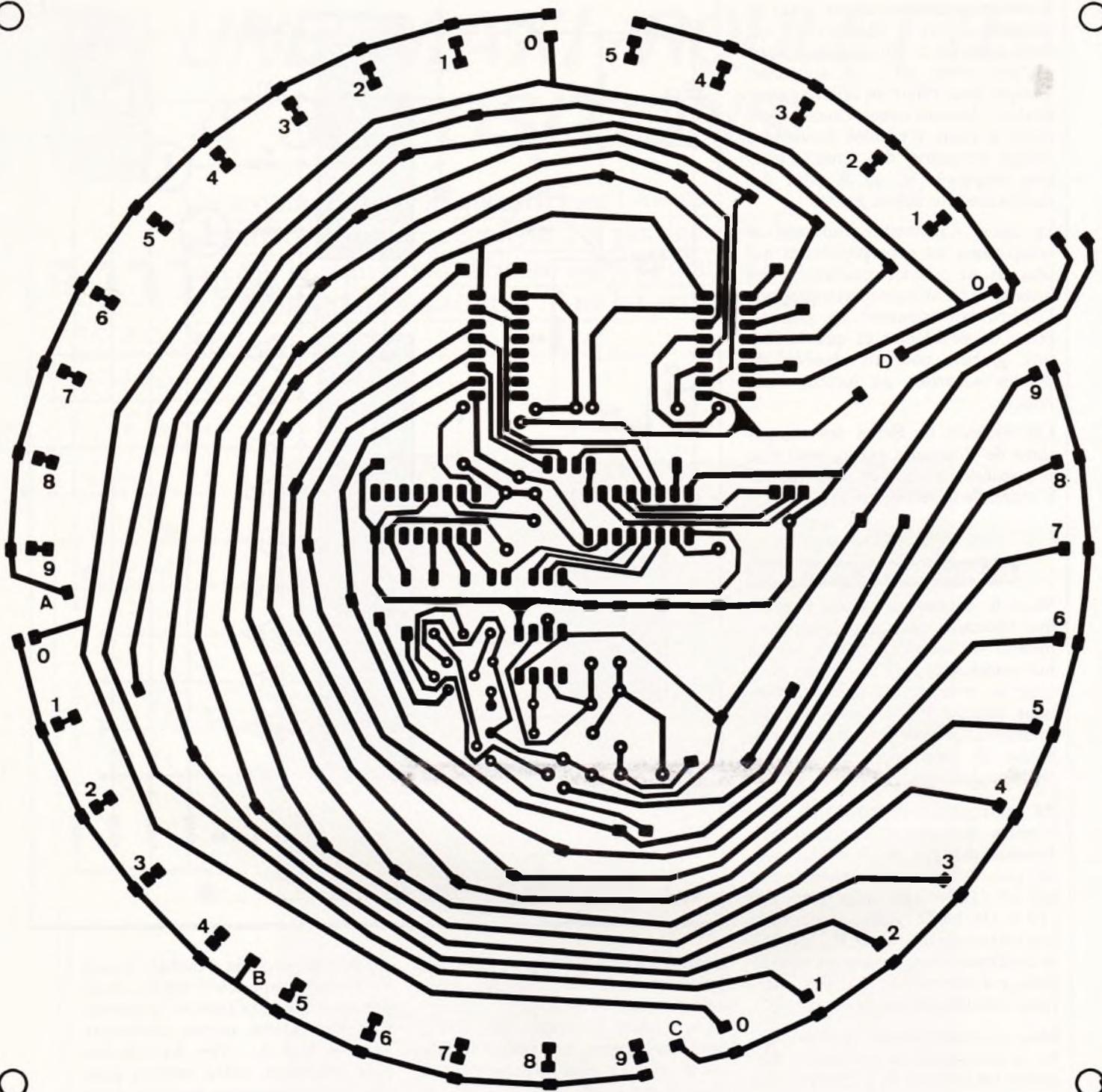
nissant un peu d'énergie positive au point commun R₁₁/R₁₂/R₁₃ après relâchement du poussoir.

Pour « lancer la boule » plus fort et plus longtemps, on devra simplement presser plus durablement le bouton-poussoir afin que C₂ se charge complètement. Ceci parce que R₁₀ est une forte résistance comparée à R₁₁ avec C₂ et C₃ égaux et valant 220 μF.

La résistance R₁₂ tend à décharger C₃, mais aussi et surtout abaisse la tension du nœud R₁₁/R₁₂/R₁₃ quand elle n'est plus utilisable par l'oscillateur IC₃. Sans elle, il subsisterait une tension importante dans les chimiques réservoirs même après l'arrêt de la bille.

Le 555 est capable d'osciller quand l'extrémité supérieure de R₁₃ peut dépasser les deux tiers de la tension d'alimentation totale comprise entre + Vcc et - Vee. Avec le circuit précédent, cette tension positive + Vcc décroît jusqu'au point critique d'arrêt en même temps que la fréquence qu'elle détermine, et le tout en quelques secondes avec nos valeurs de composants R et C.

Ceci s'obtient avec de très fortes valeurs pour R₁₃ et R₁₄ qui limiteront l'extraction d'énergie dans la phase de charge de C₄. Avec les valeurs de 2,2 MΩ et 10 nF, on outre-passe les recommandations typiques du 555 bipolaire qui fonctionne néanmoins fort bien (la



température de boîtier n'est jamais un problème si la sortie est quasi-libre en courant). Un 555 C-MOS serait adoptable (ICM 7555 Inter-sil) mais reste un luxe pour cette roulette.

Le générateur d'impulsions ainsi formé doit comporter, une fois n'est pas coutume, les composants passifs

les plus ordinaires, les moins précis que l'on pourra se procurer. Ainsi s'affranchira-t-on de tout risque de répétitivité du résultat qui se veut le plus hasardeux possible quant au nombre d'impulsions transmises aux 4017 avant arrêt du 555. Dans cet esprit, la borne 5 et IC₃ restera inutilisée.

Les signaux issus de IC₃ pour attaquer le compteur IC₂ sont des impulsions d'amplitude un peu inférieure à la tension d'alimentation 9 V. Ils sont en lancée négative, descendants, puisque le repos de l'oscillateur IC₃ dans notre application est le niveau logique 1. C'est pourquoi le 4017 IC₂ est sollicité

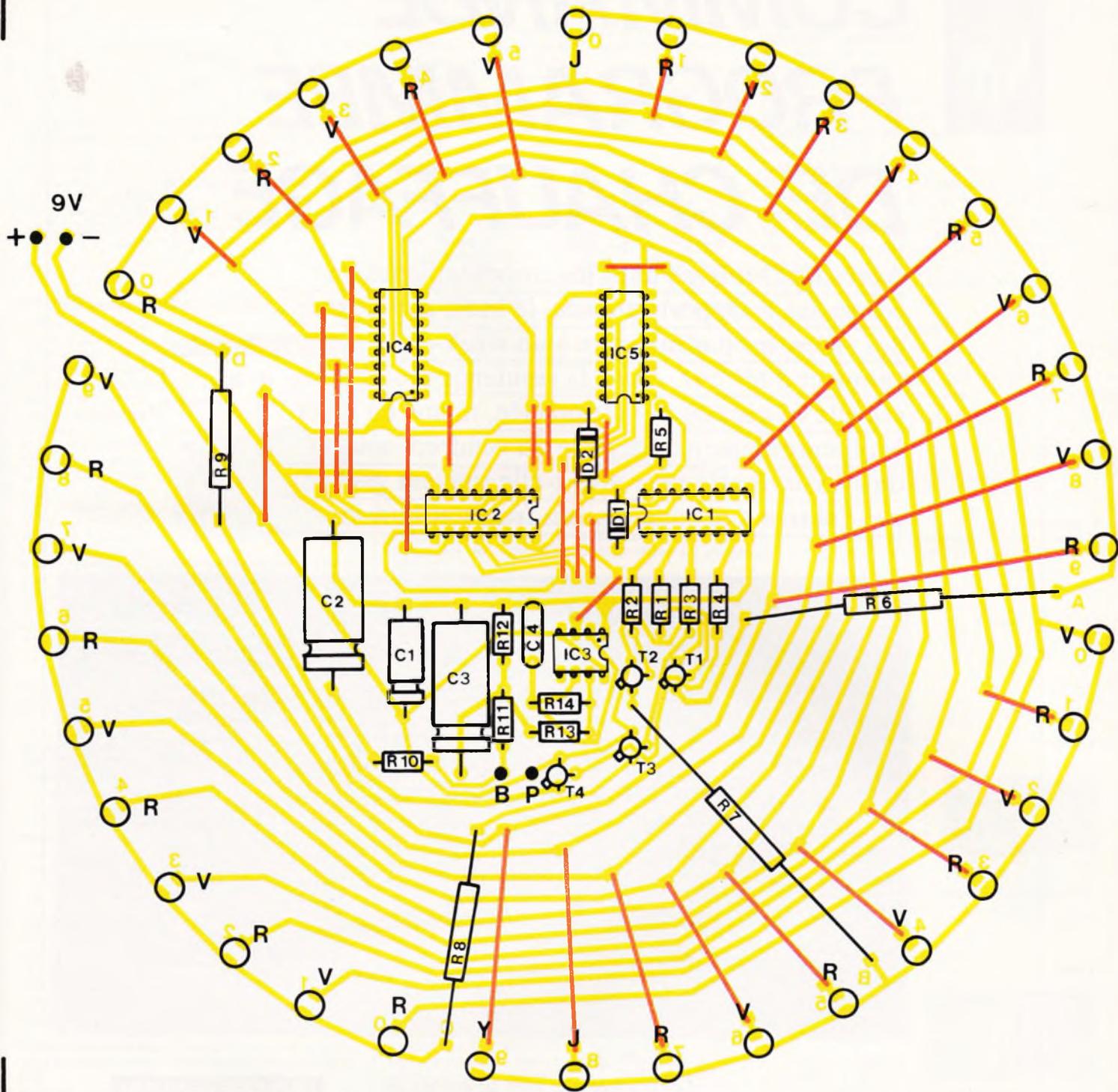


Fig. 2
et 3

Le tracé du circuit imprimé réclame un peu d'attention. En rouge sur l'implantation des éléments, les divers straps de liaison.

par son entrée « négative » (pin 13) sensible aux fronts descendants d'un carré bien raide.

Cette autre particularité de mon-

tage s'explique simplement à l'aide du circuit interne d'entrée d'un 4017 que nous détaillons avec le brochage du circuit intégré. Il est clair qu'un 1 en pin 14 permet d'utiliser l'entrée 13 pour le comptage. Cette dernière n'est jamais du type trigger, et limite un peu la fréquence maximale pour des utiliza-

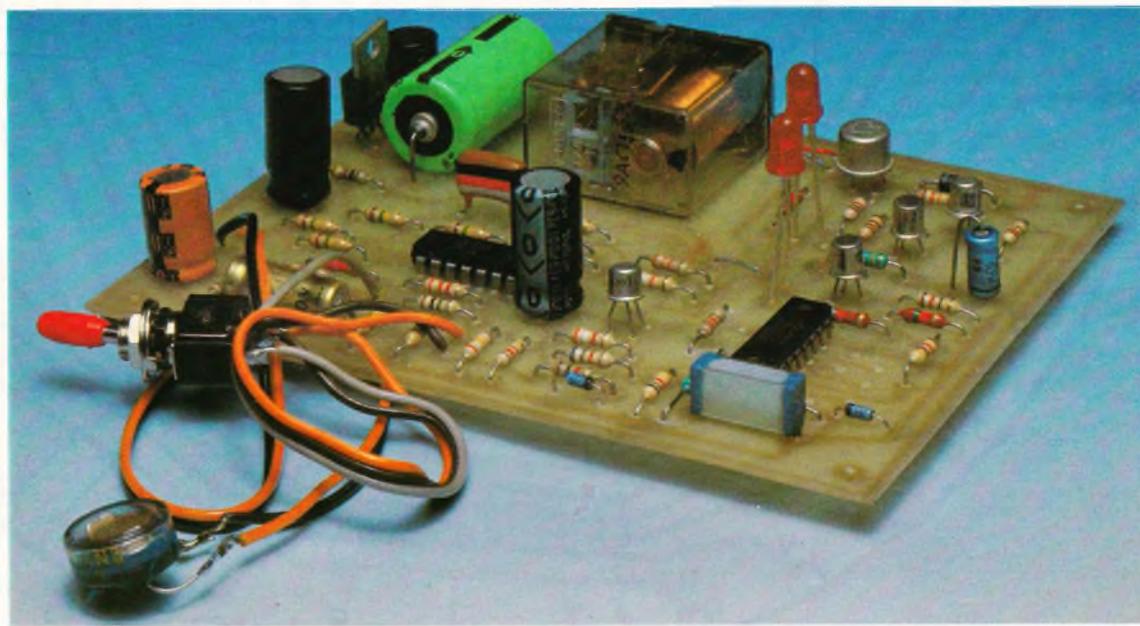
tions à grande vitesse, ce qui ne gêne aucunement notre roulette. Il faut maintenant considérer les 4017 en mode dynamique pour comprendre le fonctionnement en scanner de la matrice de LED. On se reportera au chonogramme habituel d'un 4017 pour voir que les dix sorties de IC₂ numérotées de 0 à 9

(suite page 125)



COMMANDE PROGRAMMÉE DE CHAUFFAGE

Après une semaine dans les embouteillages, la cohue des transports publics, le bruit et la fureur des villes, le citadin aspire à un week-end de calme et d'air pur. Aussi la résidence secondaire est-elle de plus en plus appréciée, même en hiver. Malheureusement, l'arrivée du vendredi soir ou du samedi matin se trouve-t-elle souvent gâchée par l'entrée dans une maison froide et humide.



L'expérience prouve qu'il suffit de mettre en marche pendant quelques heures un radiateur électrique, même de puissance modérée (1 000 W), pour tiédir un séjour ou chauffer une chambre. Le problème consiste alors, en l'absence de voisins complaisants, à déclencher la mise sous tension de l'appareil, à la date et à l'heure voulues.

Le montage que nous proposons ici répond à cette demande. Activé par une cellule photorésistante, il est programmable sur un nombre de jours présélectionné et réglable (on effectue cette sélection au moment du précédent départ de la maison), et commutent un relais de puissance, soit au lever du jour, soit à la tombée de la nuit, au choix. Avec les composants choisis, on peut commander une puissance de 1 500 à 2 000 W, sous 220 V.

PRINCIPE GENERAL DE FONCTIONNEMENT

L'information utilisée (fig. 1) est constituée par la tension disponible sur le point milieu A du diviseur constitué par la résistance fixe R, et la photorésistance PhR. On sait que cette dernière se comporte comme une résistance variable, dont la valeur dépend de l'éclairement reçu. Très élevée dans l'obscurité (plu-

(suite page 112)



LE MULTIMETRE NUMERIQUE ANALOGIQUE FLUKE 77

Aujourd'hui, il est difficile d'innover dans le domaine des multimètres numériques de poche, aussi la société Fluke, en concevant la série 70, a-t-elle décidé d'apporter plusieurs améliorations qui vont permettre de remplacer les multimètres analogiques traditionnels plus connus sous le nom de contrôleurs universels.

En effet, dans cette nouvelle série, l'affichage numérique est associé à une échelle linéaire analogique de 30 segments à réponse rapide servant « d'aiguille ».

Là ne se limitent pas les aspects intéressants de cette nouvelle série, qui introduit notamment, dans la catégorie des multimètres de poche, le changement automatique de gammes, et quelques autres commodités que nous citerons au fil de notre étude. Celle-ci traite principalement du modèle 77 qui est le plus performant et le plus intéressant par son rapport qualité/prix.

LES AVANTAGES DU DOUBLE AFFICHAGE

Précisons d'entrée que la série 70, contrairement à l'usage pour les multimètres de poche, offre, grâce à l'emploi d'un convertisseur analogique-numérique fabriqué par la firme, 3 200 points de mesure (d'ordinaire, l'étendue se limite à 2 000 points, avec l'affichage maximal du nombre 1 999).

A l'évidence, cette extension augmente la précision des mesures, mais plus encore qu'il n'y paraît de prime abord dans certains cas usuels. Supposons, par exemple, qu'on effectue une mesure de la tension du secteur, voisine de 220 V efficaces. Avec un appareil à 2 000

points, la gamme 199,9 V n'est pas utilisable, et on doit sélectionner la gamme 1 999 V (généralement limitée à 1 000 V). On ne dispose donc que de trois chiffres pour affi-

cher le résultat de la mesure. Le multimètre Fluke, lui, permet d'utiliser la gamme 320,0 V avec affichage de quatre chiffres significatifs.



Revenons maintenant à l'intérêt du double affichage, numérique et analogique. La méthode traditionnelle de mesure d'une tension (grandeur analogique), dans un appareil numérique, repose sur la conversion analogique-numérique, généralement effectuée par le procédé de la double rampe : nous avons eu l'occasion de l'exposer, et nous n'y reviendrons pas ici. Cette méthode implique un échantillonnage périodique de la grandeur d'entrée, à un rythme limité par les possibilités des circuits électroniques employés : le Fluke 77 effectue 2,5 mesures par seconde, pour la section purement numérique. Mais il y ajoute, grâce à une technique « multirampe », une mesure à 25 échantillons par seconde, réservée à l'affichage analogique par échelle linéaire.

AUTOMATISME ET GESTION PAR MICROPROCESSEUR

Une autre caractéristique importante de la série 70 réside dans l'automatisme du choix des gammes, à l'intérieur de chaque fonction. Pratiquement, on sélectionne seulement la fonction souhaitée, par l'intermédiaire de l'unique commutateur rotatif susceptible d'occuper les six positions suivantes :

- arrêt : l'alimentation (pile 9 V) est complètement déconnectée ;
- tensions alternatives : en fonction de la tension appliquée, le microprocesseur choisit la gamme optimale (3,2 V, 32 V, 320 V, ou 750 V). La précision atteint 2 % + 2 digits, de 45 Hz à 1 kHz ;
- tensions continues : elles offrent encore quatre gammes automatiques (3,2 V, 32 V, 320 V et 1 000 V), avec une précision de $\pm 0,3\% \pm 1$ digit ;
- tensions continues inférieures à 320 mV : cette position, sélectionnée manuellement, donne les mêmes précisions que la précédente ;
- résistances : le microprocesseur choisit entre six gammes, de 320 Ω à 32 M Ω à pleine échelle, avec une précision de $\pm 0,5\% \pm 1$ digit (2 digits sur la gamme 320 Ω et $\pm 2\%$ sur la gamme 32 M Ω) ;

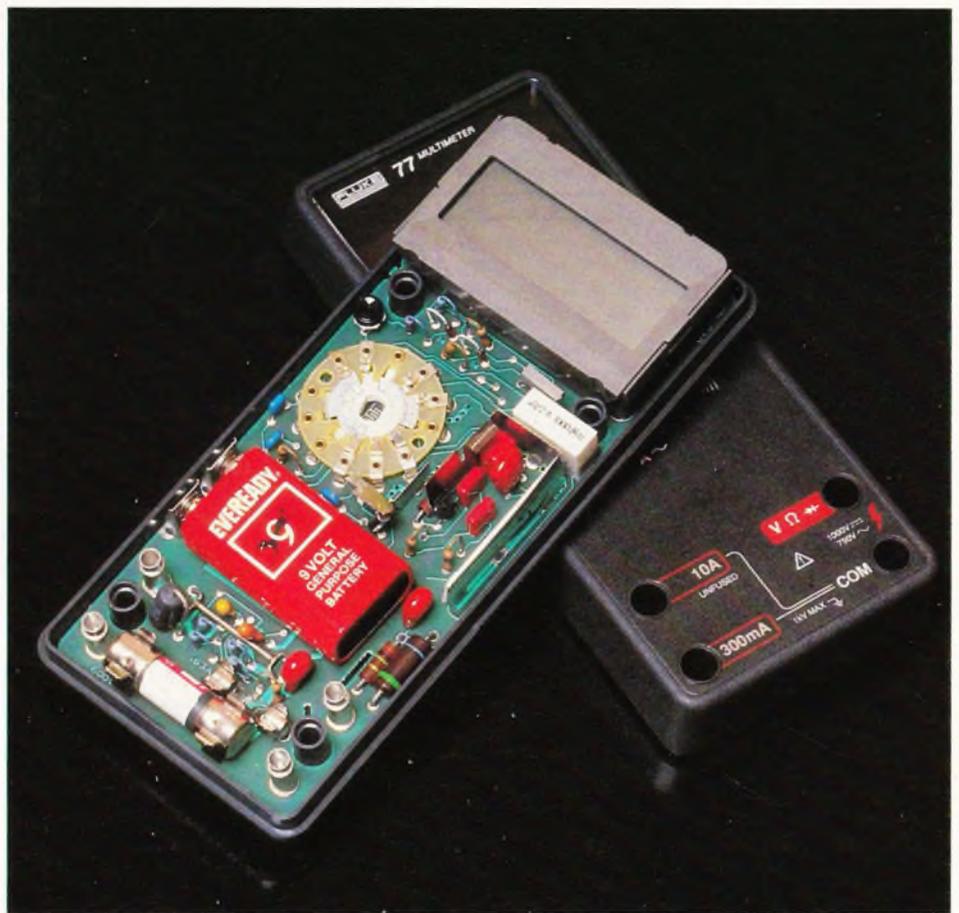


Photo 2. - Vue intérieure de l'appareil.

- essai des diodes : en polarisation directe, le multimètre affiche la chute de tension entre anode et cathode. Il indique un dépassement de gamme (OL = Over Load), en polarisation inverse. Cette position permet grâce à un « beeper » d'utiliser le 77 comme une « sonnette » pour contrôler les continuités de câblages, de masse, etc. ;
- intensités alternatives : de 32 mA à 10 A à pleine échelle, en quatre gammes, pour des fréquences de 45 Hz à 1 000 Hz, et avec une précision de $\pm 3\% \pm 2$ digits ;
- intensités continues : mêmes gammes que précédemment, mais avec une précision de $\pm 1,5\% \pm 2$ digits.

Une fonction particulière, « maintien de la mesure » (Touch Hold), bloque l'affichage pendant que vous concentrez votre attention sur les points à mesurer. Il s'agit là d'une autre caractéristique exclusive de Fluke, qui facilitera votre travail dans les endroits peu accessibles. Il suffit de mettre les pointes de touches en contact avec le circuit à

mesurer et d'attendre que l'appareil émette un « bip », la mesure ainsi enregistrée se trouve conservée sur l'affichage où elle reste jusqu'à ce que vous ayez le temps de la lire. L'affichage change dès que vous touchez d'autres points de mesure.

AUTOTEST A LA MISE EN MARCHÉ

Quand on met en service le multimètre, et quelle que soit la fonction choisie, l'appareil procède brièvement à un test de ses circuits et de son dispositif d'affichage. Sur ce dernier, tous les graphismes sont alors excités, et on observe la configuration de la **figure 1**. Profitons-en pour rappeler la signification des divers symboles (**fig. 1**) :

- la batterie (en haut à gauche) apparaît lorsque la pile arrive en fin de vie, et doit être remplacée ;
- les trois groupes VAC, VDC, MK permettent d'identifier la fonction ou la gamme (exemple : Ω , k Ω ou M Ω) ;



Fig. 1 Aperçu des possibilités d'affichage de l'appareil et notamment le dépassement de gamme.
Fig. 2

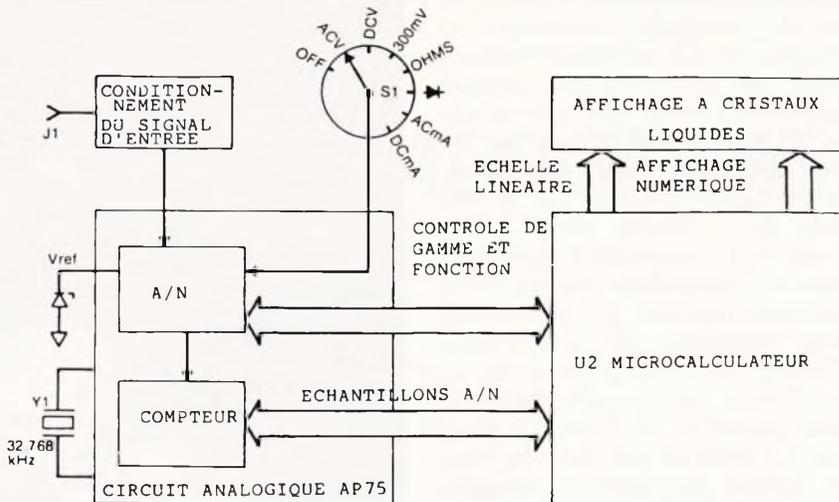


Fig. 4 Structure interne de l'appareil.

– deux symboles indiquent la polarité en continu : le – devant les quatre digits, le ± devant l'échelle linéaire ;
– tout dépassement d'une gamme est signalé par l'indication « OL » (Over Load), comme le montre la figure 2.

LECTURE DE L'ECHELLE LINEAIRE

Composée de trente segments, l'échelle linéaire analogique offre donc une résolution de trente points, suffisante pour une appréciation rapide des ordres de gran-

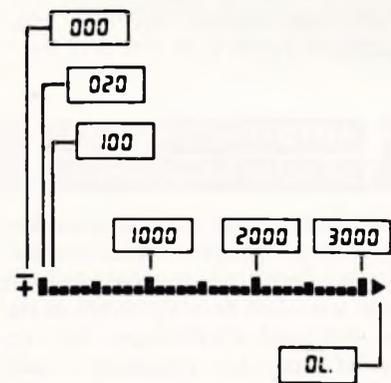


Fig. 3 Répartition de l'échelle.

deur et pour une visualisation des variations.

La figure 3 montre la répartition de l'échelle. En dessous de la valeur 020, seuls apparaissent les signes + et -. Au-delà de la valeur 3200, la flèche de l'extrémité droite indique une surcharge (dépassement de gamme).

ARCHITECTURE INTERNE DU FLUKE 77

Le bloc diagramme de la figure 4 explicite l'articulation des divers blocs fonctionnels qui composent l'appareil.

A l'entrée se situent les circuits de protection contre les surcharges. Ils mettent notamment en œuvre des éclateurs E_1 et E_2 , qui agiront entre 1 200 et 1 800 volts, et une résistance fusible qui ouvrira le circuit lors de surcharge excessive.

Le signal est conditionné à l'aide de réseau résistif de précision (diviseurs pour les mesures de tensions, shunts pour les mesures d'intensités) et attaque le convertisseur A/N incorporé dans le circuit intégré spécifique, étudié par Fluke et référencé AP 75. Ce microcircuit comporte également 48 commutateurs électroniques, plusieurs amplificateurs opérationnels, les compteurs, l'horloge pilote au quartz, etc. Il est relié au réseau diviseur, au commutateur de fonctions qui lui délivre un code d'identification de

Photo 3. – Gros plan sur le commutateur.

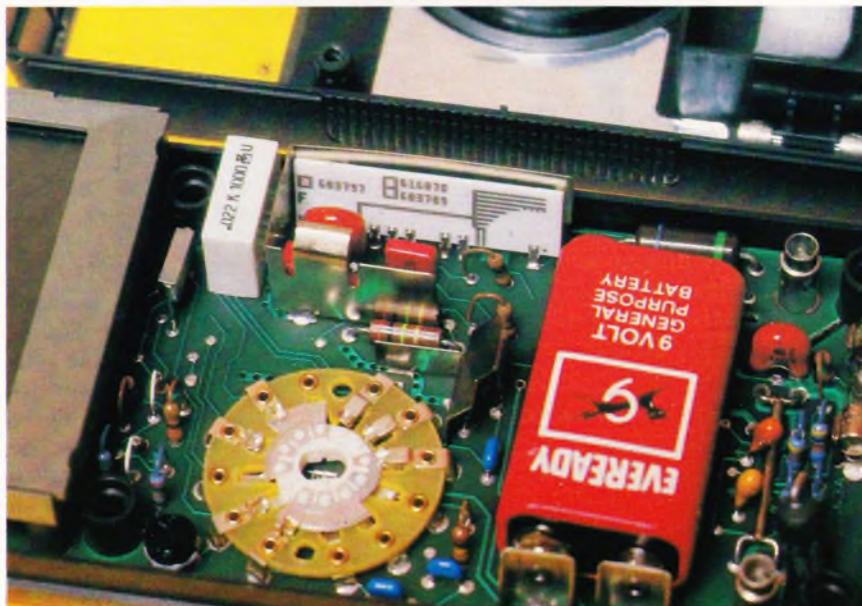




Photo 4. - Aspect de l'affichage à cristaux liquides.

la fonction sélectionnée, et au microprocesseur de gestion. Ce dernier, par ailleurs, pilote les afficheurs LCD.

Tout cet ensemble, comme le montrent nos photographies, est hautement intégré : l'électronique disparaît presque totalement sous le bloc d'affichage, et seuls quelques rares composants discrets meublent le reste du boîtier.

LES AUTRES MODELES DE LA SERIE

La série 70 comprend trois modèles qui ont le même boîtier. Le 77 constitue la version la plus complète et il est livré avec son étui de protection. Les deux autres, référencés 73 et 75 respectivement, en diffèrent par quelques détails.

Le modèle 73 est le plus simple avec seulement des gammes automatiques de mesure et une précision de base en tensions continues de 0,7 %.

Le modèle 75 donne le choix entre le fonctionnement automatique et une sélection manuelle des gammes avec une précision de base en tension continue de 0,5 % mais ne possède pas la fonction « maintien de la mesure » (Touche Hold) comme le 77.

Ces trois modèles possèdent un mode veille qui coupe automatiquement l'alimentation des circuits principaux et l'affichage après une heure de non-utilisation, permet-

tant ainsi un fonctionnement de l'appareil pendant deux ans sans changer la pile.

NOS CONCLUSIONS

Miniaturisés jusqu'à devenir réellement des appareils à mettre dans la poche, les multimètres Fluke de la série 70 offrent des caractéristiques rarement rencontrées dans cette catégorie. L'automatisme du choix des gammes, la mesure sur 3 200 points et l'affichage analogique en constituent les aspects les plus remarquables. De plus, avec une garantie de 3 ans et des prix très abordables, cette série de matériels réellement professionnels est accessible aux amateurs.

Robert DESGROPPES



La colle haute performance KF, de couleur claire, permet un assemblage très rapide de papier, carton, matière plastique, mousse, tissu, bois, verre, métal... sur eux-mêmes ou entre eux (sauf le cuir). Elle permet d'assembler des matériaux poreux ou non poreux, y compris le polystyrène.

Ses avantages

Un collage rapide (une minute en simple encollage, cinq minutes en double encollage). Une utilisation facile et propre, puisqu'en atomiseur (pas de pinceau à nettoyer). Une longue conservation. Une bonne résistance aux produits acides et aux températures (jusqu'à 80 °C).

Seules précautions d'emploi

Les surfaces à coller doivent être propres, sèches et parfaitement dégraissées.

La colle KF, en atomiseur, mérite bien son nom de Multi-Colle.

Diaphane KF est un produit en atomiseur qui rend transparent toute photocopie ou feuille de papier. Il permet ainsi de réaliser un circuit imprimé sans film, sans calque, sans signes transferts, puisqu'il suffit d'insoler directement le dessin sur papier ou la photocopie traités ; d'où économie de temps et d'argent.

Diaphane KF se vaporise sans excès sur le côté imprimé du papier à une distance de 20 cm environ. On peut éventuellement le vaporiser sur les deux côtés de la feuille, surtout si le papier est lisse (on dit aussi papier couché). Au bout de 10 à 15 minutes, la feuille est devenue transparente, laissant ainsi passer les rayons ultraviolets nécessaires à l'insolation.

Diaphane KF, une nouveauté KF, qui a permis de réaliser de nombreux circuits imprimés en partant notamment de tracés parus dans la presse.



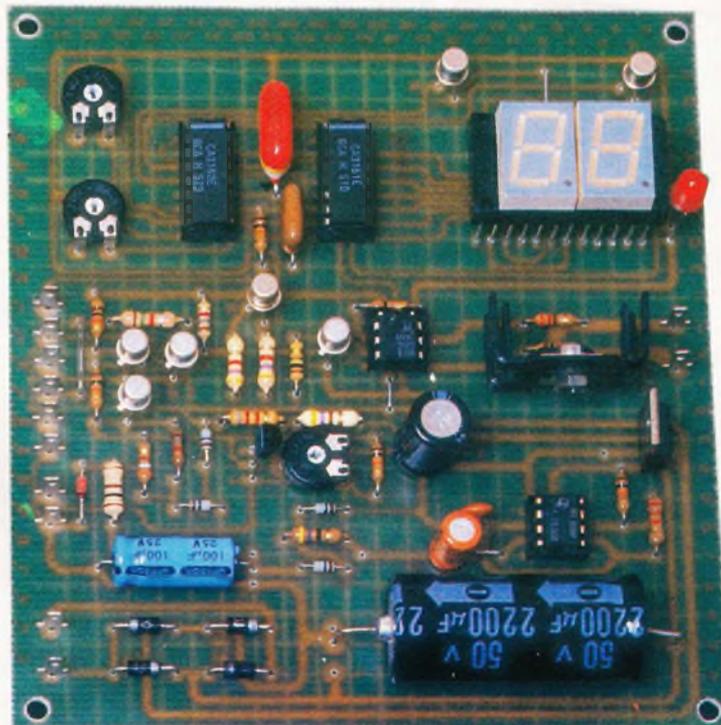
EXPE 04 THERMOSTAT A AFFICHAGE DIGITAL

Le kit Expérience 04 est un thermostat de conception originale. En effet, alors que la mode est aux circuits intégrés, la majeure partie du montage, affichage excepté, est réalisé en éléments discrets : diodes Zener, transistors... Ceci facilite grandement la compréhension du fonctionnement et fait de EXPE 04 un kit éducatif par excellence.

L

es caractéristiques principales de EXPE 04 sont les suivantes :

- Alimentation : 9 à 12 volts en courant continu, ou 6 à 9 volts en courant alternatif ;
- Plage de mesure : - 9°C à + 99°C.
- Plage de régulation : 0°C à + 99°C.
- Affichage digital : température ambiante, permanent ; température de consigne, par bouton-poussoir.
- Régulation par chauffage.
- Puissance de la charge : 400 W sans radiateur ; 1 kW avec radiateur.
- Consommation : 200 mA maximum.



LE PRINCIPE DES KITS

« ELECTRONIQUE

COLLEGE »

Dans un but éducatif, « Electronique Collège » offre un choix de deux possibilités pour la réalisation du montage.

1^{er} choix : Réalisation du circuit imprimé par vous-mêmes.

Vous trouverez ci-joint un dessin de circuit imprimé, à l'échelle 1.

Celui-ci, à l'aide d'une des deux méthodes Transpage ou Diaphane, vous permettra de réaliser votre circuit imprimé sur plaque présensibilisée. Nous vous conseillons enfin de l'étamer à l'aide d'un produit d'étamage à froid (demandez à votre revendeur).

2° choix : Utilisation du circuit imprimé « Electronique Collège ».

Ce circuit imprimé, fourni en verre époxy de 16/10°, est livré côté cuivre recouvert d'un vernis appelé vernis épargne. Ceci présente les avantages suivants :

- risques de court-circuit entre pistes lors de l'opération de soudure réduits au minimum ;
- protection des pistes en cuivre contre l'oxydation ;
- aide au repérage des pastilles à l'aide d'un quadrillage réalisé dans le vernis épargne.

En outre, ce circuit est étamé, ceci facilitant le travail du soudage des composants.

Que vous ayez choisi la première ou la deuxième méthode, il vous reste à percer le circuit et à souder les composants.

a) Perçage : 1,3 mm pour les grandes pastilles rondes ; 0,9 mm pour toutes les autres pastilles.

b) Montage : le repérage des composants se fait sur une grille quadrillée au pas de 2,54 mm. Les ordonnées sont repérées en a, a', b, b', c, c', les abscisses en 1, 2, 3, 4, 5... Pour chaque composant les coordonnées de ses connexions, données dans le tableau de montage, vous permettent de le positionner à coup sûr correctement.

LE SCHEMA DE PRINCIPE

La figure 1 propose le schéma électrique de EXPE 04.

1° Partie alimentation

Le montage délivrant la tension positive de 5 volts est totalement classique : pont de diodes (D₁ à D₄), condensateur de filtrage (C₁), régulateur 5 volts (CI₂), condensateur améliorant la réponse en courant (C₄). La tension négative de -4 volts est obtenue à l'aide du fameux MC 1555 monté en oscillateur. La tension en créneau présente sur la borne 3 de CI₁ est appliquée au réseau C₃, R₃, D₅, D₆, C₅. Lorsque la tension sur la borne 3 de CI₁ vaut 9 volts, la tension présente au point reliant C₃ et R₃ est positive et aucun courant ne peut passer dans la cellule D₆, C₅. Par contre, lorsque la tension sur la borne 3 de CI₁ s'annule, la tension présente entre C₃ et R₃ devient négative et un courant peut circuler dans D₆, C₅. Ce courant fait donc apparaître une tension négative aux bornes de C₅. Cette tension est réglée par le couple R₄, D₇ à environ 4 volts.

2° Partie mesure

Le capteur de température est une diode Zener (D₈) dont la tension de claquage est directement proportionnelle à la température absolue ($T \text{ absolue} = T \text{ °C} + 273$), le coefficient de proportionnalité valant 10 mV/K (K = abréviation de Kelvin, unité de température absolue).

Exemple :

$$T = 10 \text{ °C}$$

$$T \text{ absolue} = 10 + 273 = 283 \text{ K}$$

$$\text{d'où } V \text{ zener} = 283 \times 0,010 = 2,83 \text{ V}$$

Il faut donc, pour obtenir la température en °C, retrancher 2,73 volts de la tension présente aux bornes de D₈. Pour cela, on utilise une diode Zener « ajustable » (D₉ qui, comme D₈, est en fait un circuit intégré) que l'on dispose en série entre D₈ et l'entrée du voltmètre. RA₁ permet d'ajuster la tension aux bornes de D₉, R₆ fixe le courant qui traverse D₉. La différence de potentiel entre l'anode de D₉ et la masse est donc proportionnelle à la température exprimée en degrés Celsius, le coefficient de proportionnalité étant de 10 mV/°C.

3° Partie comparaison

Afin d'obtenir l'effet thermostat, il faut maintenant comparer cette tension à une tension de référence représentant la température de consigne. La température de consigne devant être comprise entre 0 °C et 99 °C, la tension de référence devra pouvoir varier de 0 V à $99 \times 10 \text{ mV} = 0,990 \text{ V}$. Ceci est obtenu grâce au couple P₁/R₈. La comparaison est ensuite effectuée par un amplificateur différentiel à transistors. T₂/T₃ compose l'étage d'entrée. R₁₀, D₁₀, D₁₁, T₁, R₁₁, réalisant la fonction générateur de courant. Les étages montés autour de T₄ et T₅ font l'interface avec l'optocoupleur CI₃. La résistance R₁₆ permet d'obtenir un basculement très franc du différentiel, nécessaire au bon fonctionnement de

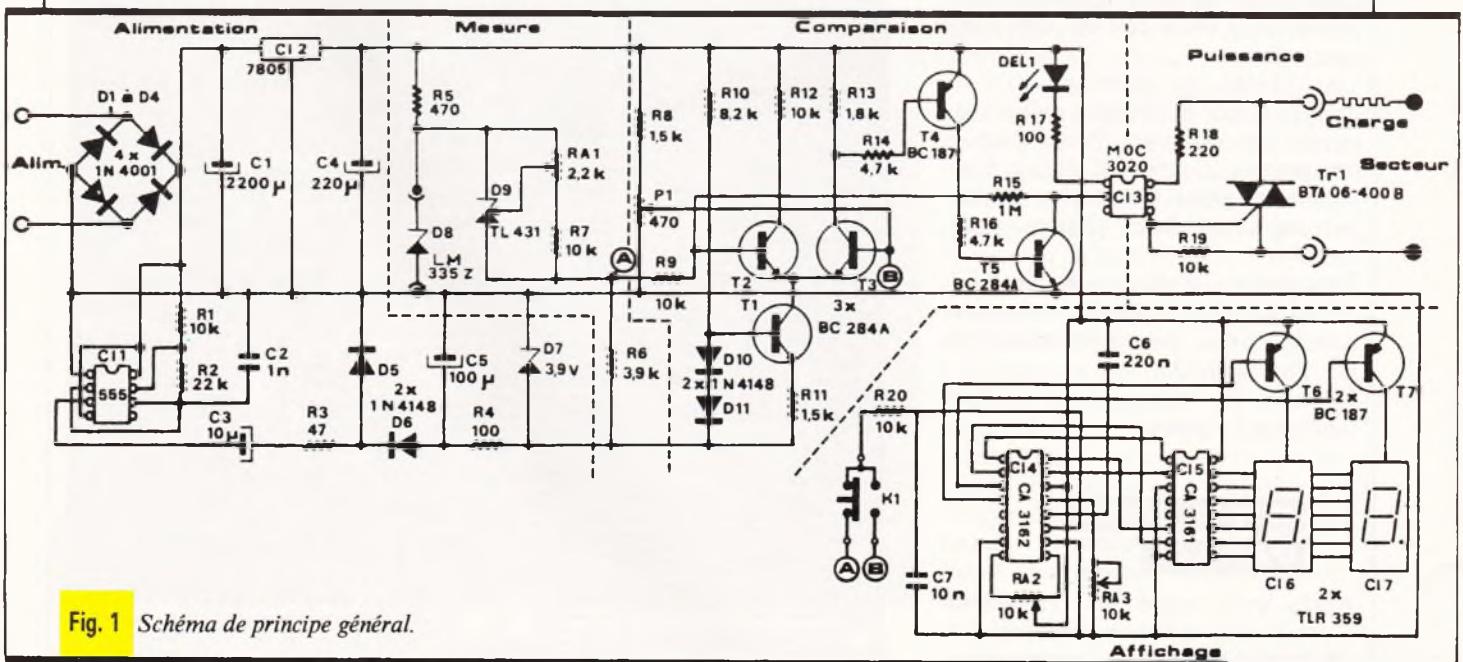


Fig. 1 Schéma de principe général.

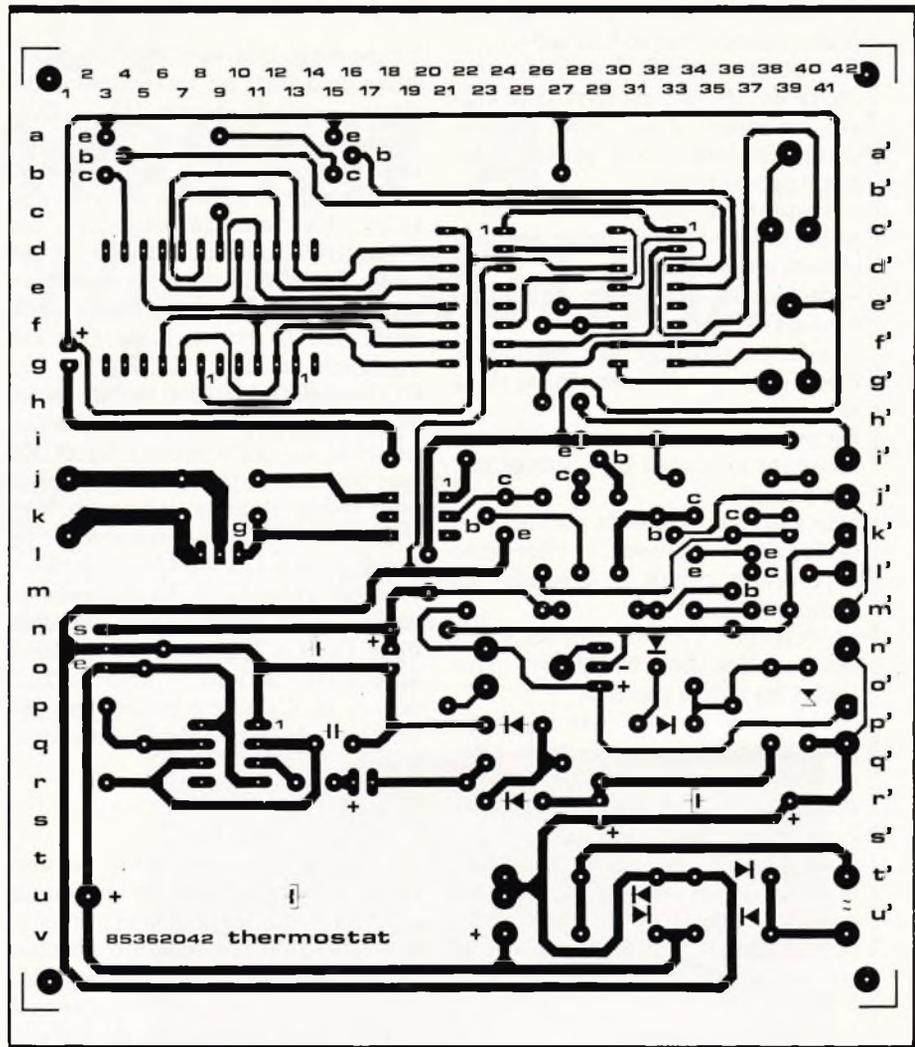
la partie « Puissance ». En outre, R_{16} introduit un léger hystérésis (environ 1°C) évitant que la charge ne soit connectée et déconnectée à un rythme trop rapide. DEL_1 s'allume lorsque T_5 conduit, c'est-à-dire lorsque la charge est connectée (température de consigne supérieure à la température ambiante).

4° Partie commande puissance

Lorsque T_5 conduit, un courant circule dans DEL_1 , R_{17} et la diode émettrice de CI_3 . Le photodiode de CI_3 (bornes 4 et 6) est donc excité et le triac Tr_1 est passant. La charge est connectée, la température ambiante remonte.

5° Partie affichage

Construite autour des circuits CA 3161 et CA 3162, cette partie reste très classique. CI_4 convertit le signal analogique à mesurer en signal numérique codé en 3 chiffres et réalise le multiplexage des afficheurs par l'intermédiaire de T_6 et T_7 . CI_5 commande l'allumage des segments sélectionnés. Seuls deux afficheurs ont été utilisés, car le troisième, qui aurait représenté les dixièmes de degrés, ne se justifie pas dans la mesure où l'étalonnage d'un thermomètre au dixième est chose complexe pour l'amateur.



MONTAGE

Les figures 2 et 3 précisent grandeur nature le tracé du circuit imprimé et l'implantation des éléments.

Un tableau de montage exposé dans la notice explicative indique la procédure à suivre. Pour chaque composant, le repérage de son emplacement et son orientation se font par les coordonnées (lettres, chiffres).

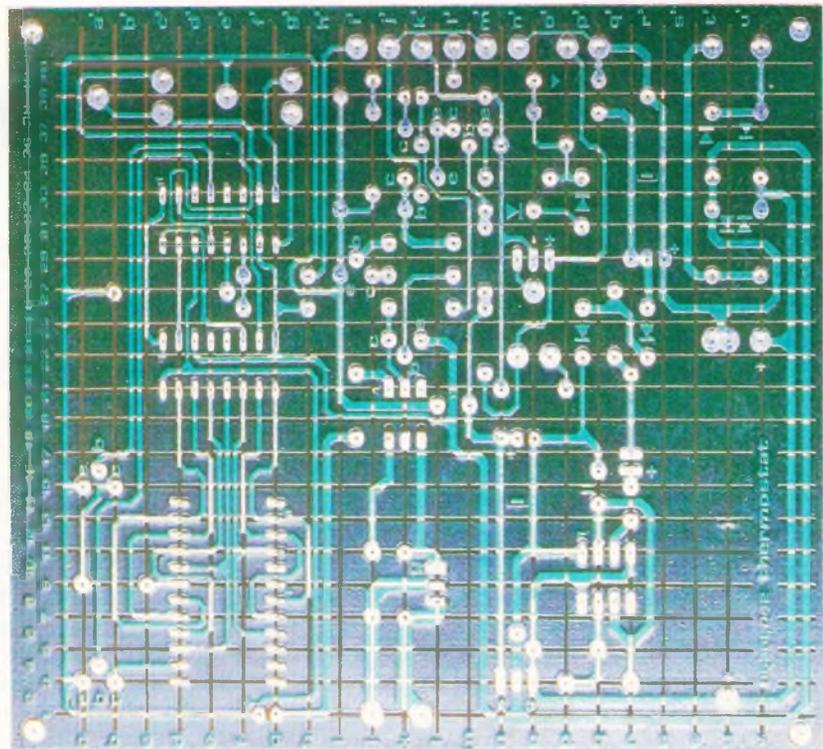
Exemple : la résistance R_1 de $1\text{ k}\Omega$ en O5/Q5 indique que la résistance doit avoir une connexion soudée en O5, l'autre en Q5.

Le suivi de cette procédure évite tout risque d'erreur.

MISE EN ROUTE

D'EXPE 04

Après avoir réglé les résistances ajustables à mi-course et fait les vérifications d'usage, implantation



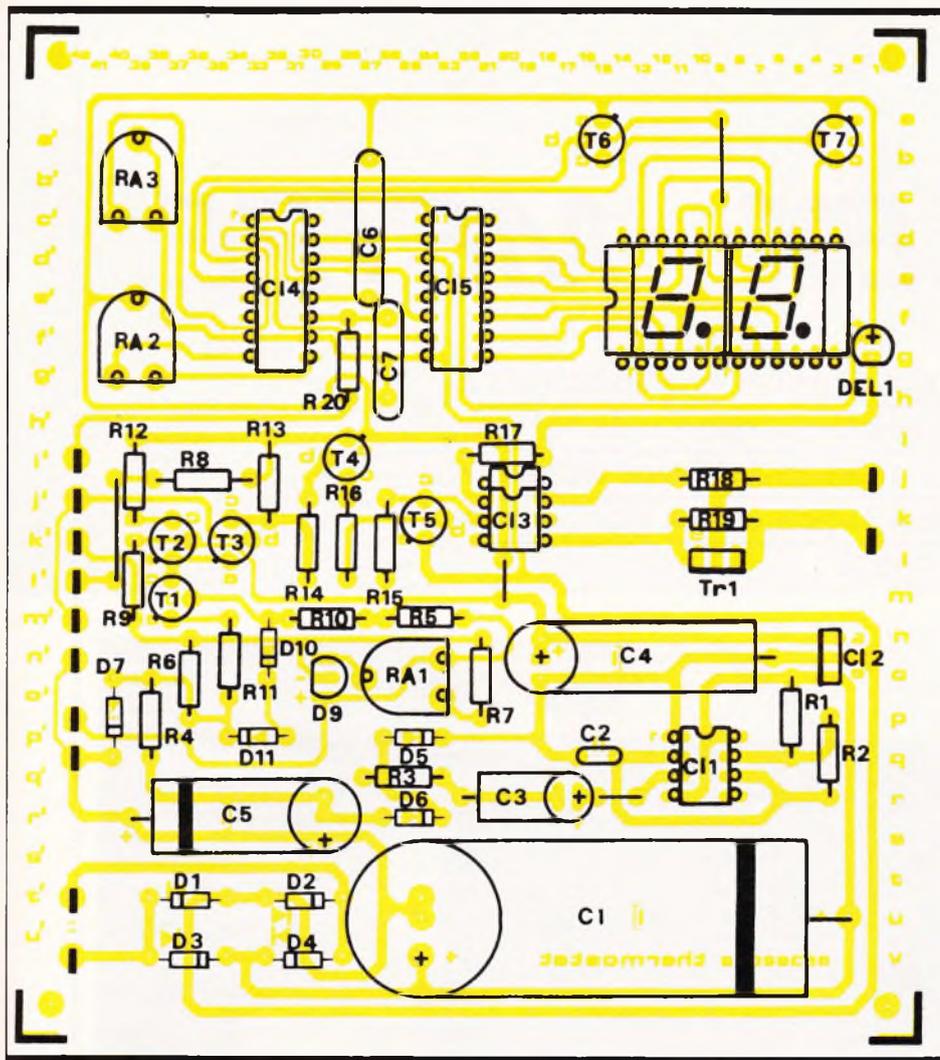
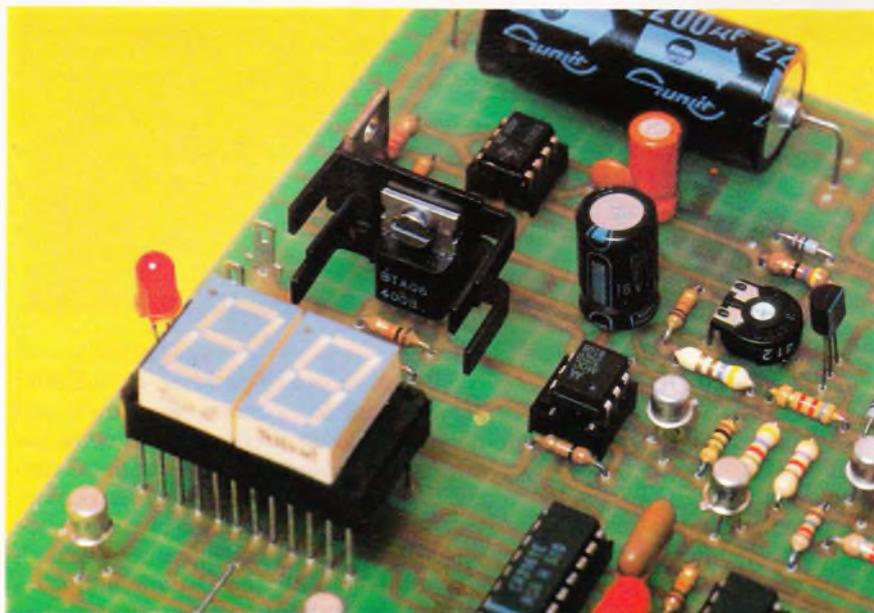


Fig. 2
et 3

Le choix d'un circuit imprimé à réaliser soi-même ou bien à acheter. Implantation des éléments.



et orientation des composants, chasse aux mauvaises soudures (court-circuit entre pistes ou soudeure à l'aspect mat et rugueux) – vous pouvez maintenant brancher votre thermostat. L'alimentation est à connecter entre les picots t'42 et v42. Si vous utilisez une alimentation continue, vous pouvez la brancher sans vous préoccuper des polarités. Normalement, les afficheurs doivent s'allumer dès la mise sous tension. Il vous faut maintenant régler RA₁, RA₂ et RA₃.

Réglage de RA₂ : Maintenez K₁ enfoncé, tournez P₁ en butée de manière à obtenir la lecture la plus faible possible, ajustez RA₂ de manière à afficher 00. Relâchez K₁.

Réglage de RA₁ : Disposez de l'eau froide et beaucoup de glaçons dans un verre. Après quelques minutes, l'équilibre thermique est atteint et l'eau est à 0 °C. Plongez le corps de la sonde (D₈) dans cette eau (les connexions ne doivent pas entrer en contact avec l'eau). Attendez une minute environ et ajoutez RA₁ de manière à afficher 00.

Réglage de RA₃ : Disposez la sonde (D₈) dans une atmosphère chaude (si possible plus de 50 °C) à quelques centimètres d'un thermomètre classique digne de foi. Ajustez RA₃ de manière à égaler les lectures de celui-ci et de votre thermostat.

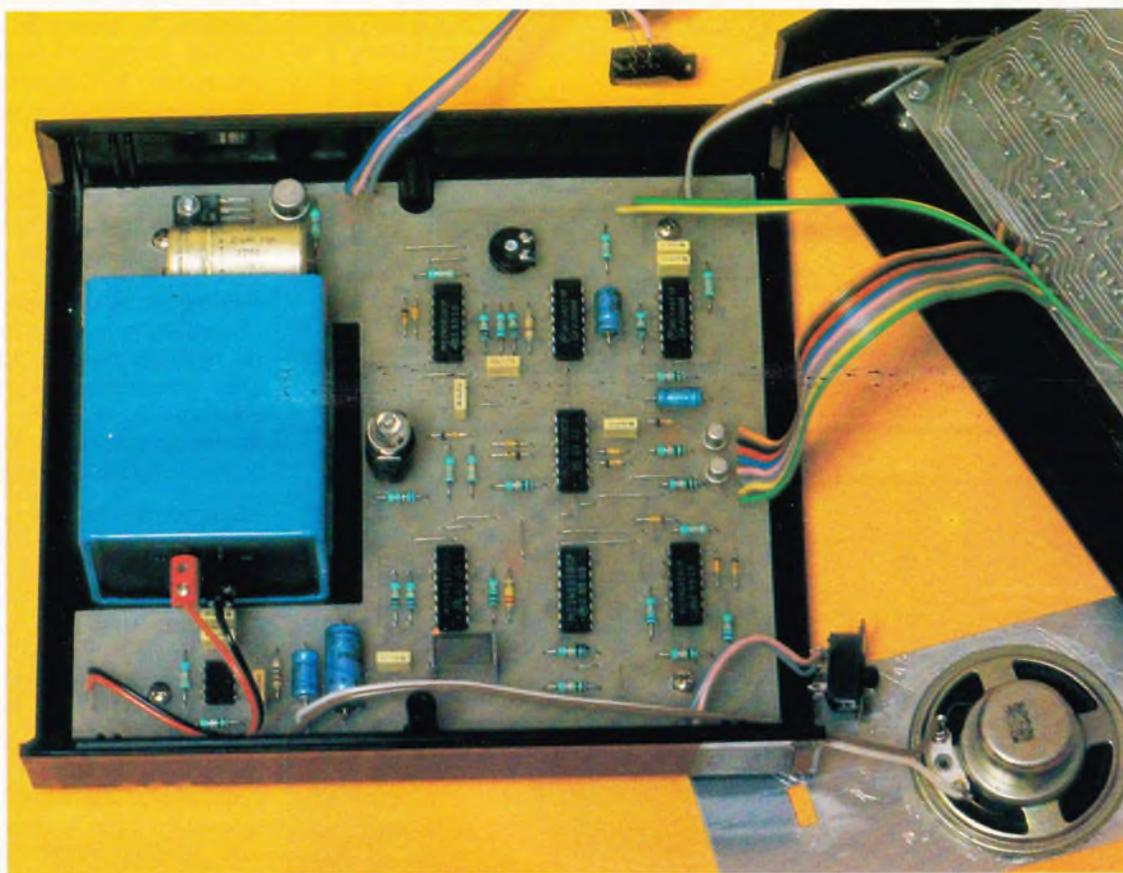
Vous pouvez maintenant vérifier le bon fonctionnement du thermostat. Branchez une ampoule électrique normale à la place de la charge, connectez au secteur. Appuyez sur K₁ et réglez P₁ de manière à afficher une température de consigne de 60 à 80 °C. Relâchez K₁. DEL₁ et l'ampoule 220 V doivent être allumées. Approchez le fer à souder très près de la sonde (vous pouvez la toucher avec le fer), la température affichée monte et, lorsqu'elle atteint la température de consigne, DEL₁ et l'ampoule s'éteignent. Eloignez le fer à souder de la sonde : la température affichée diminue, DEL₁ et l'ampoule se rallument. Vous devez observer une légère différence entre les températures d'allumage et d'extinction : hystérésis d'environ 1 °C. Votre thermostat est bon pour le service.

(suite page 127)



UN REFLEX ~ METRE

La réalisation décrite dans cet article permet de déterminer avec précision la qualité du réflexe d'un individu par la mise en évidence de la durée de sa réaction suite à la perception par l'ouïe ou par la vision d'un signal.



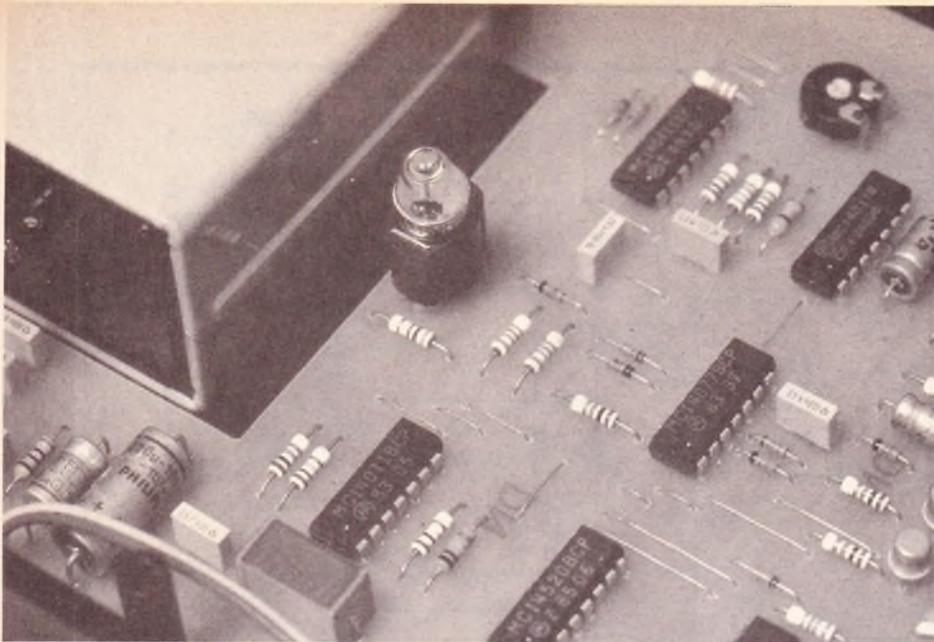
C

ette durée est naturellement différente d'une personne à une autre, mais elle dépend surtout, pour un individu donné, de son état physique et psychique au moment du test. Ainsi, cet appareil affichera nettement une baisse sensible des performances en cas de fatigue ou encore d'absorption d'alcool...

I - PRINCIPE

Le principe de fonctionnement du dispositif est repris par le synoptique de la **figure 1**. En appuyant sur un premier bouton-poussoir, on fait avancer, à une cadence élevée, un premier compteur pouvant occuper 16 positions. Ce compteur, appelé compteur de hasard, se place donc sur n'importe laquelle de ses posi-

tions lorsque l'on cesse de solliciter ce bouton-poussoir, sans qu'il soit possible de prédéterminer cette position, compte tenu de la haute fréquence des impulsions de comptage. La réalisation de ce « brouillage » est signalisée par l'allumage d'une LED témoin et c'est seulement après cette opération que l'on peut solliciter un second bouton-poussoir dont la mise en action

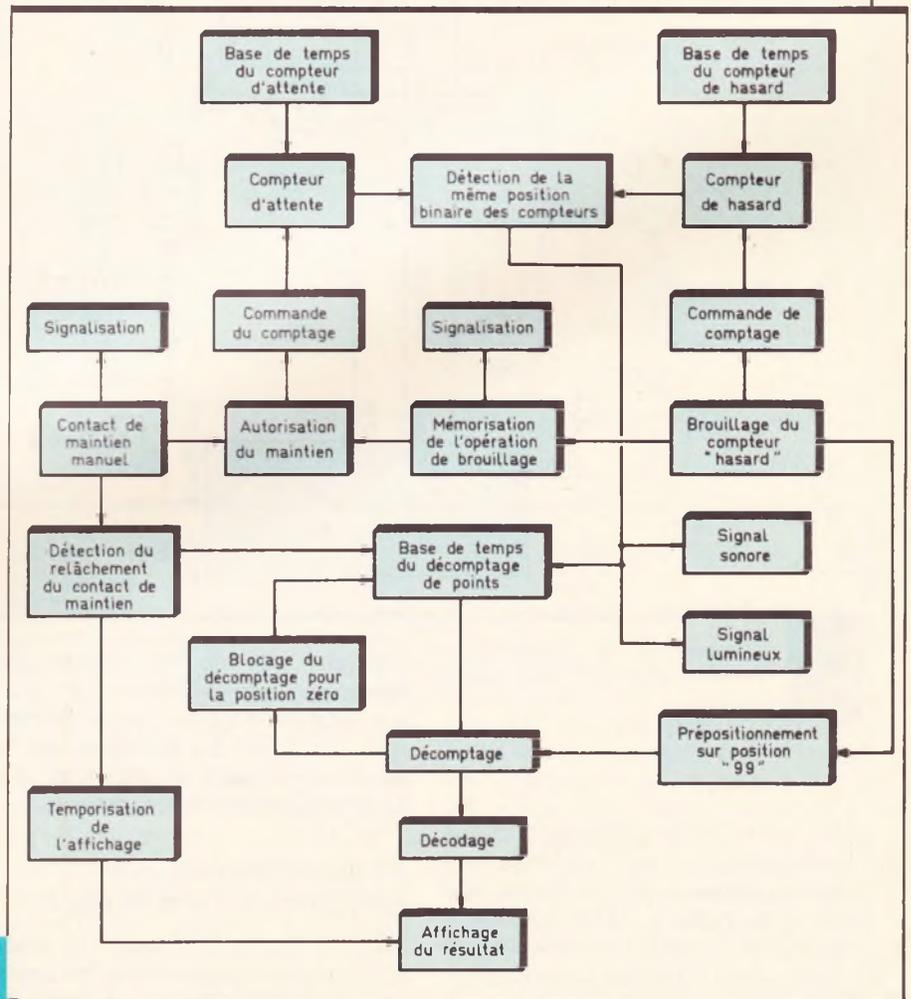


a) Alimentation (fig. 2)

Il est nécessaire qu'un tel appareil reste entièrement indépendant d'une alimentation fixe comme le secteur, pour d'évidentes raisons d'utilisation. Une pile d'alimentation s'impose donc; mais un affichage digital lumineux est très gourmand en énergie électrique puisqu'un segment consomme environ 12 mA. En conséquence, pour afficher par exemple « 88 », soit 14 segments, on enregistre une consommation dépassant 150 mA; à ce rythme, aucune pile de taille raisonnable ne présenterait l'autonomie souhaitable. Il faut donc économiser l'énergie et la solution retenue consiste en définitive à n'allumer les afficheurs que pendant une à deux secondes après chaque test. Moyennant cette disposition et malgré l'allumage de différentes LED de signalisation, la consommation à l'état de veille est

est également signalisée. A partir de cet instant, un deuxième compteur, dénommé compteur d'attente, prend son départ, mais à une allure beaucoup plus modérée. Lui aussi se caractérise par 16 positions; lorsque ce second compteur atteint une position identique à celle du premier, un signal sonore ou lumineux (ou les deux à la fois) se manifeste. Grâce à la mise en œuvre de ces deux compteurs, le temps d'attente du signal est aléatoire et en tout cas impossible à deviner par l'opérateur. Dès la production du signal, un compteur-décompteur initialisé auparavant sur l'indication « 99 », prend son départ. La personne testée devra alors lâcher le second bouton-poussoir le plus rapidement possible. Pendant un temps correspondant au délai de perception du signal par le cerveau augmenté de celui de la transmission à la main de l'impulsion nervomotrice, le décompteur de points avance ou plutôt régresse de la position « 99 » vers la position « 00 ». Dès que l'on relâche le second bouton-poussoir, ce comptage cesse. A ce moment, et pendant une ou deux secondes, le résultat du test apparaît à l'affichage sous la forme chiffrée. Plus le nombre affiché est grand, meilleurs sont les réflexes de la personne soumise à l'essai. Bien entendu, si ce temps de réflexe est vraiment trop long au point que le compteur de points atteint la posi-

tion « 00 », ce dernier reste bloqué sur cette position. Une nouvelle impulsion sur le premier bouton-poussoir assure de nouveau le brouillage du compteur de hasard ainsi que le prépositionnement sur « 99 » du décompteur de points.



Synoptique de fonctionnement.

Fig. 1

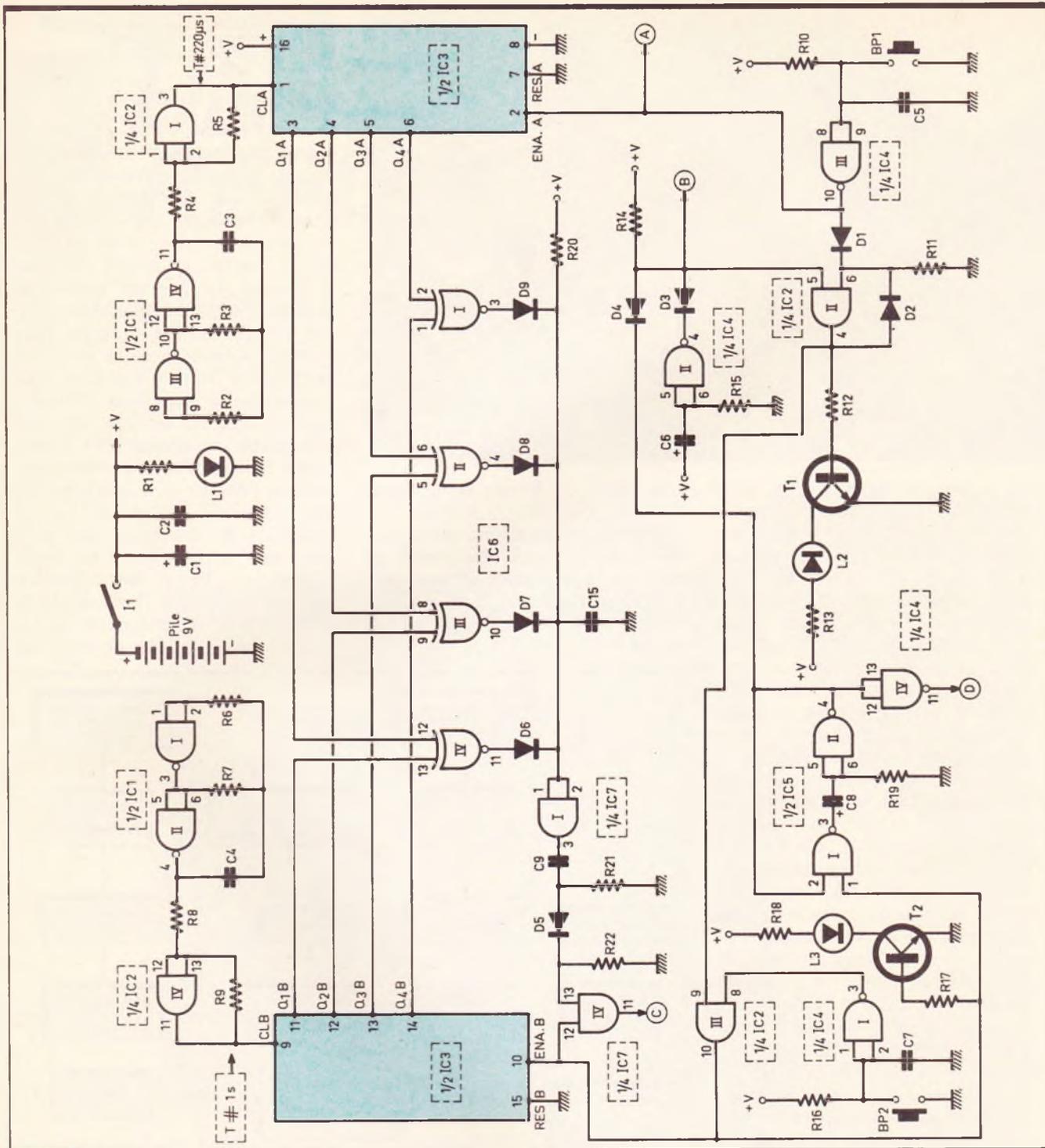


Fig. 2 Alimentation et temporisation d'attente de durée fixée par le hasard.

de l'ordre de la quinzaine de milliampères. Elle reste inférieure à 50 mA pendant le test proprement dit et ne passe à 200 mA que pendant une à deux secondes au moment de l'affichage du résultat. Deux piles plates standard de 4,5 V

(ou une pile de 9 V unique de même capacité) suffisent pour assurer l'alimentation en énergie électrique. La LED L₁ témoigne de la mise sous tension du montage par la fermeture de l'interrupteur I₁.

b) Bases de temps de la temporisation d'attente (fig. 2)

Les compteurs de hasard et d'attente avancent quand on les autorise, sous l'influence de deux bases

de temps : une pour chaque compteur. Ces bases de temps sont constituées par des portes NAND montées en multivibrateurs. La figure 4a rappelle le fonctionnement d'un tel montage. Pour bien le comprendre, partons d'un instant quelconque du cycle, par exemple lorsque la sortie C de la porte II présente un état haut. Les entrées réunies de cette porte, ainsi que la sortie B de la porte I, sont donc à l'état bas. La capacité C se charge

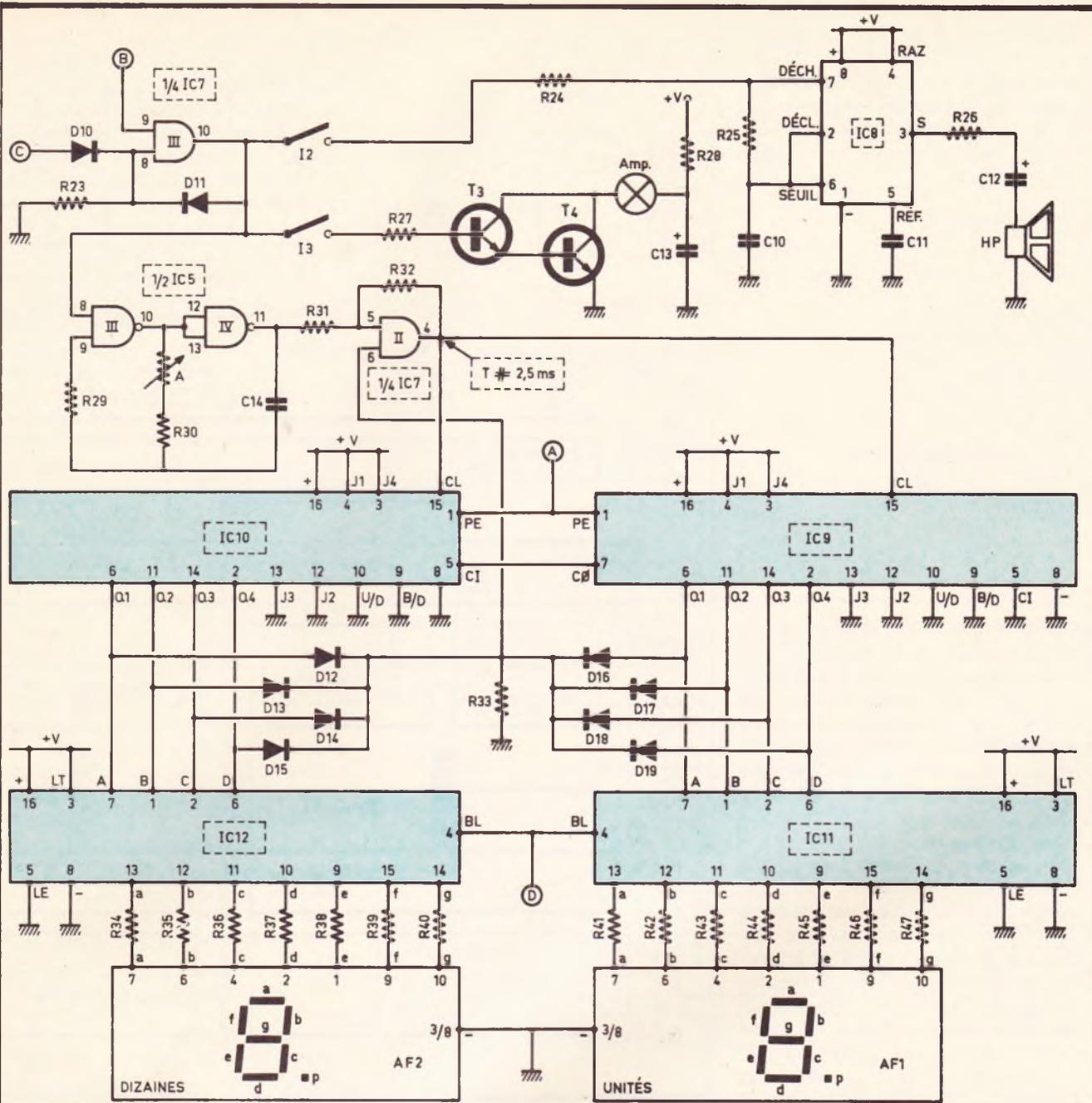


Fig. 3 Signaux sonores et lumineux. Décomptage et affichage des points.

à travers R, et en début de charge on enregistre aux entrées réunies de la porte I, au point A, un état voisin de un. Au fur et à mesure que C se charge, le potentiel en A diminue progressivement jusqu'à atteindre une valeur environ égale à la demi-tension d'alimentation. A ce moment, la porte I bascule : sa sortie passe à l'état haut et la sortie C passe à l'état bas. Compte tenu de la charge précédemment amassée par la capacité C, cette dernière se

décharge brutalement et se recharge dans l'autre sens à travers R. Au point A, le potentiel passe donc brutalement à $-U/2$, c'est-à-dire $U/2 - U$, puis augmente jusqu'à $U/2$; à ce moment la porte I bascule à nouveau si bien que sa sortie passe à l'état bas et la sortie de la porte II, à l'état haut. On observe alors un potentiel égal à $3U/2$ au niveau du point A, à savoir la valeur de $U/2$ augmentée de l'état haut disponible à la sortie de la porte II. La capacité C se décharge, puis se charge de nouveau à contresens ; l'ensemble du système a atteint l'état qu'il occupait au début

de ces explications, et le cycle se poursuit ainsi.

Compte tenu du mode de sollicitation de la capacité C, à savoir charge et décharge avec inversions de polarité, cette dernière ne saurait être du type polarisé. La période du créneau délivré en sortie est proportionnelle au produit R.C. (R exprimé en ohms et C en farads) soit $T_{\text{seconde}} = k \cdot R \cdot C$. On peut d'ailleurs calculer le coefficient de proportionnalité k. Pendant une demi-période nous avons vu précédemment que le potentiel de charge de la capacité passait de $3U/2$ à $U/2$. Or, la loi de décharge d'une

capacité C dans une résistance R s'exprime par la loi exponentielle :

$$u = u_0 e^{-t/RC}$$

dans laquelle u est le potentiel disponible en C après un temps « t », et u₀ le potentiel de début de décharge. Nous obtenons ainsi l'égalité :

$$\frac{U}{2} = \frac{3U}{2} e^{-t/RC}$$

$$\text{soit } \frac{1}{2} = \frac{3}{2} e^{-t/RC} = \frac{3}{2 e^{t/RC}}$$

d'où

$$2 e^{t/RC} = 6$$

$$e^{t/RC} = 3$$

$$\frac{t}{RC} \ln e = \ln 3$$

(ln = logarithme népérien)

Il en résulte (ln e = 1 et ln 3 = 1,098) :

$$t = \frac{1}{2} T = 1,1 RC$$

d'où T = 2,2 RC

La résistance R' est sans incidence sur la valeur de la période T du multivibrateur. Il s'agit d'une résistance de « tranquillisation » qui confère au montage une plus grande fiabilité. Dans la pratique, on la choisit environ dix fois plus grande que la valeur de R. A la sortie de chaque multivibrateur est monté un trigger de Schmitt dont le rôle consiste à donner aux fronts montant et descendant des créneaux des allures bien verticales de façon à obtenir une avance des compteurs placés en aval, sans problème. En effet, lors de la montée du signal d'entrée, au moment du début du basculement de la porte AND I de IC₂, un apport supplémentaire de potentiel se réalise sur l'entrée, grâce à la résistance de réaction positive R₅, ce qui accélère le phénomène de basculement de la porte. On montrerait de la même manière que cette accélération du basculement se produit également lorsque le signal d'entrée annonce sa décroissance, grâce à une fuite de potentiel vers la sortie par l'intermédiaire de R₅. On assiste donc bien à une « verticalisation » des signaux.

La période des créneaux destinés au compteur de hasard est de l'ordre de 220 μs, soit environ 4,5 kHz, compte tenu de la valeur des composants périphériques utilisés. Quant à ceux acheminés sur le compteur d'attente par l'intermé-

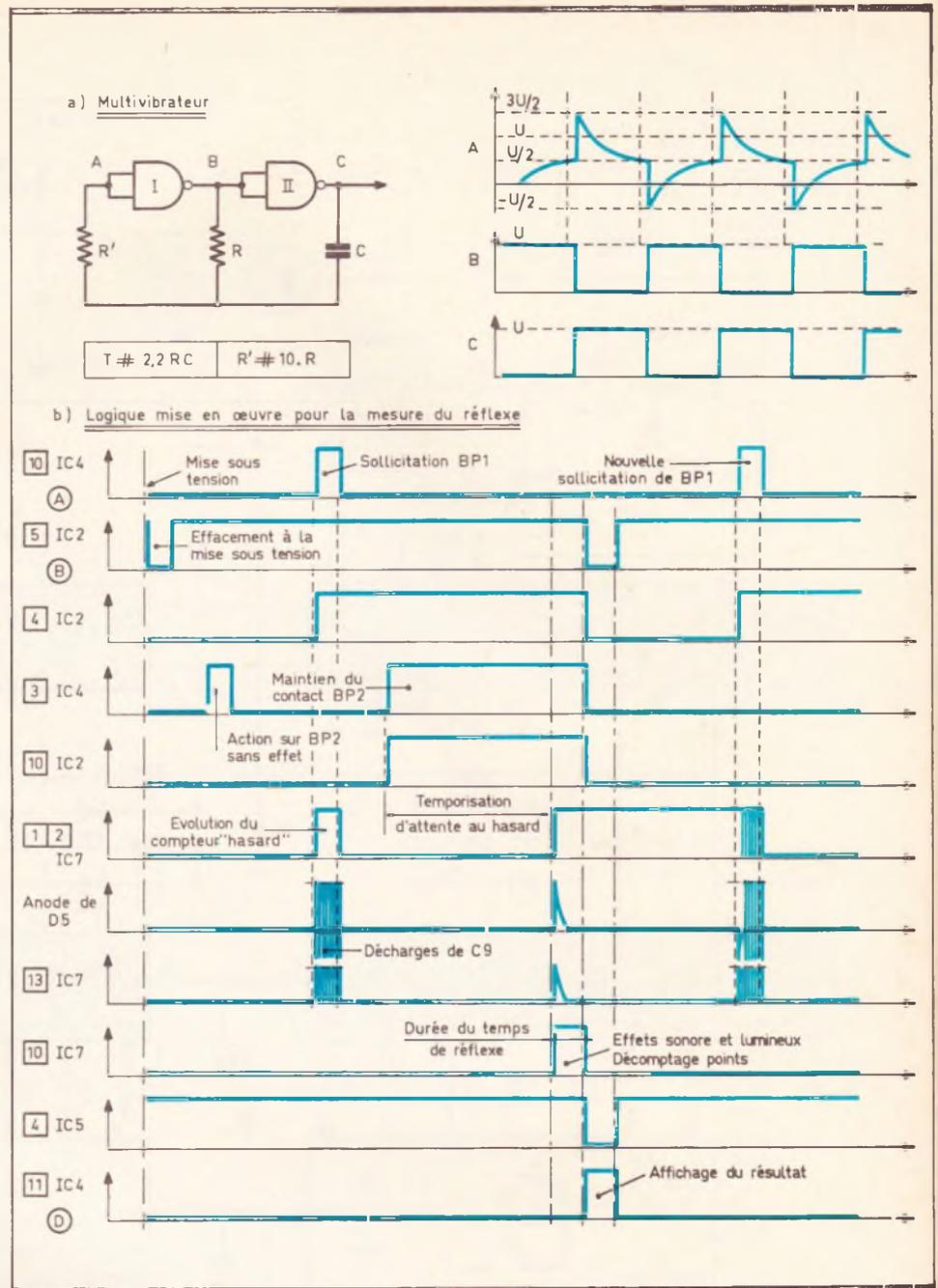


Fig.4 Oscillogrammes caractéristiques relevés en plusieurs points.

diaire du trigger AND IV de ICL, ils se caractérisent par une période de l'ordre de la seconde.

c) Avance du compteur « hasard » (fig. 2)

Le boîtier IC₃ contient deux compteurs binaires ; l'un de ces compteurs fait office de compteur « hasard ». La figure 5 rappelle le brochage et le fonctionnement d'un tel circuit intégré nomenclaturé CD 4520. Il comporte, pour un compteur A ou B donné, quatre sorties binaires, ce qui lui permet d'occuper 16 positions binaires distinctes allant de « 0000 » à « 1111 », ces

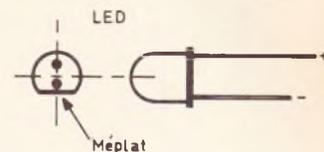
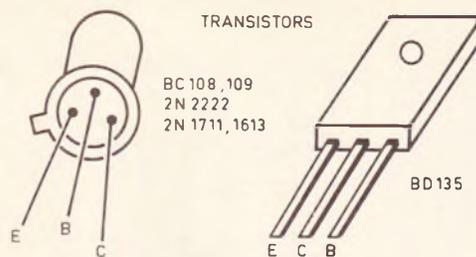
sorties sont dénommées Q₁ à Q₄. Une entrée RESET normalement soumise à un état bas remet toutes les sorties à zéro si on y présente un état haut. Il reste deux entrées : l'entrée CLOCK et l'entrée ENABLE. Si l'on soumet l'entrée ENABLE à un état haut, le compteur avance au rythme des fronts ascendants des créneaux présentés sur l'entrée CLOCK. Dans ce cas, si on soumet l'entrée ENABLE à un état bas, le compteur se bloque et reste insensible aux impulsions de comptage.

Une deuxième façon d'utiliser le CD 4520 consiste à soumettre l'entrée CLOCK à un état bas ; dans ces conditions, le compteur avance au rythme des fronts négatifs des crêteaux présentés sur l'entrée ENABLE. Dans cette configuration d'utilisation, le compteur se bloque si on présente sur l'entrée CLOCK un état haut.

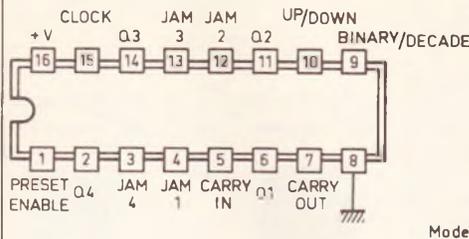
La partie A de IC₃ est donc affectée au comptage « hasard ». L'entrée CLOCK. A étant reliée à la sortie du trigger AND I de IC₂, le compteur est bloqué si l'entrée ENABLE A est soumise à un état bas, ce qui est le plus souvent le cas. En effet, lorsque l'on n'appuie pas sur BP1, les entrées réunies de la porte NAND III de IC₄ sont soumises à un état haut par l'intermédiaire de R₁₀. La sortie de cette porte (point A du schéma) présente donc un état bas. Par contre, lorsque l'on sollicite BP1, les entrées de la porte NAND III passent à l'état bas et sa sortie, reliée à l'entrée ENABLE A du compteur, passe à l'état haut. Ce dernier se met aussitôt à « tourner » à raison de 284 rotations complètes de 16 positions par seconde. Il est donc impossible de prévoir sur quelle position il se trouve arrêté lorsque l'on cesse d'appuyer sur BP1 ; l'effet du hasard est donc bien réel.

La porte AND II de IC₂ est montée en porte de mémorisation. En effet, au repos, sa sortie présente un état bas, d'autant plus qu'au moment de la mise sous tension de l'ensemble, la charge de C₆ à travers R₁₅ a pour conséquence l'apparition d'une brève impulsion positive sur les entrées réunies de la porte NAND II de IC₄. Il en résulte une impulsion négative sur sa sortie, où, par l'intermédiaire de D₃ et R₁₄, une mémorisation systématique de la porte-mémoire AND II de IC₂, qui présente bien un état bas sur sa sortie.

Le fait de solliciter BP1 achemine, par l'intermédiaire de D₁, un état haut sur l'entrée 6 de AND II ; comme l'entrée 5 est soumise à un état haut par R₁₄ dans le cas général, la sortie passe à l'état haut et y reste même lorsque l'on relâche BP1, grâce à l'auto-maintien assuré par la diode de verrouillage D₂. La LED L₂, montée dans le circuit collecteur du transistor T₁, s'allume et témoigne du niveau logique 1 à la sortie de la porte de mémorisation.



CD 4029 Compteur-décompteur BCD/binaire



Entrée	Etat	Action
B/D	1	Comptage binaire
	0	Comptage BCD
U/D	1	Comptage
	0	Décomptage
P. EN.	1	Prépositionnement
	0	Non prépositionnement
CARRY IN	1	Blocage
	0	Avance

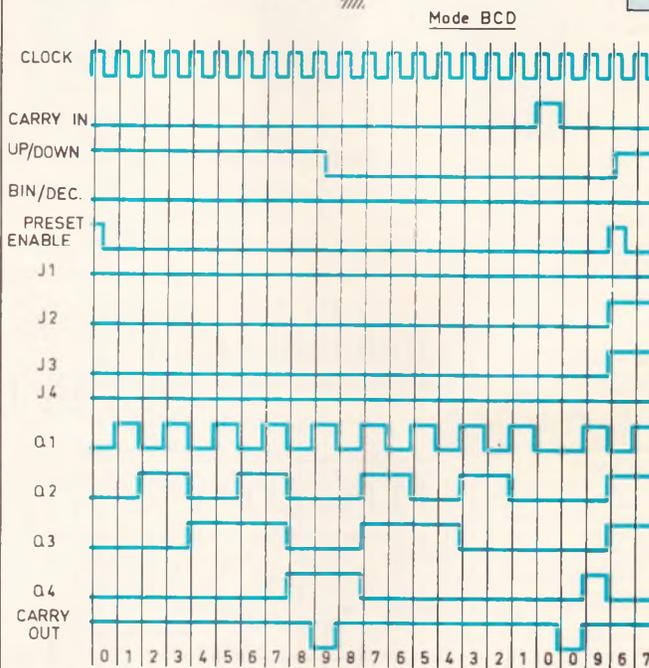


Tableau de comptage binaire

Ordre	Q4	Q3	Q2	Q1
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0
11	1	0	1	1
12	1	1	0	0
13	1	1	0	1
14	1	1	1	0
15	1	1	1	1

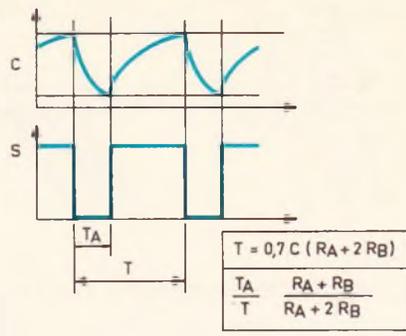
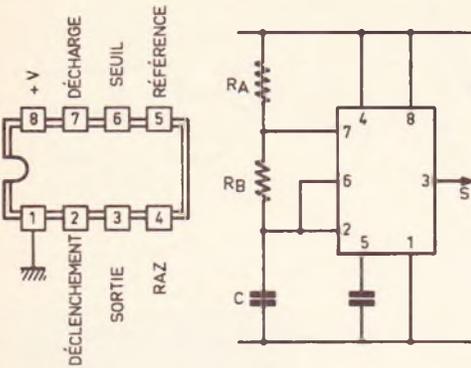
Fig. 5 Broches et rappels théoriques.

Nous verrons au paragraphe suivant, que si cette porte ne présente pas le niveau 1, autrement dit si l'on n'a pas sollicité BP1, donc « brouillé » le compteur « hasard », il n'est pas possible de faire avancer le compteur d'attente.

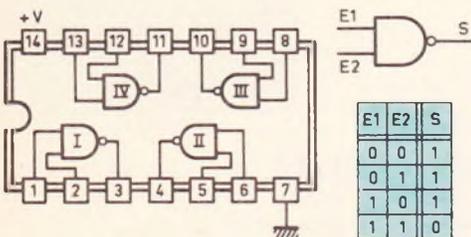
d) Avance du compteur d'attente (fig. 2)

Ce compteur est constitué par la partie B du CD 4520 de IC₃. Si l'on ne sollicite pas BP2, les entrées de la porte NAND I de IC₄ sont sou-

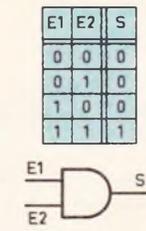
mises à un état haut par l'intermédiaire de R₁₆ : la sortie présente donc un état bas. Il en est de même en ce qui concerne la sortie de la porte AND III de IC₂ reliée à l'entrée ENABLE B de IC₃. Le compteur d'attente se trouve donc bloqué sur une position quelconque donnée. Si l'on appuie sur BP2, les entrées de la porte NAND I de IC₄ passent à l'état bas ; sa sortie passe donc à l'état haut et comme l'entrée 9 de la porte AND III de IC₂ est soumise à un état haut en provenance de la porte de mémorisation AND II de IC₂, l'entrée ENABLE du compteur d'attente passe à l'état haut. Ce dernier se met donc en



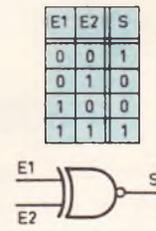
CD 4011 (4 portes NAND à 2 entrées)



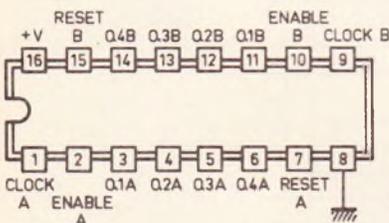
CD 4081 (4 portes AND à 2 entrées)



CD 4077 (4 portes NOR exclusif à 2 entrées)

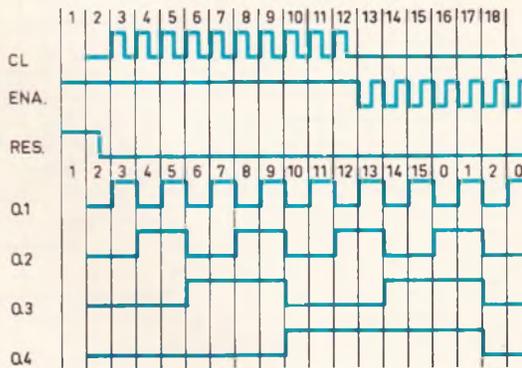


CD 4520 Double compteur binaire



CLOCK	ENABLE	RESET	ACTION
↑	1	0	Avance
0	↑	0	Avance
↑	X	0	Blocage
X	↑	0	Blocage
↑	0	0	Blocage
1	↑	0	Blocage
X	X	1	Q1 à 4 = 0

(X) Etat indifférent



avance au rythme des impulsions positives acheminées sur son entrée CLOCK, de période environ égale à la seconde. L'appui correct sur BP2 (qui peut être un micro-contact, comme dans le cas de la présente réalisation) est signalisé par l'allumage de la LED L₃ montée dans le circuit collecteur de T₂. Nous verrons ultérieurement qu'un appui incorrect, qui se caractériserait par exemple par des mini-coupures au niveau de BP2, aurait pour conséquence la démemorisation immédiate de la porte AND II de IC₂; dans ce cas, l'entrée ENABLE B passerait de nouveau à l'état bas, et la LED L₃ s'éteindrait. Le comp-

teur d'attente serait ainsi bloqué, même si l'on sollicitait à nouveau correctement BP2; il faut alors recommencer les opérations, à savoir le brouillage du compteur « hasard » par la sollicitation de BP1, pour obtenir à nouveau l'allumage de L₂.

e) Détection de la fin de temporisation (fig. 2 et 3)

Pendant le maintien de BP2, le compteur d'attente évolue; il s'agit donc à ce niveau de détecter le moment où les deux compteurs occupent la même position. Cette détection est effectuée grâce à la mise en

œuvre de 4 portes NOR « EXCLUSIF » de IC₆ dont le tableau de vérité rappelé en figure 5. En particulier, on constate qu'une telle porte présente uniquement un état haut sur sa sortie lorsque ses deux entrées sont soumises au même niveau logique, quel que soit ce niveau, 0 ou 1. Ainsi, lorsque les sorties Q_{1B} à Q_{4B} présentent les mêmes niveaux que les sorties correspondantes Q_{1A} à Q_{4A}, les entrées réunies de la porte AND I de IC₇ passent à l'état haut; il en est de même en ce qui concerne la sortie. Par l'intermédiaire de C₉ et de D₅, une impulsion positive se trouve donc transmise sur l'entrée 13 de la porte AND IV de IC₇. Cette dernière transmet cette impulsion, à condition que le maintien de BP2 reste correct, si bien que l'on observe la mémorisation de la porte AND III de IC₇ qui a également subi une démemorisation au moment de la mise sous tension, grâce à la diode d'autoverrouillage D₁₁.

Remarquons bien que l'individu testé ne peut prévoir le moment où il se produit la concordance des deux compteurs étant donné que 16 possibilités sont mathématiquement possibles: il s'agit donc bien d'une temporisation fixée par le hasard, ce qui est absolument indispensable pour la validité du test.

f) Effet sonore (fig. 3)

Aussitôt que la temporisation aléatoire a pris sa fin, ce qui se manifeste par l'apparition d'un état haut à la sortie de la porte de mémorisation AND III de IC₇, il se produit simultanément plusieurs phénomènes:

- un signal sonore, si l'interrupteur I₂ est fermé;
- un flash lumineux, si l'interrupteur I₃ est fermé;
- le démarrage du décomptage des points.

Ces phénomènes ne cessent que si le sujet soumis à l'essai relâche le maintien BP₂, leur durée est donc relativement brève, puisque limitée à la durée du temps de réflexe. Mais revenons à la production du signal sonore. Ce dernier est généré par un circuit intégré extrêmement populaire: il s'agit du célèbre et universel NE 555 dont le brochage et le fonctionnement en multivibrateur sont repris en figure 5. On observe au niveau de la sortie de ce

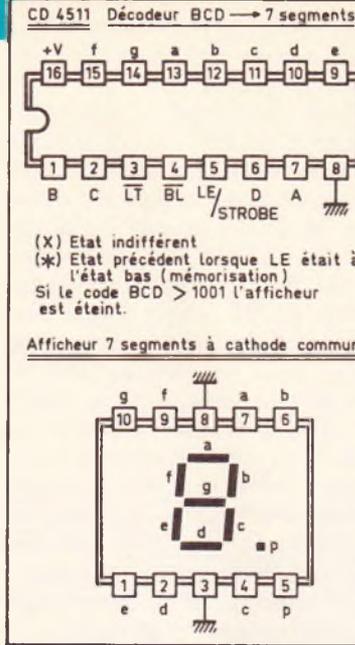
Fig. 5

circuit des créneaux dont la période dépend des composants périphériques R_{24} , R_{25} et C_{10} . La relation mathématique exprimant cette valeur est également donnée en figure 5. Notons que l'ensemble fonctionne seulement lorsque I_2 est fermé, c'est-à-dire s'il existe un état haut pour assurer les charges successives de C_{10} à travers R_{24} et R_{25} . Si I_2 est ouvert ou encore si la temporisation d'attente n'est pas écoulée, on observe à la sortie de ce circuit un état haut permanent, ce qui n'a aucune incidence sur le haut-parleur étant donné que la capacité C_{12} s'oppose au passage de tout courant continu. Le haut-parleur utilisé de 4 ou 8 Ω d'impédance peut avoir son courant d'alimentation limité par une résistance R_{26} . Dans le présent montage, c'est la valeur de 10 Ω qui a été retenue. Avec 33 ou 47 Ω , on obtient un son plus atténué. On peut également monter un strap (donc 0 Ω) à la place de R_{26} , mais la personne testée risque de sursauter quelque peu... ce qui n'est pas le but recherché.

g) Effet lumineux (fig. 3)

Pendant le même temps, à condition que l'interrupteur I_2 soit fermé, l'état haut disponible à la sortie de la porte AND III de IC_7 alimente les transistors T_3 et T_4 montés en Darlington, par l'intermédiaire de R_{27} . Le circuit commun de leurs collecteurs se sature et l'ampoule s'allume. Cet allumage est en réalité limité à un bref flash très lumineux. En effet, pendant le temps de non-sollicitation du dispositif, la capacité de grande valeur C_{13} se charge... tranquillement à travers R_{28} , ce qui limite d'ailleurs la consommation à quelques milli-am-pères. Cette charge se trouve brutalement restituée lorsque les transistors T_3 et T_4 sont saturés. Bien entendu, lorsque cette capacité se trouve déchargée, le courant limité par R_{28} est tout à fait insuffisant pour avoir une action quelconque sur l'ampoule.

En fait, le but fixé est l'obtention d'un éclat intense de très courte durée, c'est la raison pour laquelle l'ampoule mise en œuvre a une valeur nominale de 2,5 V seulement. Cette faible valeur nominale par



LE	BL	LT	D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g	Aff
X	X	0	X	X	X	X	1	1	1	1	1	1	1	0
X	0	1	X	X	X	X	0	0	0	0	0	0	0	Eteint
0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	2
0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	3
0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	4
0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	5
0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	6
0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	7
0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	8
0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	9
0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Eteint
0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	Eteint
0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Eteint
0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Eteint
0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	Eteint
1	1	1	X	X	X	X	*	*	*	*	*	*	*	*

rapport à la tension de charge de C_{13} , à savoir 9 V, ne peut causer la destruction du filament étant donné la brièveté de la décharge. Enfin, si on peut se procurer, en plus, une ampoule comportant une lentille convergente incorporée (lentille-loupe), l'effet obtenu est tout à fait spectaculaire.

h) Base de temps du décomptage final (fig. 3)

Dès l'apparition des signaux sonores et lumineux (ou de l'un ou de l'autre seulement), un état haut se trouve présenté sur l'entrée 8 de la porte NAND III de IC_5 , qui avec la porte IV constitue un multivibrateur commandé. En effet, si cette entrée 8 de commande est soumise à un état bas, la sortie de la porte NAND III présente un état haut permanent et la sortie de la porte inverseuse NAND IV, un état bas : le multivibrateur est bloqué. Par contre, lorsque l'entrée de commande reçoit un niveau logique 1, le multivibrateur fonctionne dans des conditions analogues à celles déjà décrites au paragraphe b. La période des créneaux disponibles à la sortie est fonction de la position du curseur mobile de l'ajustable A. Dans sa position médiane, la valeur de cette période est de l'ordre de 2,5 ms, ce qui correspond à une fréquence de 400 Hz. C'est la fréquence des signaux de décomptage. La porte AND II de IC_7 constitue un trigger de Schmitt, qui rend les créneaux aptes à faire fonctionner

les compteurs placés en aval. Notons que ce trigger est seulement passant à condition que son entrée 6 reste soumise à un état haut, ce qui est vrai dans le cas général. Toutefois, nous verrons un peu plus loin que cette entrée peut recevoir un état bas lorsque les compteurs occupent la position particulière « 00 ».

i) Décomptage et décodage (fig. 3)

Le décomptage des points est assuré par deux compteurs-décodeurs BCD (Binaire Codé Décimal), l'un destiné aux dizaines, l'autre aux unités. Il s'agit de compteurs contenus dans des boîtiers MOS nomenclaturés CD 4029 dont le brochage et le fonctionnement sont rappelés en figure 5. Passons rapidement en revue les diverses entrées et sorties d'un tel compteur.

1. Les entrées

- Entrée UP/DOWN

Si cette entrée est soumise à un état haut, le compteur avance en comptant. En revanche, si l'on soumet cette entrée à un état bas, le compteur décompte, c'est le cas de la présente utilisation.

- Entrée CLOCK

C'est l'entrée qui reçoit les créneaux destinés à l'avance (ou au recul) du compteur. L'opération de comptage se réalise au rythme des fronts montants du signal à condi-

tion toutefois que les entrées CI et PRESET soient soumises à un état bas.

– Entrées de prépositionnement JAM₁ à JAM₄

Elles sont destinées à prépositionner le compteur sur n'importe quelle position choisie, mais cette opération de prépositionnement se réalise uniquement au moment où l'on applique sur l'entrée PRESET une impulsion positive. Ainsi, dans le présent exemple d'utilisation, les entrées JAM sont soumises à un état haut pour J₁ et J₄, et à un état bas pour J₂ et J₃. A chaque fois que l'on présente un état haut sur les entrées PRESET des deux compteurs, ces derniers affichent aussitôt sur leur sorties Q₁ à Q₄, respectivement, les mêmes valeurs binaires, à savoir « 9 », pour former le nombre « 99 ». Remarquons que ce prépositionnement se produit à chaque fois que l'on sollicite BP1.

– L'entrée BINARY/DECADE

Si cette entrée est soumise à un état haut, le compteur compte ou décompte en mode binaire, c'est-à-dire de 0 à 15. Si on soumet cette entrée à un état bas (cas de la présente utilisation), le compteur fonctionne en mode BCD, à savoir de 0 à 9.

– L'entrée CARRY-IN

Le compteur compte ou décompte si cette entrée est soumise à un état bas. Si cette entrée est soumise à un état haut le compteur est bloqué et reste insensible aux crêteaux de comptage acheminés sur son entrée CLOCK.

2. Les sorties

– Sorties Q₁ à Q₄

Elles présentent des états hauts et bas suivant le comptage binaire dont le principe est rappelé en **figure 5**. Ainsi, dans le sens Q₄ à Q₁, le nombre binaire est par exemple 0111, il s'agit de la position 7.

– Sortie CARRY-IN

Il s'agit d'une sortie de report : sa logique de fonctionnement est la suivante. En mode « comptage », cette sortie présente uniquement un état bas pour la position particulière 9 en mode BCD et 15 en mode binaire. En mode décomptage, elle présente un état bas uniquement

pour la position particulière 0 aussi bien en BCD qu'en binaire. Dans tous les autres cas, le niveau de cette sortie est égal à 1.

Le lecteur vérifiera ainsi que toute sollicitation de BP1 se traduit par un prépositionnement automatique de IC₉ et IC₁₀ sur la position « 99 » et que les crêteaux acheminés sur les entrées CLOCK des deux compteurs ont pour résultat le décomptage vers 98, 97... etc. Lorsque l'on atteint la valeur « 00 », ce qui se passerait pour un individu aux réflexes un peu lents, aucune des 8 diodes D₁₂ à D₁₉ ne présente au niveau de sa cathode un état haut. Le trigger AND II de IC₇ se trouve donc bloqué et le décomptage cesse. Les circuits IC₁₁ et IC₁₂ sont des décodeurs BCD → 7 segments, dont le brochage et le fonctionnement sont rappelés en **figure 5**.

Un tel circuit dénommé CD 4511 possède 4 entrées binaires A B C D correspondants aux sorties Q₁, Q₂, Q₃ et Q₄ des compteurs CD 4029. Ses 7 sorties a, b, c, d, e, f et g correspondent aux 7 segments d'un afficheur à cathode commune. Il possède en plus un certain nombre d'autres entrées.

– **LT** : normalement soumise à un état haut. Si on la soumet à un état bas, on provoque l'allumage de tous les sept segments de l'afficheur ; elle sert donc de test pour le contrôle de l'allumage des segments.

– **BL** : si elle est soumise à un état bas, l'afficheur est éteint. Si on la soumet à un état haut, les segments correspondant au nombre binaire à décoder s'allument normalement.

– **LE/STROBE**. C'est une entrée normalement soumise à l'état bas. Si on soumet cette entrée à un état haut, l'afficheur conserve le même affichage que celui qu'il présentait lorsque cette entrée était à l'état bas. Il s'agit donc d'une entrée de mémorisation que l'on peut périodiquement remettre à jour par impulsions positives.

Notons enfin que toute présentation d'un code binaire supérieur au nombre décimal « 9 » se traduit par une extinction de tous les segments de l'afficheur.

Nous verrons au paragraphe suivant que l'affichage se réalise uniquement à la fin du test et une fois que le sujet testé aura relâché le contact BP2.

j) Relâchement du contact de maintien et affichage du résultat (**fig. 2 et 3**)

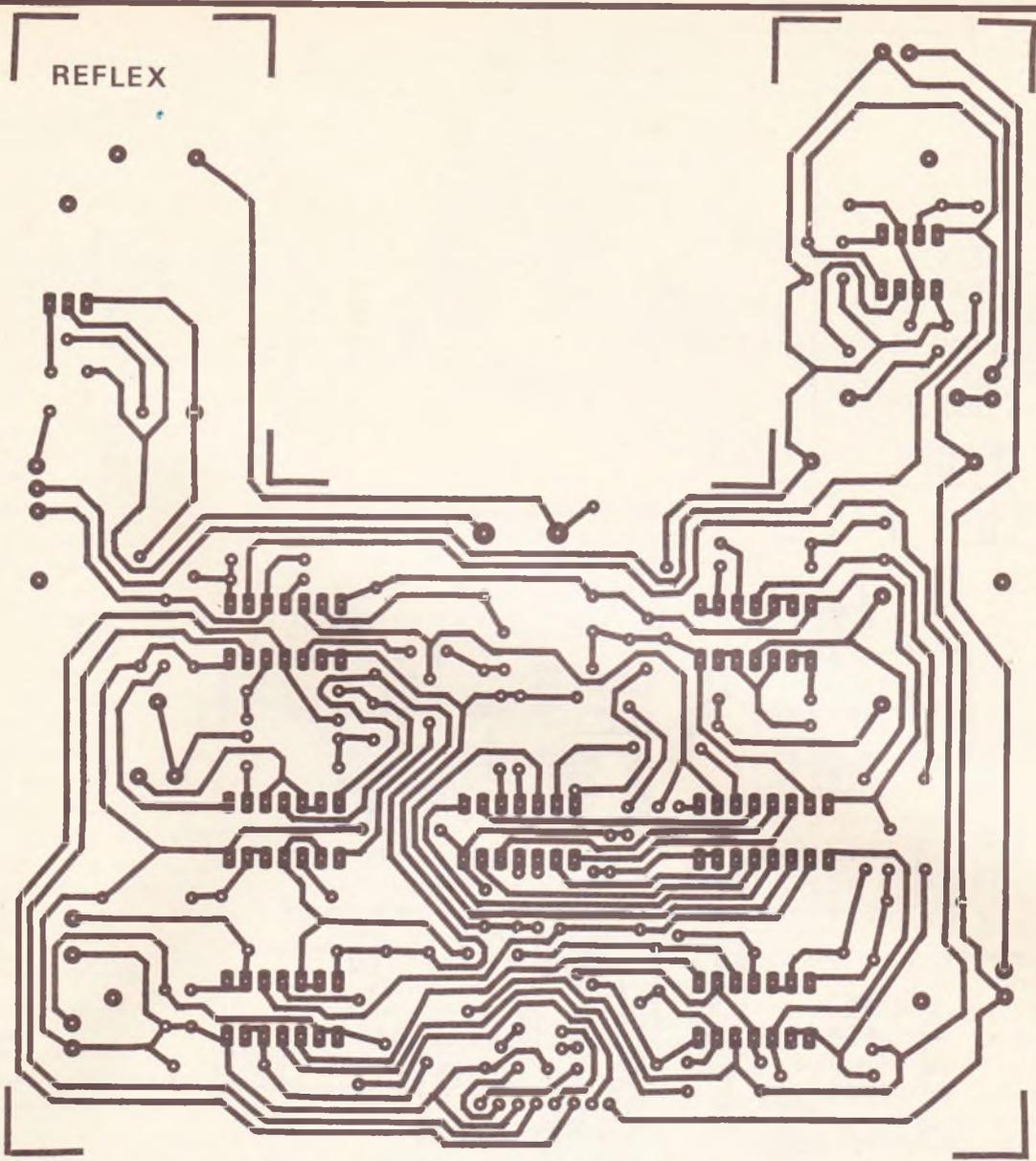
Lorsque l'on relâche BP2, on observe un front négatif sur l'entrée de la bascule monostable constituée par les portes NAND I et II de IC₅. Une telle bascule, uniquement sensible au front négatif d'un signal d'entrée, présente à sa sortie, et en position de repos, un état haut permanent. La sortie de la porte I ainsi que les entrées réunies de la porte II sont donc à l'état bas, et la capacité C₈ est entièrement déchargée. Dès l'apparition d'un état bas sur l'entrée 1 de la porte NAND I, la sortie de cette porte passe à l'état haut et la capacité C₈ se charge à travers R₁₉. Dans un premier temps les entrées réunies de la porte II se trouvent donc à un potentiel voisin de U, tension d'alimentation, et la sortie de la bascule passe à 0. Au fur et à mesure de la charge de C₈, ce potentiel diminue jusqu'à atteindre une valeur proche de U/2. La porte II bascule à ce moment et on observe la réapparition de l'état haut de repos à sa sortie. Par la suite, et à condition que l'état bas de commande de la bascule ait cédé sa place à l'état haut, phénomène qui ne se produira qu'à la prochaine sollicitation de BP2, la capacité C₈ se recharge à nouveau et la bascule est prête pour un nouveau cycle. On notera que la durée de l'impulsion négative de sortie n'est pas dépendante de celle de la commande. Cette durée ne dépend que des valeurs de R₁₉ et de C₈. En fait, on peut la déterminer par calcul. En effet, pendant la charge de C₈ à travers R₁₉, le potentiel disponible aux entrées réunies de la porte II diminue suivant la relation exponentielle bien connue :

$$u = U_0 e^{-t/RC}$$

En effet, si $t = 0$, on obtient bien $u = U_0$ (potentiel d'alimentation), et si $t \rightarrow \infty$ (infini) $u = 0$, c'est-à-dire que pour charger entièrement C₈, il faudrait théoriquement un temps infiniment long, ce qui est le propre de toute expression exponentielle. Déterminons maintenant t pour atteindre la valeur de basculement de la porte II, c'est-à-dire lorsque $u = U_0/2$.

On obtient l'équation :

$$\frac{U_0}{2} = U_0 e^{-t/RC}$$



qui donne, après transformation :

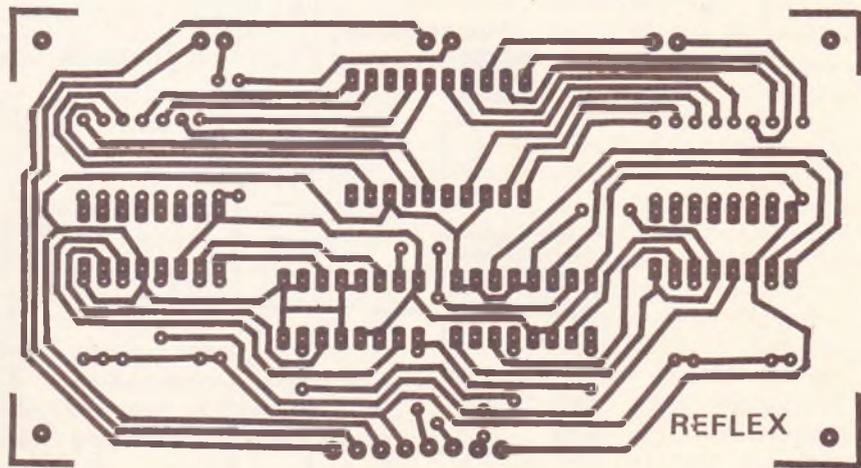
$$e^{t/RC} = 2, \text{ soit } \frac{t}{RC} = \ln 2 = 0,693$$

En conséquence :

$$t \approx 0,7 R_{19} \cdot C_8$$

Cette impulsion négative a plusieurs conséquences :

- elle « démémorise » les portes AND II de IC₄ et AND III de IC₇; il en résulte l'extinction de L₂, l'arrêt des effets sonores et lumineux mais également l'arrêt du décomptage.
- Elle est inversée par la porte NAND IV de IC₄ pour donner naissance à une impulsion positive de même durée qui, par l'intermédiaire des entrées BL des décodeurs IC₁₂ et IC₁₃, provoque l'allu-



Détails pratiques pour la réalisation.

Fig. 6

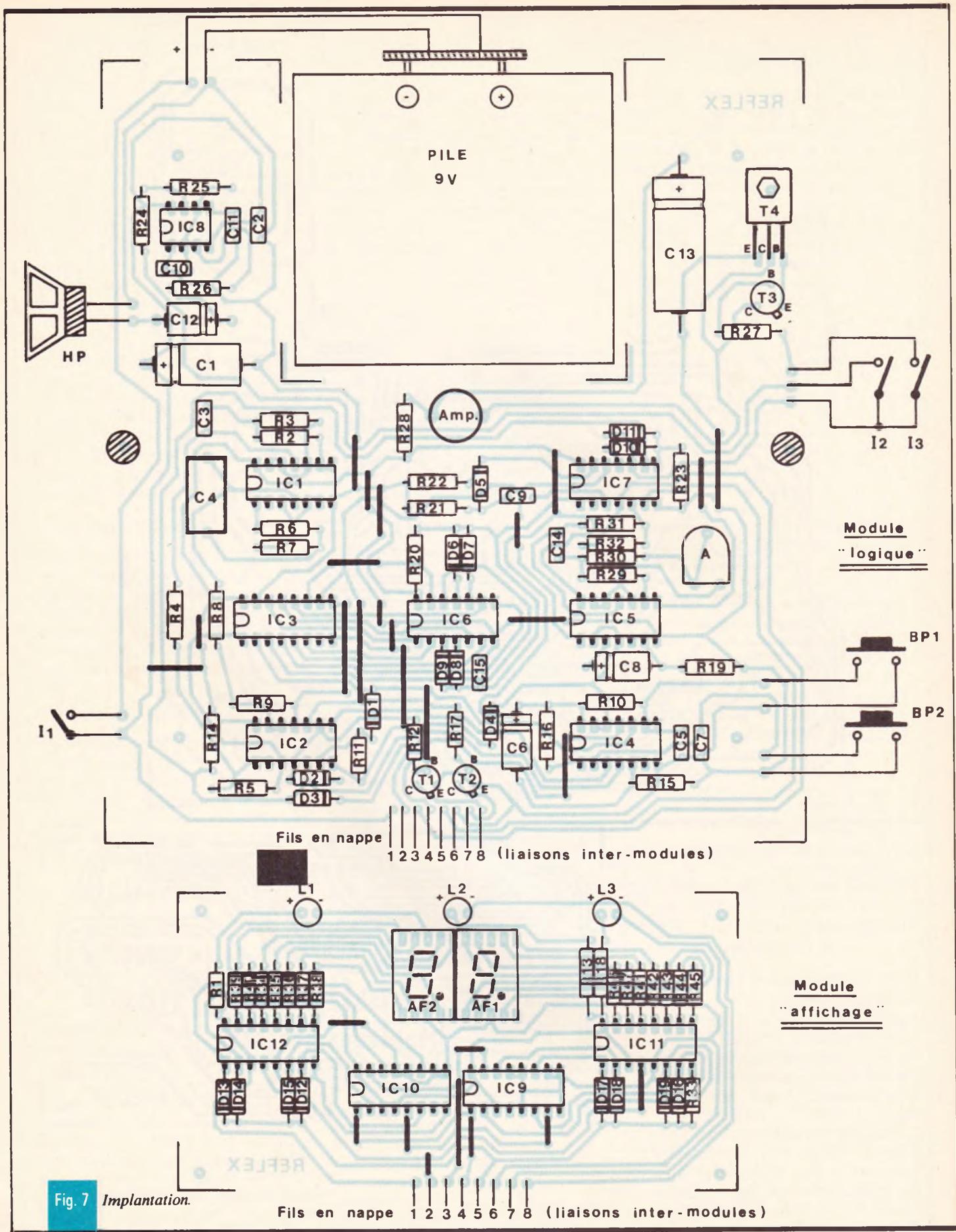


Fig. 7 Implantation.

mage de durée limitée à environ une seconde des afficheurs 7 segments, pour lecture du résultat du test.

Les oscillogrammes de la **figure 4** illustrent les différents phénomènes mis en œuvre pour la détermination du temps de réflexe.

III - REALISATION PRATIQUE

a) Circuits imprimés (fig. 6)

Ils sont au nombre de deux : un premier dénommé module logique et un second destiné à l'implantation des composants directement concernés par l'affichage. Comme toujours, il convient d'apporter un soin tout à fait particulier pour leur réalisation ; plusieurs méthodes sont possibles. On peut reproduire le circuit imprimé directement sur la face cuivre de l'époxy par application de produits de transfert du type Mécanorma (on évitera dans ce cas l'utilisation du feutre spécial étant donné la configuration assez serrée des pistes). Une autre méthode, toujours basée sur l'utilisation de produits de transfert, consiste à confectionner un « mylar », qui est un support transparent, dont on se servira par interposition lors de l'exposition de l'époxy pré sensibilisé au rayonnement ultraviolet, pour révéler ensuite le dessin du circuit imprimé. Pour ces deux premiers procédés, on plongera les modules dans une solution de perchlore de fer pour attaquer des parties non protégées. Après un rinçage abondant, on obtient ainsi un circuit imprimé de bonne qualité.

Une troisième méthode, pour amateurs pressés, consiste à faire reproduire directement le circuit imprimé par le biais de la méthode photographique pratiquée par certains fournisseurs.

Dans tous les cas, on passera, par la suite, au perçage à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre. Certains trous destinés à recevoir des connexions de composants tels que les grosses capacités, l'ajustable ou la douille de l'ampoule seront agrandis à 1 ou 1,3 mm.

Enfin, pour achever ce travail de préparation, il est vivement conseillé d'étamer les pistes, ce qui leur donne une meilleure tenue mécanique et chimique. Cet étamage

peut d'ailleurs être réalisé à l'aide d'un fer à souder ; ce procédé procure en outre l'avantage d'une vérification plus détaillée de la qualité du circuit imprimé par la recherche systématique d'éventuelles coupures ou contacts non prévus entre pistes voisines.

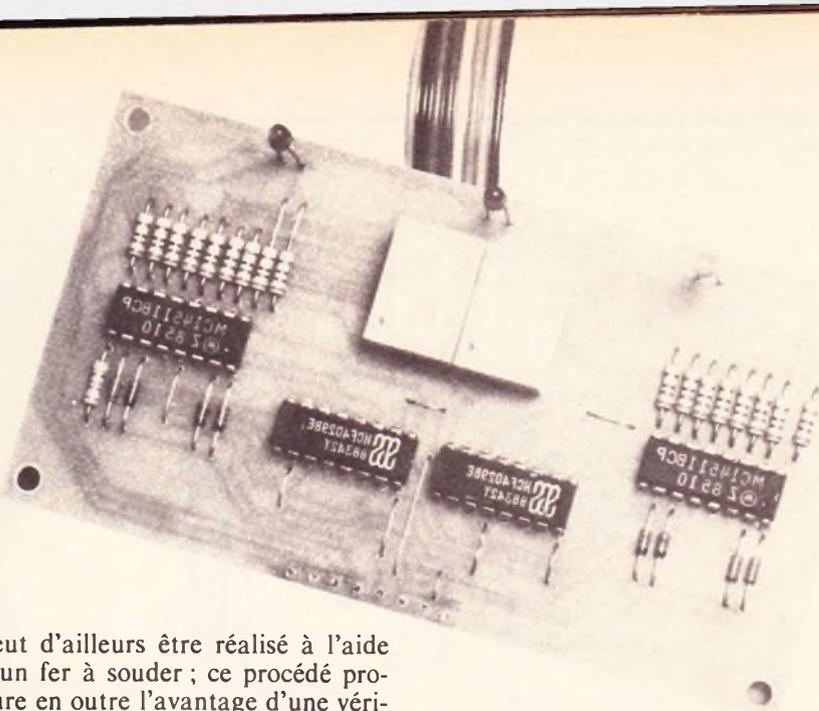
b) Implantation des composants (fig. 7)

Après la mise en place des différents straps nécessaires pour éviter la réalisation d'un circuit imprimé à double face, on soudera les résistances, les diodes, les capacités et les transistors, en prenant toutes les précautions utiles quant au respect des polarités pour les composants orientés. Mieux vaut vérifier deux fois cette orientation : toute erreur commise à ce niveau ne remet pas seulement en cause le fonctionnement de l'ensemble, mais peut également être à l'origine de la destruction de certains composants.

Par la suite, ce sera le tour des circuits intégrés. Indépendamment de leur orientation, il convient de bien veiller à ne pas trop échauffer les boîtiers lors de la soudure des broches. Une bonne méthode consiste à souder une ou deux broches d'un circuit intégré donné puis de passer, dans les mêmes conditions, aux suivants. Ainsi, une rotation complète réalisée de cette manière, ménagera un temps de refroidissement suffisant entre deux « chauffés » sur un boîtier donné.

c) Montage dans le boîtier et réglage (fig. 8)

La **figure 8** montre un exemple de réalisation possible. On remarquera que le haut-parleur a pu être monté



Aspect du module d'affichage.

par collage sur la face avant du boîtier, ainsi que les trois interrupteurs I_1 à I_3 . Le couvercle du boîtier peut recevoir le module « affichage » par l'intermédiaire de quatre vis à tête fraisée collées sur la face interne du couvercle à l'aide de colle du type « Araldite ». Une découpe rectangulaire permettant la lecture des afficheurs est nécessaire. On peut également y coller, par l'intérieur, un morceau de Plexiglas® teinté pour améliorer l'esthétique de l'ensemble. Une autre découpe est à pratiquer au droit de l'ampoule de signalisation de fin de temporisation. Toujours dans le but de masquer l'intérieur du boîtier et d'obtenir une meilleure présentation, on peut coller sur cette découpe et également par l'intérieur une chute de papier calque. Enfin, dans la maquette réalisée par l'auteur, BP₂ a été remplacé par un microcontact pour une détection plus nette du lâcher du contact dès l'apparition du signal. Remarquons qu'un bouton-poussoir de bonne qualité peut parfaitement faire l'affaire. Les essais peuvent maintenant débuter. Le seul réglage à effectuer consiste à positionner correctement le curseur mobile de l'ajustable. Plus il sera tourné dans le sens des aiguilles d'une montre, plus le résultat indiqué en fin de test sera faible. Une position acceptable sera obtenue lorsque l'affichage se situe aux environs de 50.

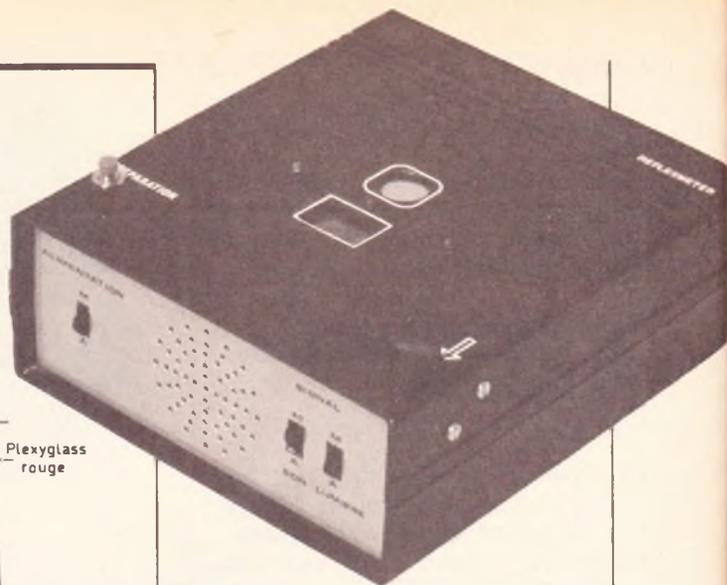
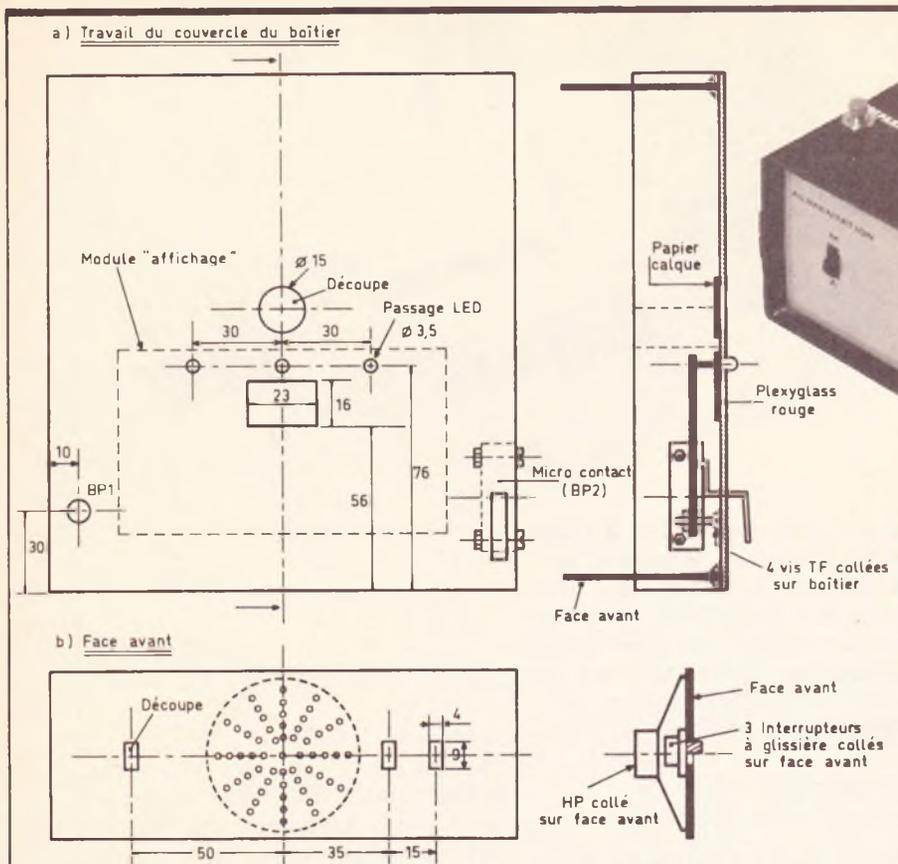


Fig. 8

Agencement des éléments à l'intérieur du coffret.

Bien entendu, un tel réglage est à effectuer en testant un individu présentant une forme physique normale, en évitant si possible les essais après un repas trop généreusement arrosé...

Robert KNOERR

IV - LISTE DES COMPOSANTS

a) Module « logique »

18 straps (3 horizontaux, 15 verticaux)

R_2 : 100 k Ω (marron, noir, jaune)

R_3, R_4 : 10 k Ω (marron, noir, orange)

R_5 : 68 k Ω (bleu, gris, orange)

R_6 : 1 M Ω (marron, noir, vert)

R_7 : 220 k Ω (rouge, rouge, jaune)

R_8 : 10 k Ω (marron, noir, orange)

R_9 : 68 k Ω (bleu, gris, orange)

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

R_{11} : 33 k Ω (orange, orange, orange)

R_{12}, R_{14} : 10 k Ω (marron, noir, orange)

R_{15} : 33 k Ω (orange, orange, orange)

R_{16}, R_{17} : k Ω (marron, noir, orange)

R_{19} : 33 k Ω (orange, orange, orange)

R_{20} : 10 k Ω (marron, noir, orange)

R_{21} à R_{23} : 33 k Ω (orange, orange, orange)

R_{24} : 10 k Ω (marron, noir, orange)

R_{25} : 33 k Ω (orange, orange, orange)

R_{26} : 10 Ω (marron, noir, noir) voir texte

R_{27} : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)

R_{28} : 560 Ω (vert, bleu, marron)

R_{29} : 470 k Ω (jaune, violet, jaune)

R_{30}, R_{31} : 10 k Ω (marron, noir, orange)

R_{32} : 68 k Ω (bleu, gris, orange)

A : ajustable de 100 k Ω à implantation horizontale.

D_1 à D_{11} : diodes signal (1N914, 4148 ou équivalent)

C_1 : 220 μ F/10 V électrolytique

C_2 : 100 nF polyester « mille-feuilles »

C_3 : 10 nF polyester « mille-feuilles »

C_4 : 2,2 μ F polyester Mkh

C_5 : 1 nF polyester « mille-feuilles »

C_6 : 22 μ F/10 V électrolytique

C_7 : 1 nF polyester « mille-feuilles »

C_8 : 47 μ F/10 V électrolytique

C_9 : 100 nF polyester « mille-feuilles »

C_{10} : 22 nF polyester « mille-feuilles »

C_{11} : 4,7 nF polyester « mille-feuilles »

C_{12} : 4,7 μ F/10 V électrolytique

C_{13} : 2 200 μ F/10 V électrolytique

C_{14} : 22 nF polyester « mille-feuilles »

C_{15} : 100 nF polyester « mille-feuilles »

T_1, T_2 : transistors NPN BC108, 109, 2N2222

T_3 : transistor NPN 2N1711, 2N1613

T_4 : transistor NPN BD135

IC_1 : CD4011 (4 portes NAND à 2 entrées)

IC_2 : CD4081 (4 portes AND à 2 entrées)

IC_3 : CD4520 (2 compteurs binaires)

IC_4, IC_5 : CD4011 (4 portes NAND à 2 entrées)

IC_6 : CD4077 (4 portes NOR exclusif à 2 entrées)

IC_7 : CD4081 (4 portes AND à 2 entrées)

IC_8 : NE555 (oscillateur)

1 douille pour ampoule à vis pour circuit imprimé

1 ampoule 2,5 V/0,2 A

b) Module « Affichage »

9 straps (2 horizontaux, 7 verticaux)

R_1, R_{13}, R_{18} : 560 Ω (vert, bleu, marron)

R_{33} : 33 k Ω (orange, orange, orange)

R_{34} à R_{47} : 14 \times 560 Ω (vert, bleu, marron)

D_{12} à D_{19} : 8 diodes signal (1N914, 1N4148 ou équivalent)

L_1 : LED orange \varnothing 3

L_2 : LED verte \varnothing 3

L_3 : LED rouge \varnothing 3

AF_1, AF_2 : afficheurs 7 segments à cathode commune (D350 PKH ou équivalent)

IC_9, IC_{10} : CD 4029 (compteur-décodeur binaire BCD)

IC_{11} et IC_{12} : CD 4511 (décodeur BCD 7 segments)

c) Divers

1 pile 9 V (60 \times 55 \times 30)

1 fiche pour pile 9 V

1 haut-parleur 4 Ω ou 8 Ω \varnothing 50

3 interrupteurs à glissière (I_1 à I_3)

BP_1 : bouton-poussoir à contact travail

BP_2 : micro-contact ou bouton-poussoir à contact travail, voir texte

Fils en nappe

Coffret Teko série CAB modèle 233 (154 \times 173 \times 60)

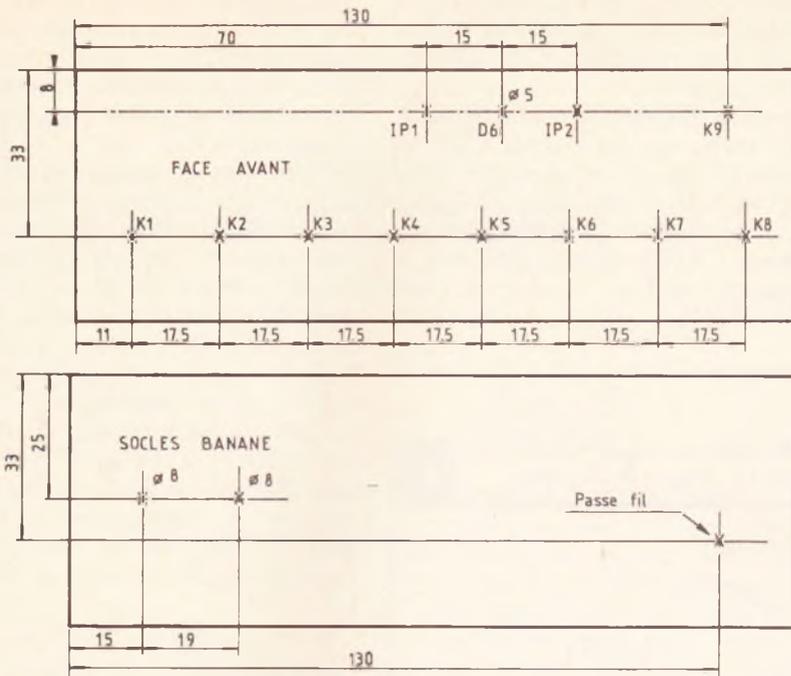


Fig.4

Perçage en vues externes des plaques aluminium du coffret Teko 223.

cosses « R » et « S ». Vous lisez par exemple 10,5 k Ω . Si 10,5 k Ω donnent 12,4 s au lieu de 10 s on ajuste P₁ pour obtenir :

$$P_1 + R_6 = 10 \times 10,5 : 12,4 = 8,5 \text{ k}\Omega$$

Un nouvel essai vous confirmera que P₁ est alors bien réglé, ou alors on fignote davantage sur 30 ou 60 s. Passons au réglage de P₂ (minutes). Puisque le condensateur est le même, nous devrions avoir :

$$(R_7 + P_2) = (R_6 + P_1) \times 60 \text{ (environ)}$$

soit 8,5 \times 60 = 510 k Ω . Coupez l'alimentation, K₉ est sur « secondes », ohmmètre entre les cosses « mn » et « R », ajustage de P₂ jusqu'à lire 510 k Ω .

Un essai chronométré, une légère retouche de P₂, nouvel essai et vous pourrez refermer définitivement le couvercle. Il est difficile de faire plus précis qu'à $\pm 1\%$; du luxe dans la pratique !

Dans les mesures à l'ohmmètre, vous remarquerez que l'on bascule K₉ de telle sorte que la cosse sur laquelle on fait la mesure soit « en l'air » ; c'est important.

Michel ARCHAMBAULT

MATERIEL NECESSAIRE

CI₁ : XR 2240, minuterie programmable

T₁ : 2N2905, transistor PNP

T₂ : 2N1711, transistor NPN

D₁ à D₄ : diodes de redressement 1N4001... 4007

D₅ : diode quelconque, 1N4148

D₆ : LED rouge ou verte

Z₁ : Zener 12 V/0,4 W

C₁ : 10 nF

C₂ : 100 μ F/16 V

C₃ : 470 μ F/25 V radial

C₄ : 470 μ F/16 V radial

R₁ : 22 k Ω (rouge, rouge, orange)

R₂ : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)

R₃ : 56 k Ω (vert, bleu, orange)

R₄ : 1 k Ω (marron, noir, rouge)

R₅ : 18 Ω (marron, gris, noir)

R₆ : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)

R₇ : 270 k Ω (rouge, violet, jaune)

R₈ : 47 k Ω (jaune, violet, orange)

R₉ : 470 Ω (jaune, violet, marron)

R₁₀ : 820 Ω (gris, rouge, marron)

P₁ : ajustable 4,7 k Ω miniature horizontal

P₂ : ajustable 470 k Ω miniature horizontal

RM₁ : relais 9/12 V, 300 Ω , 2T

TR₁ : transformateur 220/12 V, 3 ou 5 VA

17 cosses poignard

un circuit imprimé 97 \times 72 mm à réaliser

K₁ à K₈ : inters unipolaires ordinaires

K₉ : inverseur simple

IP₁, IP₂ : inters à poussoir

2 socles banane

1 coffret Teko série « Cabinet », modèle 223 (173 \times 154 \times 55 mm).

LISTES ET TABLEAUX

NUMERIQUES EN BASIC

H. HUNIC

Collection Micro-Systèmes n° 22

Tout programmeur, débutant ou confirmé, est confronté à des problèmes d'organisation des données. La multiplication des variables numériques entraîne une saturation de l'espace-mémoire, préjudiciable aux performances du micro-ordinateur.

PRINCIPAUX CHAPITRES

- Classement des indices
- Initialisation
- Inversions
- Tris
- Extraction
- Moyens
- Recherches
- Concaténation
- Sauvegarde
- Remise à zéro.

Un ouvrage format 15 \times 21, 128 pages, couverture couleur.

Prix public TTC : 85 F.

En vente par correspondance à la Librairie Parisienne de la Radio, 43, rue de Dunkerque, 75010 Paris. Prix port compris : 95 F.

LES SECRETS DU MINITEL

C. TAVERNIER

Collection Micro-Systèmes n° 23

Ce livre est une excellente introduction à l'univers télématique en expansion. S'appuyant sur l'exemple de Minitel et des services qu'il propose, Christian Tavernier dresse un tableau complet des possibilités qu'offrent le réseau téléphonique et les systèmes associés.

La dernière partie de l'ouvrage vous invite à la réalisation d'un modem à partir de votre Minitel.

PRINCIPAUX CHAPITRES

- Le service Télétel
- Les différents services proposés sur Télétel
- Utilisation rationnelle du Minitel
- Informatique domestique et Minitel
- Téléphonie et transmission d'informations
- Les différents principes de transmission de données
- Comment devenir serveur
- Réalisation d'un modem universel.

Un ouvrage format 15 \times 21, 168 pages, couverture couleur.

Prix public TTC : 105 F.

En vente par correspondance à la Librairie Parisienne de la Radio, 43, rue de Dunkerque, 75010 Paris. Prix port compris : 115 F.

COMMANDE PROGRAMMEE DE CHAUFFAGE

(suite de la page 97)

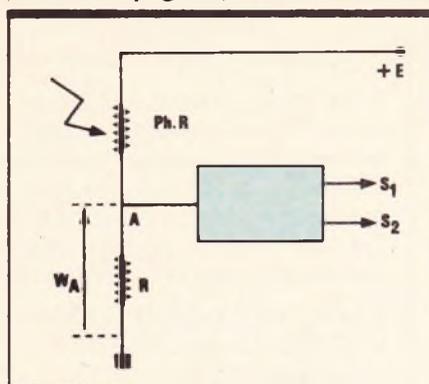


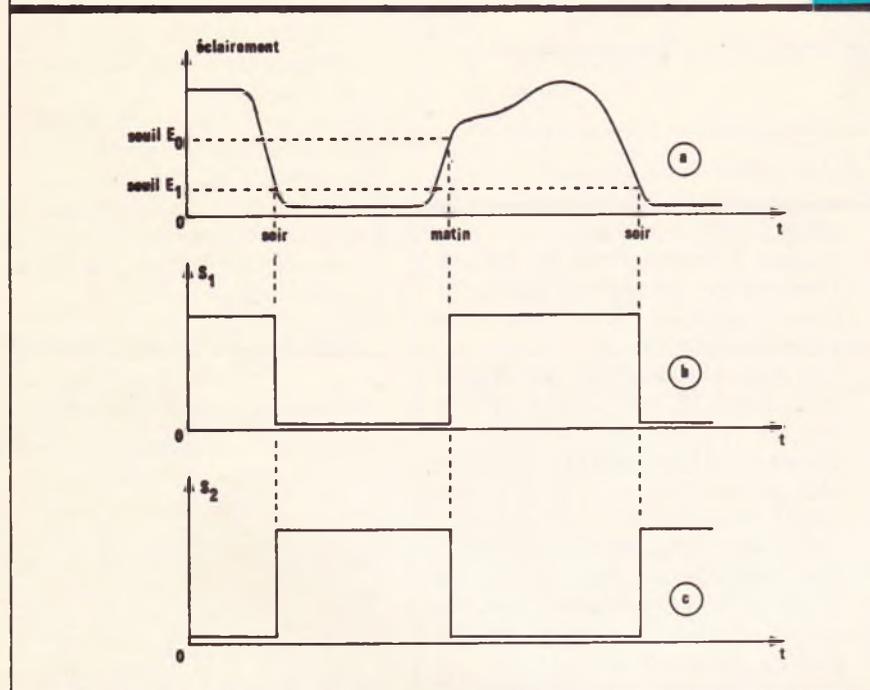
Fig. 1 Principe général de fonctionnement.

plus lumineux que la nuit la plus claire. A l'aurore comme au crépuscule, les variations sont relativement rapides.

Avec la disposition de la figure 1, les variations de la tension V_A au point A, ont le même sens et la même allure que les variations d'éclairement, en fonction du temps : V_A diminue rapidement le soir, et augmente rapidement (tout est relatif) le matin. Toutefois, nous

Diagrammes caractéristiques au cours d'un cycle de 24 heures.

Fig. 2



sieurs mégohms ou plusieurs dizaines de mégohms), la résistance décroît en présence de lumière, et peut tomber à quelques centaines d'ohms ou quelques kilo-ohms en plein jour.

Dans le circuit de la figure 1, la photorésistance reçoit la lumière extérieure. Au cours d'un cycle de 24 heures, l'éclairement auquel elle est soumise varie alors selon une courbe du type indiqué à la figure 2a. Evidemment, le maximum, comme le minimum, dépendent de nombreux paramètres : temps couvert ou ensoleillé pendant le jour, présence ou non de la lune pendant la nuit, voisinage de sources artificielles, etc. Mais, de toute façon, ces deux éclairements sont très éloignés l'un de l'autre, le jour le plus gris restant 1 000 ou 10 000 fois

souhaitons, pour piloter les circuits logiques qui suivent, des transitions nettement plus brèves, de l'ordre de la microseconde, et non plus de l'heure. Une mise en forme s'impose donc, et on sait que, pour transformer des évolutions lentes en créneaux à flancs raides, il existe un montage très efficace : le trigger de Schmitt.

Celui-ci offre un phénomène d'hystérésis bien connu : si E_0 est la tension de seuil qui provoque le basculement lors de la croissance du signal d'entrée, le basculement inverse, quand la tension d'entrée diminue, intervient pour un seuil E_1 inférieur à E_0 . C'est ce qu'illustre le diagramme de la figure 2b. Ce comportement est, pour l'application envisagée, hautement favorable. Il élimine, en effet, les risques de dé-

clenchement intempestif sur les « bruits » entachant le signal d'entrée, c'est-à-dire sur les variations d'éclairement de faible amplitude : passages de nuages le jour, phases de voitures la nuit, etc.

En tout état de cause, les circuits logiques qui suivent, ne réagissent qu'aux flancs montants des créneaux de sortie du trigger. Dans le cas de la figure 2b, on ne pourrait donc les activer que le matin. Pour donner plus de souplesse au montage, nous avons donc prévu un inverseur, et la bascule de Schmitt comporte deux sorties S_1 et S_2 , sélectionnables à l'aide d'un inverseur. Sur la sortie S_2 , les signaux prennent la configuration de la figure 2c. Cette fois, les flancs montants se situent au coucher du soleil.

LE SYNOPTIQUE DU MONTAGE

La figure 3 montre l'organisation générale du montage complet, sous forme synoptique. On y retrouve, dès l'entrée, le dispositif capteur de lumière de la figure 1, avec le conformateur de signaux à deux sorties. L'inverseur K_1 sélectionne le déclenchement sur S_1 ou sur S_2 , donc sur les variations matinales ou crépusculaires d'éclairement.

Les créneaux ainsi prélevés, attaquent l'entrée d'horloge d'un diviseur logique, constitué par un très classique 4017 en technologie C.MOS, avec 10 sorties référencées de Q_0 à Q_9 . La sortie Q_0 , activée dès la mise sous tension, n'est pas exploitée pour le programme (il ne servirait à rien de mettre le radiateur en route immédiatement !). Elle pilote, en revanche, un indicateur visuel (diode LED) qui montre que l'appareil est prêt pour la programmation.

A l'aide du commutateur rotatif K_2 , on choisit l'une des 9 sorties Q_1 à Q_9 . Normalement situées au niveau logique bas (tension nulle), ces sorties passent l'une après l'autre au niveau logique haut (tension de l'alimentation), à chaque impulsion d'horloge. Lorsque la sortie sélectionnée transite à l'état haut, elle commande un amplificateur de présence, qui actionne la bobine d'un relais, et forme les contacts de ce dernier : le radiateur est ainsi relié au secteur.

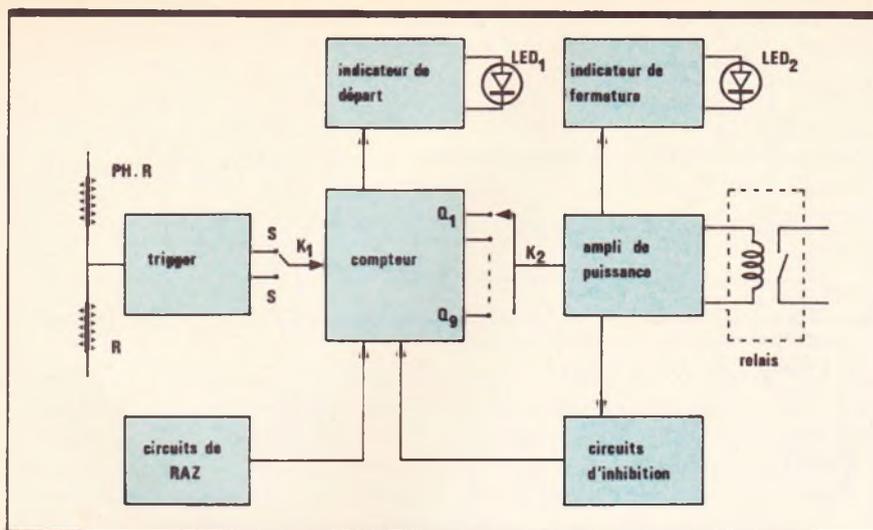


Fig. 3 Synoptique complet du montage.

Lors des essais, il est plus commode et plus rapide de contrôler visuellement le fonctionnement du relais. Sa fermeture est donc signalée par une autre diode électroluminescente (LED₂).

En l'absence de toute autre précaution, rien ne garantit, lors de la mise en service du programmeur, que c'est la sortie Q₀ qui se trouve à l'état bas. On ne peut parvenir avec certitude à ce résultat, qu'en envoyant une impulsion positive sur l'entrée « RESET » du compteur. Afin d'éviter des oublis, cette impulsion est automatiquement élaborée dans un circuit de remise à zéro (RAZ).

Un dernier perfectionnement a été apporté au montage, pour pallier une absence accidentelle (et peut-être prolongée) des habitants de la résidence. Supposons en effet que ceux-ci, quittant les lieux un dimanche soir, aient programmé la mise en route du chauffage pour le vendredi matin suivant, en vue de trouver la maison chaude en revenant le vendredi soir : le délai affiché est alors de 5 jours. Si personne ne vient, la sortie Q₅ du compteur repassera à zéro le 6^e jour, puis reviendra à l'état logique 1 dix jours après, c'est-à-dire le lundi... une semaine après ! Et le cycle, ainsi, continuerait tous les dix jours, sans aucune autre utilité que de consommer de l'électricité pour chauffer une maison vide. Nous avons donc prévu d'interrompre définitivement le fonctionnement, après la première journée de chauffage volon-

tairement programmée. A cet effet, interviennent des circuits d'inhibition, qui arrêtent automatiquement le comptage lorsque le relais de commande du radiateur s'ouvre pour la première fois. Les pertes, en cas de voyage différé, se limitent ainsi à une journée de chauffage.

SCHEMA COMPLET DE L'APPAREIL

On le trouvera en figure 4. Pour plus de clarté, nous diviserons la description en plusieurs parties, qui correspondent aux sous-ensembles du synoptique de la figure 3.

Le capteur et le trigger

La photorésistance PhR est un modèle LDR 03, bien connu de nos lecteurs, et monté en diviseur avec la résistance fixe R₁. Pour éliminer mieux encore les variations rapides et accidentelles d'éclairement, qui pourraient atteindre exceptionnellement de grandes amplitudes mais avec des durées brèves (éclair pendant une nuit d'orage, par exemple), la tension V_A est intégrée à l'aide des condensateurs C₁ et C₂, associés à R₂.

Le trigger de Schmitt, à double sortie, met en jeu les amplificateurs opérationnels CI_{1a} et CI_{1b}. Le premier reçoit, sur son entrée inverseuse, une tension de référence de 6 V, par le diviseur R₄, R₅. Une tension de référence de 6 V également est appliquée sur l'entrée non inverseuse de CI_{1b}, par le diviseur R₇, R₈. Enfin, le dispositif capteur-intégrateur (Ph. R, R₁, R₂, C₁, C₂), attaque l'entrée non inverseuse de CI_{1a}, à travers la résistance R₃.

Supposons que, d'abord vivement éclairée, la cellule Ph.R passe progressivement dans l'obscurité : la tension du point A descend, donc, aussi, celle de l'entrée + de CI_{1a}. Quand cette dernière passe en dessous de l'entrée, la sortie de CI_{1a} monte rapidement de l'état haut à l'état bas. Simultanément, la transition inverse se produit dans CI_{1b}, dont la sortie passe à l'état haut, puisque cet amplificateur est attaqué sur son entrée inverseuse. L'effet « trigger de Schmitt » est obtenu par la réaction positive qu'introduit la résistance R₁₀.

LE DIVISEUR PROGRAMMABLE

Il est construit, nous l'avons déjà dit, autour du très classique circuit intégré 4017, compteur de Johnson à 5 étages et 10 sorties. L'entrée d'horloge (broche 14) réagit aux flancs montants des impulsions de commande. Une remarque importante, ici, s'impose.

On peut alimenter le circuit 4017, comme la plupart de ceux de la même famille C.MOS, sous des tensions comprises entre 3 et 15 V. Mais les exigences vis-à-vis des signaux de commande ne sont alors pas les mêmes. Sous 15 V, les flancs de montée doivent présenter une durée inférieure à 3 μs ; ils peuvent atteindre 15 μs sous une alimentation de 5 V. Or, à cause de son slew-rate modeste, l'amplificateur opérationnel LM 124, qui constitue CI_{1a} et CI_{1b}, offre sur ses sorties des transitions qui, sous 12 V, dépassent une durée de 10 μs. On ne peut donc pas, dans ces conditions, commander l'entrée du 4017, si lui aussi fonctionne en 12 V. La solution consiste à alimenter ce dernier circuit en 5 V, et, en même temps, à limiter à 5 V l'amplitude des créneaux d'entrée. La première condition est satisfaite grâce à la diode Zener DZ₁, et la deuxième grâce à DZ₂, polarisée à travers R₁₁.

A la mise sous tension de l'appareil, il convient d'effectuer automatiquement la remise à zéro du compteur, en envoyant une impulsion positive de 5 V sur l'entrée RESET (broche 15). Cette impulsion est élaborée dans les circuits construits autour du transistor T₁. En effet, au démarrage (application du

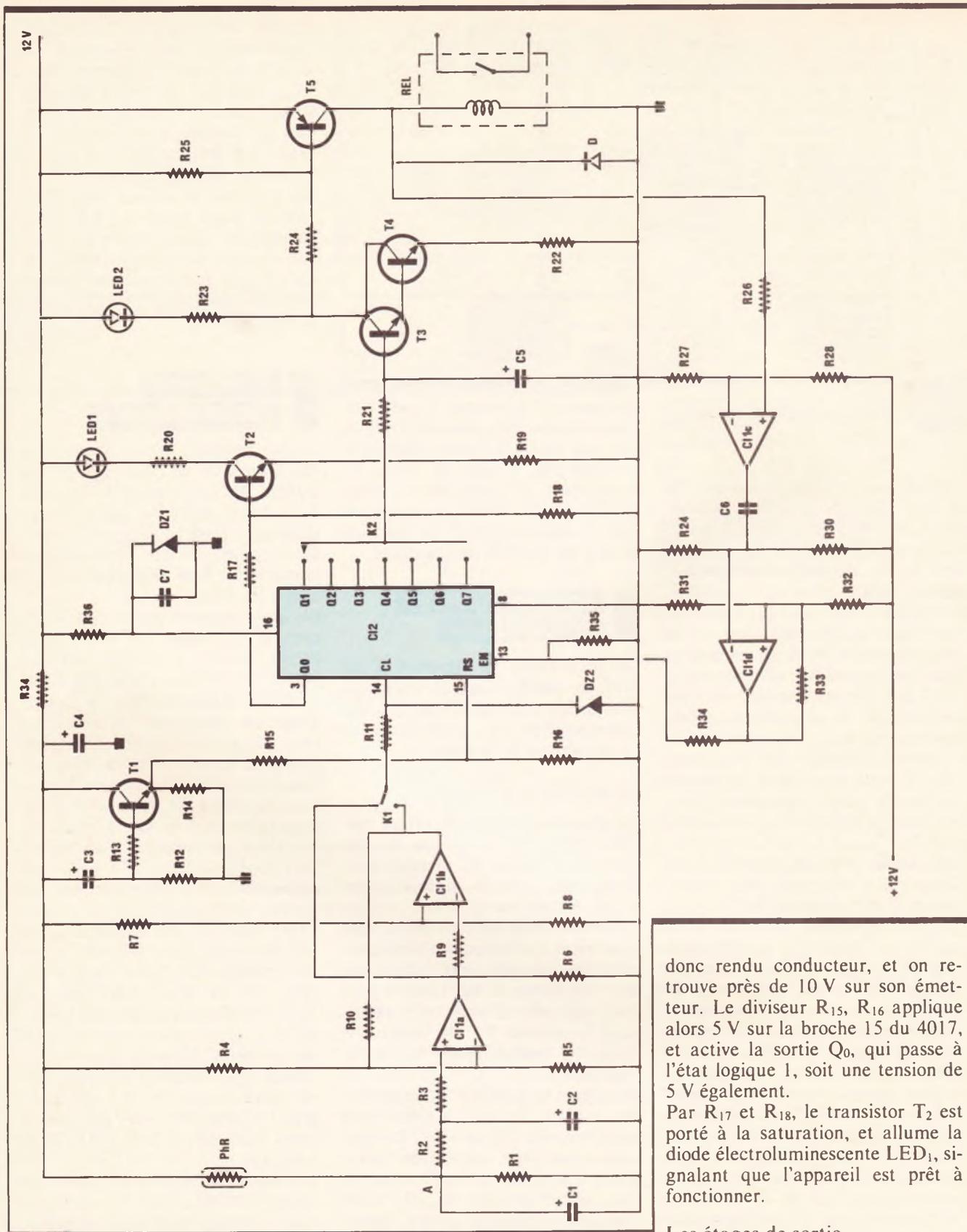


Fig.4 Schéma de principe du système.

+ 12 V), le condensateur C_1 est complètement déchargé, c'est-à-dire que la différence de potentiel est nulle entre ses armatures. A travers R_{13} qui polarise sa base, T_1 est

donc rendu conducteur, et on retrouve près de 10 V sur son émetteur. Le diviseur R_{15}, R_{16} applique alors 5 V sur la broche 15 du 4017, et active la sortie Q_0 , qui passe à l'état logique 1, soit une tension de 5 V également. Par R_{17} et R_{18} , le transistor T_2 est porté à la saturation, et allume la diode électroluminescente LED_1 , signalant que l'appareil est prêt à fonctionner.

Les étages de sortie

Le commutateur rotatif K_2 sélectionne la sortie choisie parmi Q_1 à Q_9 , en fonction du nombre de jours que doit durer la temporisation. Dès que cette sortie passe au niveau

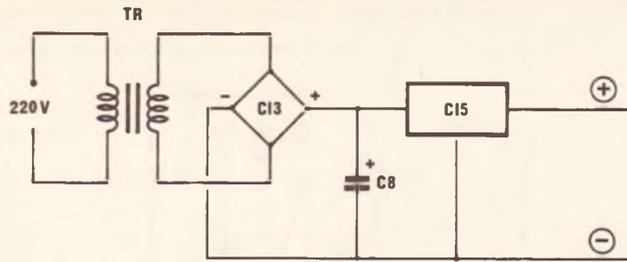
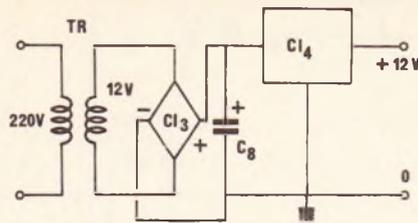


Fig. 5 Schéma de principe de la section alimentation.

logique 1, l'ensemble des transistors T_3 et T_4 , connectés en darlington, passe du blocage à la saturation. Le courant qui traverse la diode LED_2 et la résistance R_{23} , y crée une chute de tension qui, à son tour, entraîne la conduction du transistor de sortie T_5 , et l'excitation du relais. On remarque que celle-ci coïncide avec l'allumage de LED_2 , comme nous l'avons indiqué lors de l'analyse du synoptique.

Commande d'inhibition en cas d'absence

Vingt-quatre heures après son allumage, le radiateur s'éteint, avec le blocage du transistor final T_5 . Sur le collecteur de ce dernier, la tension passe alors de 12 V (transistor saturé et relais excité) à 0 V (transistor bloqué). A travers R_{26} , cette transition, transmise à l'entrée non inverseuse de l'amplificateur opérationnel CI_{1c} (dont l'autre entrée est maintenue à 6 V par le diviseur R_{27} , R_{28}), fait brusquement passer sa sortie au potentiel de la masse. A son tour, le condensateur C_6 transmet le flanc différencié du créneau, donc une impulsion négative, sur l'entrée inverseuse de CI_{1d} .

Compte tenu du choix des potentiels de repos sur les entrées de CI_{1d} (tension plus élevée sur l'entrée - que sur l'entrée +), la sortie de cet amplificateur se trouve, normalement, au potentiel de la masse. L'impulsion définie ci-dessus entraîne le basculement, et la sortie se trouve maintenant à l'état haut, ainsi que la broche 13 (ENABLE) du 4017. Cette situation interrompt le comptage.

L'ALIMENTATION

Elle s'effectue à partir du secteur. Le transformateur TR délivre une tension efficace de 12 V, redressée à double alternance par le pont intégré CI_3 , puis filtrée par le conden-

sateur chimique C_8 (fig. 5). La stabilisation, sous 12 V, est très classiquement confiée à un régulateur trois pattes (CI_5) du type 7812 ou 2812.

LE CIRCUIT IMPRIME ET SON CABLAGE

Tout l'ensemble, l'alimentation de la figure 5 et le montage de la figure 4, prend place sur un même circuit imprimé, dont on trouvera le dessin à la figure 6. Pour l'implantation des composants, on se guidera sur la figure 7, et sur nos photographies. Faut-il répéter, une fois encore, qu'une inversion des composants polarisés pourrait conduire à des désastres ?

Il n'est pas toujours facile, pour l'amateur, de trouver un modèle précis de relais, au brochage déterminé. Nous avons donc préféré, selon notre habitude, fixer ce composant en position couchée, à l'aide d'une goutte de colle à deux compo-

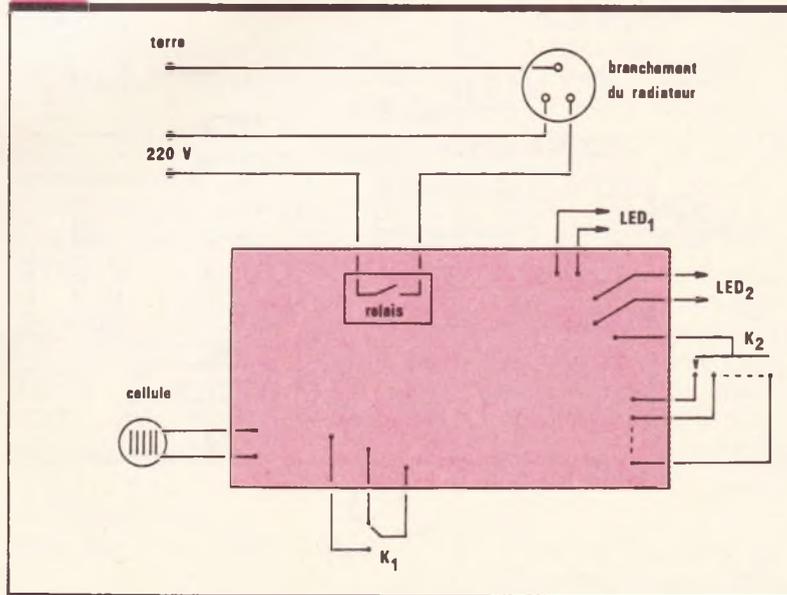
sants. La liaison vers la bobine s'effectue alors à travers deux petits fils. De même, des fils isolés, mais capables de supporter 5 à 10 A selon la puissance du radiateur, réunissent les contacts « travail » du relais. Pour augmenter l'intensité admissible, on utilisera tous les contacts de sortie, branchés en parallèle.

LE CABLAGE FINAL

Toutes les libertés sont ici permises, en fonction du matériel de « carrossage » éventuellement disponible, et des goûts de chacun. Un impératif, pourtant, doit guider la réalisation : le montage, en divers points, véhicule la tension du secteur, ce qui impose d'élémentaires mesures de sécurité. On préférera un socle en bois et un capot plastique, comme sur le prototype photographié, à un boîtier tout métallique.

Le petit schéma de la figure 8 aidera au câblage des intercon-

Fig. 8 Câblage des interconnexions.



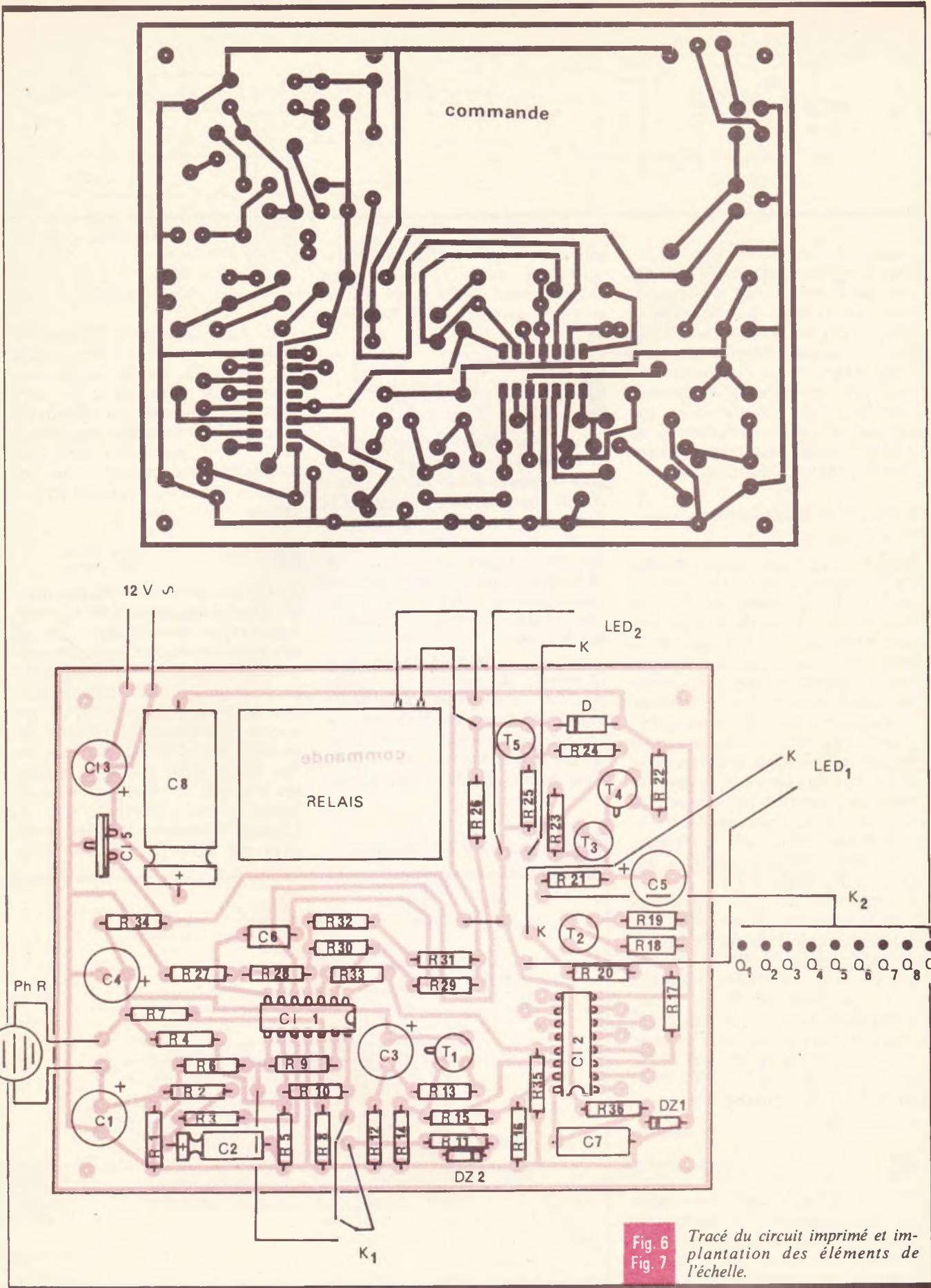


Fig. 6 Tracé du circuit imprimé et implantation des éléments de l'échelle.
 Fig. 7

nexions, d'ailleurs très simples. Mieux vaut ne pas oublier le fil de terre, obligatoire...

LES ESSAIS

Sauf erreur de câblage, le programmeur doit fonctionner du premier coup. A la mise sous tension, la diode électroluminescente « prêt » s'allume. Après la succession du nombre choisi (commutateur K_2) de soirs ou de matins (commutateur K_1), le relais colle, et la diode LED_2 s'allume.

Il serait évidemment fastidieux de

procéder aux essais en temps réel, avec des cycles de 24 heures ! On pourra simuler l'alternance des jours et des nuits à l'aide d'une simple lampe de bureau éclairant la photorésistance.

Pour l'installation définitive, l'emplacement de la cellule devra tenir compte des lumières parasites. Mieux vaut qu'elle ne soit ni directement exposée aux rayons du soleil, ni accessible, malgré les protections prévues, aux phares d'automobiles et autres sources parasites.

R. RATEAU

LISTE DES COMPOSANTS

Résistances 0,25 W à $\pm 5\%$

- R_1 : 1,8 k Ω (marron, gris, rouge)
- R_2 : 47 k Ω (jaune, violet, orange)
- R_3 : 47 k Ω (jaune, violet, orange)
- R_4 : 150 k Ω (marron, vert, jaune)
- R_5 : 150 k Ω (marron, vert, jaune)
- R_6 : 2,7 k Ω (rouge, violet, rouge)
- R_7 : 150 k Ω (marron, vert, jaune)
- R_8 : 150 k Ω (marron, vert, jaune)
- R_9 : 3,3 k Ω (orange, orange, rouge)
- R_{10} : 1 M Ω (marron, noir, vert)
- R_{11} : 1,8 k Ω (marron, gris, rouge)
- R_{12} : 390 k Ω (orange, blanc, jaune)
- R_{13} : 3,9 k Ω (orange, blanc, rouge)
- R_{14} : 8,2 k Ω (gris, rouge, rouge)
- R_{15} : 6,8 k Ω (bleu, gris, rouge)
- R_{16} : 6,8 k Ω (bleu, gris, rouge)
- R_{17} : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)
- R_{18} : 1,5 k Ω (marron, vert, rouge)
- R_{19} : 12 Ω (marron, rouge, noir)
- R_{20} : 820 Ω (gris, rouge, marron)
- R_{21} : 56 k Ω (vert, bleu, orange)
- R_{22} : 12 Ω (marron, rouge, noir)
- R_{23} : 820 Ω (gris, rouge, marron)
- R_{24} : 12 k Ω (marron, rouge, orange)
- R_{25} : 1,5 k Ω (marron, vert, rouge)
- R_{26} : 8,2 k Ω (gris, rouge, rouge)
- R_{27} : 150 k Ω (marron, vert, jaune)
- R_{28} : 150 k Ω (marron, vert, jaune)
- R_{29} : 39 k Ω (orange, blanc, orange)
- R_{30} : 33 k Ω (orange, orange, orange)
- R_{31} : 33 k Ω (orange, orange, orange)
- R_{32} : 39 k Ω (orange, blanc, orange)
- R_{33} : 39 k Ω (orange, blanc, orange)
- R_{34} : 1,2 k Ω (marron, rouge, rouge)
- R_{35} : 1,5 k Ω (marron, vert, rouge)
- R_{36} : 1,2 k Ω (marron, rouge, rouge)

Condensateurs

- C_1 : 100 μ F électrolytique 25 V
- C_2 : 22 μ F électrolytique 25 V
- C_3 : 100 μ F électrolytique 25 V
- C_4 : 100 μ F électrolytique 25 V
- C_5 : 2,2 μ F électrolytique 25 V
- C_6 : 10 nF plastique
- C_7 : 1 μ F plastique
- C_8 : 470 μ F électrolytique 40 V

Diodes

- DZ_1, DZ_2 : Zener 5,1 V, 500 mW
- D : 1N4002
- LED_1, LED_2 : diodes électroluminescentes

Transistors :

- T_1, T_2, T_3, T_4 : 2N2222
- T_5 : 2N2905

Circuits intégrés :

- CI_1 : LM 124 (ou 224, ou 324)
- CI_2 : 4017
- CI_3 : pont redresseur 50 V, 500 mA
- CI_4 : régulateur 7812 ou 2812

Relais :

- Bobine fonctionnant sous 12 V
- Contacts capables de couper, au total, 8 A au minimum (pour un radiateur de 1 500 W)

Commutateurs :

- K_1 : inverseur miniature, 1 circuit, 2 positions
- K_2 : commutateur rotatif, 1 circuit, 12 positions (limité à 9)

Matériel électrique

- Prise secteur, fil de câblage 10 A



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.



UTILISEZ-VOUS AU MIEUX VOTRE MULTIMETRE ?

Le multimètre est le premier appareil de mesure dont doit s'équiper un électronicien, même s'il se cantonne à la réalisation de montages très simples, et décrits en détail dans les revues spécialisées. Quel lecteur ne s'est jamais trouvé confronté, après la dernière soudure et la pile branchée, à un appareil réticent, fonctionnant mal ou même pas du tout ? Il peut s'agir d'une étourderie lors du câblage, d'un composant défectueux, d'une microcoupure dans le circuit imprimé... mais comment déceler la panne et y remédier sans aucun moyen de contrôle ?

Même très modeste, un multimètre se révèle alors un outil précieux. Encore faut-il, pour en tirer tout le profit possible, savoir utiliser à fond cet appareil, et connaître aussi ses limites. Nous espérons vous y aider par ces quelques pages.

D'ABORD, LIRE LA NOTICE !

Simple lapalissade, s'écrieront certains ! Et pourtant, combien d'appareils ne sont utilisés qu'à la moitié, ou moins, de leurs possibilités, parce que leurs propriétaires les connaissent mal ? La notice ne devrait pas davantage s'éloigner du multimètre que ses cordons, son fusible de rechange, et son étui protecteur (mais oui : les appareils d'électronique craignent la poussière, l'eau, les chocs...).

La notice n'est pas qu'un mode d'emploi. C'est aussi un document technique qui indique la précision pour les diverses fonctions (voltmètre, ampèremètre, ohmmètre, mesures en continu ou en alternatif) et



les différentes gammes. Elle donne les causes de perturbations qui faussent les mesures : consommation propre du voltmètre, chute de tension dans l'ampèremètre.

Nous allons examiner en détail ces divers points, en commençant par aborder les différences fondamentales entre multimètres analogiques et multimètres numériques.

LES APPAREILS ANALOGIQUES

Un multimètre analogique, c'est d'abord un galvanomètre à cadre mobile, dont on connaît le principe. Un bobinage est enroulé sur un cadre mobile autour d'un axe maintenu par deux pivots, et solidaire d'une aiguille. Le tout est placé dans l'entrefer d'un aimant, et le courant qui traverse le cadre tend à faire tourner l'équipage. A l'inverse, un ressort en spirale tend à ramener l'équipage vers sa position d'équilibre (zéro). Le galvanomètre ne peut donc dévier que si un courant continu le traverse, et le multimètre **consomme du courant** : nous verrons que c'est une cause de perturbation qui, dans certains cas, peut introduire des erreurs considérables.

On caractérise principalement un galvanomètre par sa sensibilité, c'est-à-dire par l'intensité du courant nécessaire pour provoquer la déviation maximale : $100 \mu\text{A}$, $40 \mu\text{A}$, parfois $25 \mu\text{A}$, sont actuellement des valeurs courantes.

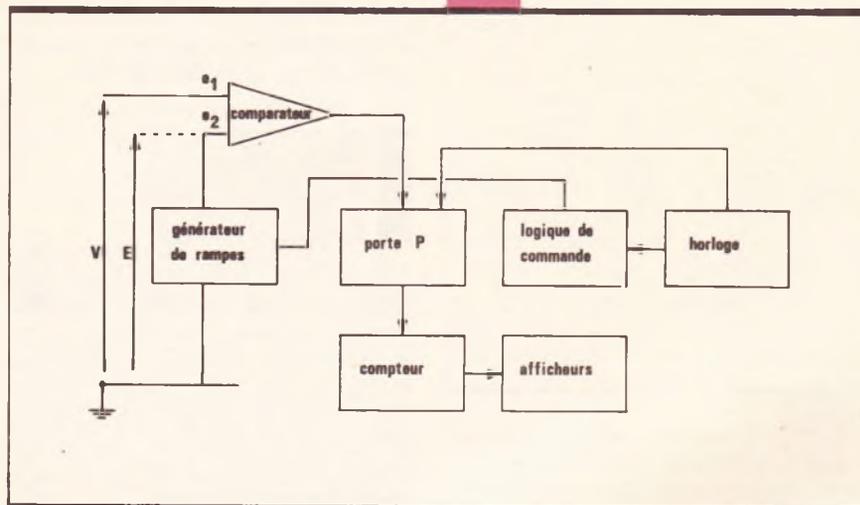
La précision du multimètre tient, pour une large part, à celle du galvanomètre, donc au soin apporté à la construction des différents éléments : pivots à faibles frottements, aimant conservant une aimantation constante dans le temps, etc. Cette caractéristique, fixée dès la construction, se maintient pendant de nombreuses années, si l'appareil ne subit pas de mauvais traitements. En pratique, un multimètre analogique n'a donc pas besoin de réétalonnages périodiques. Par contre, il faut **régulièrement vérifier le zéro**, et, éventuellement, le régler à l'aide de la vis centrale qui agit mécaniquement sur le ressort en spirale.

LES APPAREILS NUMERIQUES

Contrairement à leurs homologues analogiques qui mesurent des courants (toutes les autres fonctions en découlent), les multimètres numériques mesurent des tensions, et ceci par un procédé purement électronique, sans aucune pièce mécanique mobile. Simplifié à l'extrême, leur principe est illustré par la **figure 1**. Sur l'entrée du multimètre, on applique la tension continue V à mesurer (toute autre grandeur, telle qu'une tension alternative, une intensité, etc., est d'abord convertie

mettre le prix (composants aux tolérances serrées, soin de la construction). Mais, cette précision ne se maintient **qu'à la condition d'effectuer des réétalonnages périodiques**, ce qui exige le passage en usine environ une fois par an. Faute de cette précaution, se fier à la précision annoncée dans la notice devient dangereusement illusoire.

Fig. 1 Structure d'un multimètre numérique.



en une tension continue) ; elle parvient à l'entrée e_1 d'un comparateur. Au début de chaque cycle de mesure, c'est-à-dire environ toutes les secondes, une horloge commande le démarrage d'un générateur de rampes qui applique, sur l'autre entrée e_2 du comparateur, une tension E croissant linéairement avec le temps, à partir de zéro (voir les **figures 2a** et **2b**). Simultanément, à travers la porte P , les impulsions d'horloge actionnent un compteur, suivi d'un afficheur.

Lorsque la tension de rampe E atteint la valeur V , le comparateur bascule, et ferme la porte P . On lit alors, sur l'afficheur, le nombre des impulsions d'horloge produites entre les instants t_1 et t_2 (**fig. 2a**). On voit, en comparant les figures 2a et 2b, que ce nombre est proportionnel à la tension V , et peut donc, après l'étalonnage, servir à la mesurer.

Le principe même des multimètres numériques permet d'atteindre des précisions élevées... à condition d'y

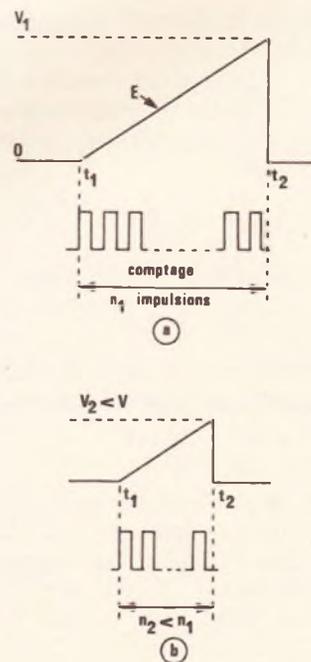


Fig. 2 Oscillogrammes caractéristiques.

LE PROBLEME DE LA PRECISION

Fondamentalement, le problème est le même pour les multimètres analogiques et pour les multimètres numériques : nous commencerons par le premier cas.

Prenons l'exemple de la mesure des tensions continues, avec un appareil dont la notice annonce une précision de 2 % de la pleine échelle, et reportons-nous à la figure 3, où sont représentées les deux échelles successives. Elles se succèdent, comme il est habituel, dans un rapport $\sqrt{10} = 3,16$.

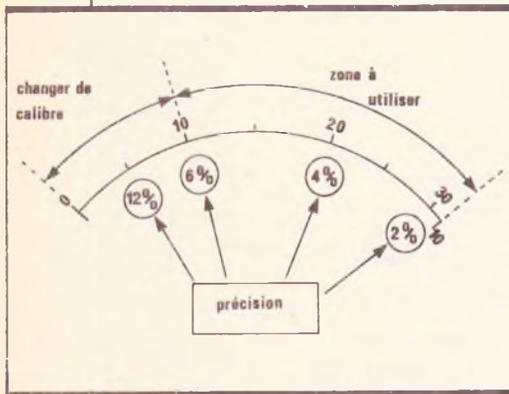


Fig. 3 Différence de précision suivant la déviation de l'aiguille.

Utilisons d'abord le voltmètre sur l'échelle 30 V. Dire que la précision est 2 % de la pleine échelle signifie que, lorsqu'on lit une tension de 30 V, l'erreur relative atteint au maximum :

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta V}{30} = \frac{2}{100}$$

L'erreur absolue ΔV est alors :

$$\Delta V = \frac{2 \times 30}{100} = 0,6 \text{ V}$$

et la valeur réelle de la tension mesurée peut être comprise entre :

$$30 + 0,6 = 30,6 \text{ V}$$

$$\text{et } 30 - 0,6 = 29,4 \text{ V}$$

Mais, dans n'importe quel multimètre, l'erreur absolue reste constante sur toute l'étendue d'un même calibre. Ainsi, sur l'échelle 30 V, si l'aiguille affiche 10 V, la valeur réelle de la tension mesurée peut être comprise entre :

$$10 + 0,6 = 10,6 \text{ V}$$

$$\text{et } 10 - 0,6 = 9,4 \text{ V}$$

On voit donc que l'erreur relative augmente quand on se rapproche

du début de l'échelle. Pour 10 V, elle devient, dans notre exemple :

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{0,6}{10} \text{ soit } 6 \%$$

Pour 3 V affichés, elle deviendrait 12 % et ainsi de suite.

C'est pourquoi, lors des mesures, on doit changer de calibre dès que possible, pour travailler avec la déviation la plus grande. On se méfiera, à ce propos, de certains multimètres très bon marché, où les calibres se succèdent dans des rapports de 10 avec, par exemple, des tensions de 3 V, 30 V, 300 V à pleine échelle. Si la précision annoncée est 3 %, on voit qu'en lisant 3,1 V sur le calibre 30 V (il n'est pas encore possible d'en changer) on commet une erreur qui peut atteindre 30 % !

LA PRECISION DES APPAREILS NUMERIQUES

Elle est meilleure, certes, que celle des appareils analogiques, mais doit être considérée avec le même regard critique. Prenons le cas d'un multimètre à 2 000 points de lecture (3 1/2 digits). En fonction voltmètre continu, la notice annonce une précision de 0,5 % de la pleine échelle, ± 1 digit.

Si, sur le calibre 20 V (les calibres se succèdent toujours dans un rapport de 10), on lit 2,08 V (le premier chiffre est un zéro, non affiché), l'erreur absolue possible est :

$$\Delta V = 2,08 \times \frac{5}{100} = 0,104 \text{ V}$$

Il faut lui ajouter l'incertitude sur le dernier digit inscrit, ce qui porte finalement l'erreur possible à 0,11 V. La valeur réelle de la tension est donc comprise entre :

$$2,08 + 0,11 = 2,19 \text{ V}$$

$$\text{et } 2,08 - 0,11 = 1,97 \text{ V}$$

On voit que l'affichage numérique ne doit pas inspirer une confiance aveugle. Dans notre exemple, l'erreur relative atteint 5 %, et les trois chiffres inscrits peuvent être tous faux !

LE PROBLEME DE LA CONSOMMATION

Nous avons vu qu'un multimètre analogique comporte un galvanomètre, qui consomme du courant

pour sa déviation. Cette consommation fausse les mesures dans la fonction « voltmètre », en continu et généralement plus encore en alternatif, à cause des circuits de redressement.

Un voltmètre continu est construit en branchant, en série avec le galvanomètre, une résistance qui détermine la sensibilité (fig. 4). Par exemple, si le galva donne sa pleine déviation pour une intensité de $100 \mu\text{A}$, ou obtiendra le calibre 1 V avec une résistance R de $10 \text{ k}\Omega$: on dit que le voltmètre offre une impédance de $10 \text{ k}\Omega/\text{V}$. Avec ce même exemple, l'impédance d'entrée serait de $30 \text{ k}\Omega$ sur le calibre 3 V, de $100 \text{ k}\Omega$ pour 10 V, etc.

Cette impédance d'entrée, dès qu'elle n'est plus très grande vis-à-vis de l'impédance des circuits testés, perturbe leur fonctionnement. Nous allons illustrer cette affirmation en examinant le montage de la figure 5, qui est un très classique amplificateur à transistor en émetteur commun, et sur lequel on veut vérifier les polarisations en l'absence de signal alternatif (contrôle du point de repos).

Commençons par calculer théoriquement les tensions qu'on devrait

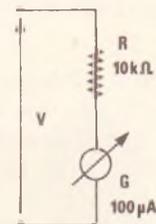
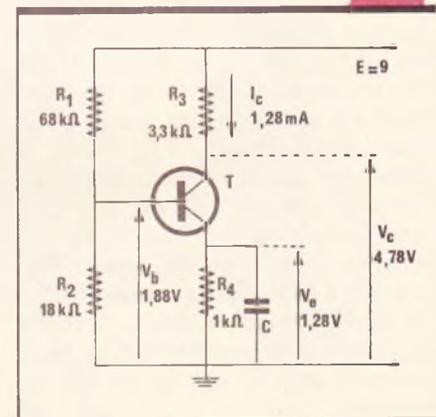


Fig. 4 Principe d'un voltmètre continu.

Schéma de principe d'un amplificateur à émetteur commun.

Fig. 5



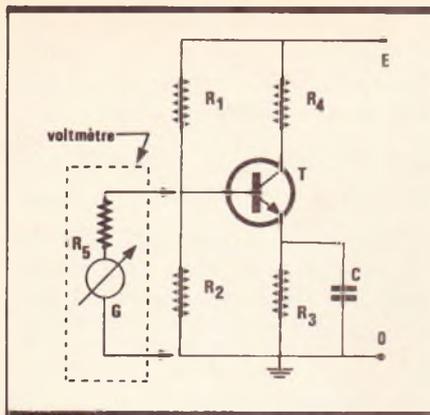


Fig. 6 Raccordement d'un voltmètre en tenant compte de sa résistance d'entrée.

trouver aux différents points du circuit, alimenté sous une tension E de 9 V. Le potentiel de base V_B est imposé par le pont des résistances R_1 et R_2 , ce qui donne :

$$V_B = E \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 9 \frac{18}{68 + 18} = 1,88 \text{ V}$$

La différence de potentiel émetteur-base reste toujours voisine de 0,6 V (transistor au silicium), et le potentiel d'émetteur est donc $V_E = 1,28 \text{ V}$. On en déduit l'intensité qui traverse le collecteur, l'émetteur et la résistance R_3 :

$$I_C = I_E = \frac{1,28 \text{ V}}{1 \text{ k}\Omega} = 1,28 \text{ mA}$$

La chute de tension dans R_4 vaut alors 4,12 V, et le potentiel de collecteur est $V_C = 4,78 \text{ V}$.

Supposons maintenant qu'on mesure le potentiel de base à l'aide d'un voltmètre de $10 \text{ k}\Omega/\text{V}$, commuté sur le calibre 3 V. Sa résistance d'entrée, qui vaut dans ces conditions $30 \text{ k}\Omega$, se place en parallèle sur R_2 (fig. 6). Le potentiel de base s'en trouve modifié, puisque la résistance entre la base et la masse devient :

$$\frac{R_2 R_5}{R_2 + R_5} = \frac{18 \times 30}{48} = 11,25 \text{ k}\Omega$$

On peut finalement calculer comme précédemment (nous laissons à nos lecteurs le soin de cet exercice) les nouveaux potentiels aux divers points du montage. On trouve :

$$\begin{aligned} V_B &= 1,27 \text{ V} \\ V_E &= 0,67 \text{ V} \\ V_C &= 6,79 \text{ V} \end{aligned}$$

Le voltmètre affiche donc 1,27 V au lieu de 1,88) et l'amplificateur, totalement perturbé, risque de ne plus fonctionner.

IMPEDANCE D'ENTREE DES MULTIMETRES NUMERIQUES

Les circuits de conversion A/N (analogique/numérique) de ces multimètres ne consomment qu'un courant infime. On peut donc, en fonction voltmètre, obtenir de très fortes impédances d'entrée, celles-ci n'étant déterminées que par les résistances des diviseurs. Les constructeurs l'ont normalisée à $10 \text{ M}\Omega$ sur tous les calibres, sauf parfois pour le calibre 200 mV (sensibilité la plus élevée) où elle peut atteindre $100 \text{ M}\Omega$.

Ici réside l'une des supériorités des multimètres numériques de bas de gamme, au moins aussi importante que leur précision, dont nous avons vu les limites.

CHUTE DE TENSION DANS UN AMPEREMETRE

Avec un multimètre analogique, on mesure les intensités soit en les envoyant directement à travers le galvanomètre de résistance R s'il s'agit de courants très faibles ($25 \mu\text{A}$, $50 \mu\text{A}$, $100 \mu\text{A}$... selon les modèles), soit en en dérivant une partie dans un shunt de résistance r dépendant du calibre (fig. 7a). Dans les deux cas, une chute de tension se produit, soit dans la résistance propre du cadre, soit dans la résistance équivalente au cadre et au shunt connectés en parallèle. Cette chute de tension est évidemment maximale, sur chaque calibre, lorsque l'aiguille dévie en bout d'échelle. La notice précise toujours cette valeur maximale, généralement voisine de 500 mV.

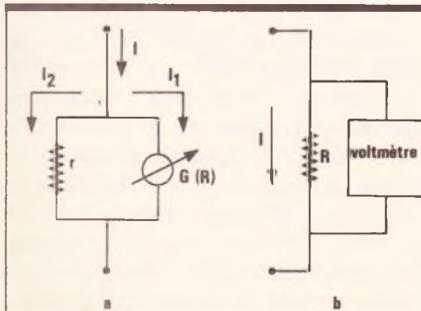


Fig. 7 Illustration de la mesure des intensités.

Avec un multimètre numérique, la mesure des intensités s'effectue conformément au processus de la figure 7b. L'intensité inconnue I traverse la résistance R , choisie selon le calibre souhaité, et y provoque une chute de tension RI que mesure le voltmètre. Là encore, la notice précise, pour chaque calibre, la chute de tension maximale.

Dans tous les cas, cette chute de tension perturbe le fonctionnement du circuit testé, au point de fausser parfois gravement les mesures comme le montre l'exemple que nous allons analyser maintenant. Un montage électronique quelconque, alimenté par une pile de 4,5 V, consomme 9 mA (fig. 8a).

Il se comporte donc comme une résistance R , de valeur :

$$R = \frac{4,5 \text{ V}}{9 \text{ mA}} = 500 \Omega$$

On se propose de contrôler cette consommation à l'aide d'un multimètre commuté sur le calibre 10 mA, et dont la notice annonce qu'il crée alors, à pleine déviation, une chute de tension de 600 mV. On en déduit alors la résistance R' du milliampèremètre :

$$R' = \frac{600 \text{ mV}}{10 \text{ mA}} = 60 \Omega$$

Branchons alors le milliampèremètre dans le circuit, ce qui conduit au schéma de la figure 8b. La pile débite maintenant dans la résistance totale :

$$R + R' = 500 + 60 = 560 \Omega$$

et l'intensité qui traverse l'ensemble devient :

$$I = \frac{4,5 \text{ V}}{560 \Omega} \simeq 8 \text{ mA}$$

La seule présence de l'appareil de mesure apporte une erreur de plus de 10 %, qui s'ajoute évidemment à l'erreur propre du multimètre.

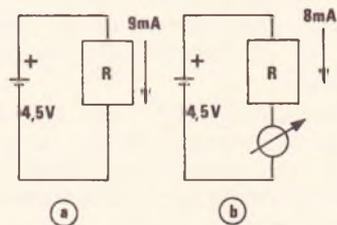


Fig. 8 Principe de mesure des intensités.

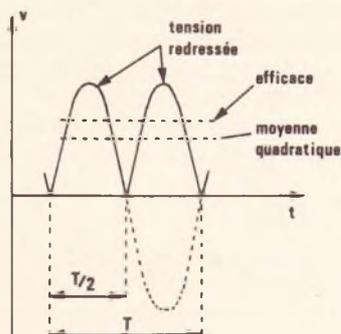
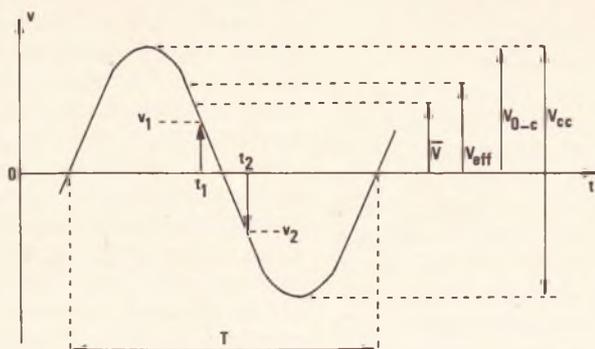


Fig. 9 Rappel d'une tension à variation sinusoidale.

Fig. 10 Mesure d'une tension alternative.

Ajoutons que le montage testé ne reçoit plus qu'environ 4 V au lieu de 4,5, et qu'il risque de mal fonctionner.

MESURES ALTERNATIVES EN REGIME SINUSOIDAL

Les phénomènes variant sinusoidalement avec le temps sont extrêmement répandus, notamment en électricité et en électronique. Tous les multimètres comportent donc des calibres pour la mesure des tensions alternatives sinusoidales, et la plupart d'entre eux, pour la mesure des intensités sinusoidales également. Les résultats (déviation de l'aiguille) s'affichent en valeurs efficaces, ce qui nous conduit à quelques rappels.

Considérons (fig. 9) une tension à variation sinusoidale du temps t , que nous supposons centrée sur zéro, et de période T , c'est-à-dire de fréquence $F = 1/T$. A chaque instant t , la tension instantanée v a pour expression :

$$v = A \sin 2 \pi Ft = A \sin 2 \pi \frac{t}{T}$$

Ainsi, dans la figure 9, v prend pour valeur v_1 (positive) à l'instant t_1 , v_2 (négative) à l'instant t_2 , etc.

La valeur efficace, V_{eff} , se définit physiquement comme la valeur de la tension continue qui, par effet Joule, dégagerait la même quantité de chaleur dans une résistance. Si A est l'amplitude (nous la noterons aussi V_{0-c} pour « tension 0-crête »), on démontre que :

$$V_{\text{eff}} = \frac{A}{\sqrt{2}} = \frac{A}{1,41}$$

Par exemple, lorsque le secteur délivre une tension efficace de 220 V, sa valeur 0-crête atteint 310 V, et sa valeur crête-à-crête V_{cc} , 620 V. Si on appliquait la tension de la figure 9 à un voltmètre continu comme celui de la figure 4, le courant traverserait le galvanomètre G alternativement dans un sens et dans l'autre. A partir d'une fréquence suffisamment élevée (dès le 50 Hz), l'inertie de l'équipage mobile ne lui permet plus de répondre aux sollicitations successives, et l'aiguille reste pratiquement immobile, au zéro. C'est que la moyenne algébrique (c'est-à-dire la moyenne au sens habituel du terme) de la tension v de la figure 9 est nulle.

Pour mesurer une tension alternative, on commence donc par la redresser, afin d'obtenir les variations en traits pleins de la figure 10. On mesure alors la valeur moyenne de cette nouvelle tension, qui s'appelle **moyenne quadratique** de la tension de la figure 9. Pour les amateurs de mathématiques, précisons que cette

moyenne quadratique se définit par la relation :

$$\bar{V} = \frac{2}{T} \int_0^{T/2} v(t) dt$$

(la notation \bar{V} se prononce « V barre »).

Cette valeur moyenne diffère de la valeur efficace : elles sont liées, pour des sinusoides (nous verrons plus loin les autres cas), par l'égalité :

$$V = \frac{\sqrt{2}}{\pi} V_{\text{eff}}$$

En toute logique, puisque les multimètres lisent la valeur moyenne, c'est celle-ci qu'on devrait afficher sur le cadran. Mais la valeur efficace étant plus utile à connaître, la graduation des échelles tient donc compte de la relation précédente, et l'appareil affiche directement les valeurs efficaces, si la tension est bien sinusoidale.

ATTENTION A L'ECHELLE DE LECTURE !

Le redressement des signaux alternatifs, avant leur mesure par le galvanomètre qui ne peut traiter que des courants continus, s'effectue à l'aide d'un pont ou d'un demi-pont de diodes. On sait que la caractéristique tension-courant de ces éléments n'est pas linéaire, et qu'il existe même un seuil de conduction. Cette non-linéarité se retrouve dans les multimètres, où les échelles alternatives sont souvent tassées au voisinage de zéro, celui-ci étant souvent légèrement décalé par rapport au zéro en continu. Lors de la mesure des grandeurs alternatives, on veillera donc à bien effectuer la lecture sur l'échelle (ou sur les échelles) appropriée. Celles-ci sont généralement gravées en rouge sur le cadran.

Dans les appareils qui offrent une grande sensibilité en continu (100 mV et 50 μ A sur les premiers calibres par exemple), on peut parfois mesurer les tensions alternatives sur les échelles continues, lorsque le premier calibre en alternatif est nettement moins sensible, par exemple 10 V à pleine échelle, l'écart de linéarité devient alors négligeable. En revanche, les intensités alternatives exigent toujours une graduation distincte.

LE PROBLEME DE LA BANDE PASSANTE

L'insuffisance des condensateurs de filtrage vers les fréquences les plus basses, la présence de capacités parasites atténuant les fréquences élevées limitent la plage des fréquences qu'il est possible de mesurer en régime alternatif sinusoïdal, sans erreur inacceptable. Dans les appareils simples, cette plage s'étend généralement de 40 ou 45 Hz (de façon à englober le 50 Hz du secteur) jusqu'à 500 ou 1 000 Hz. Certains appareils de classe professionnelle peuvent monter jusqu'à une vingtaine de kHz. Ils permettent alors le relevé des courbes de réponse des matériels audio (amplificateurs ou préamplificateurs), ce qui est un avantage appréciable.

La notice de tout multimètre doit préciser clairement ces limites, en indiquant dans quelles conditions elles ont été définies : erreur maximale en % (limite maximale 1 % par exemple) ou en dB (bande passante à 1 dB, le plus souvent). La bande passante peut d'ailleurs varier d'un calibre à l'autre, notamment pour les fréquences élevées, et doit alors être indiquée dans chaque cas.

Afin de faciliter la comparaison entre les erreurs exprimées en pourcentage et celles qui sont indiquées en dB, nous avons rassemblé ces deux échelles dans le graphique de la figure 11.

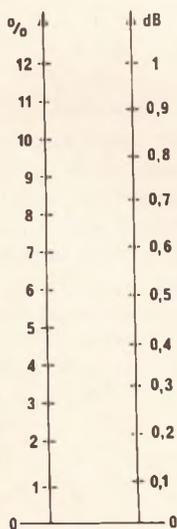


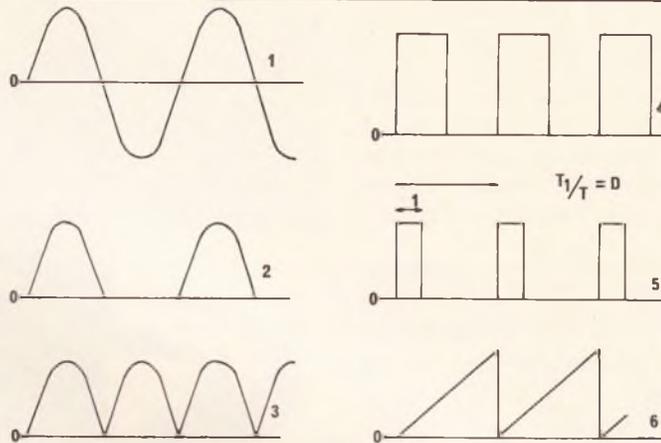
Fig. 11 Echelle de comparaison.

GRANDEURS ALTERNATIVES NON SINUSOIDALES

Un multimètre traditionnel, nous l'avons déjà dit plus haut, mesure des tensions alternatives moyennes, et affiche directement les valeurs efficaces, lorsqu'il s'agit de sinusoïdes. Ceci n'interdit pas de l'employer à la mesure d'autres formes d'ondes, à condition de multiplier la

valeur lue par un coefficient R qui dépend de cette forme.

On peut d'ailleurs – il suffit de changer la valeur de R – obtenir ainsi, dans chaque cas, la valeur efficace, la valeur moyenne, la valeur 0-crête, et la valeur crête-à-crête. Le tableau ci-joint permet cette conversion pour quelques formes d'onde classiques, qui sont représentées (avec leurs références de la première colonne du tableau) dans la figure 12.



Coefficient multiplicateur k pour :

Forme d'onde	V moyen	V eff.	V 0-crête	V crête-crête
1	0,9	1	1,41	2,82
2	0,9	1,41	2,82	2,82
3	0,9	1	1,41	1,41
4	0,9	1,8	1,8	1,8
5	0,9	3,6 D	3,6 D	3,6 D
6	0,9	1,04	1,8	1,8

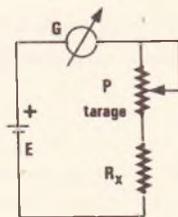
Fig. 12 Tableau de conversion pour quelques formes d'ondes classiques.

Fig. 13 Principe de mesure des résistances.

MESURE DES RESISTANCES

Il faut, ici, distinguer nettement le cas des multimètres analogiques de celui des multimètres numériques, qui mesurent les résistances pour des techniques fondamentalement différentes.

Dans un multimètre analogique, la résistance inconnue R_x est branchée en série avec une pile E (une ou deux piles bâtons de 1,5 V en général), le galvanomètre G, et un potentiomètre de tarage P (fig. 13).



Dans un premier temps, on court-circuite R_x , et on règle P pour obtenir la déviation maximale du galvanomètre, c'est-à-dire le zéro de l'échelle ohmmètre : ce tarage est

indispensable pour tenir compte des variations de tension de la pile. Ensuite, on branche R_x , et on lit sa valeur sur l'échelle « Ω », qui est donc une échelle inversée. Si cette mesure donne des résultats acceptables jusqu'à mi-calibre environ (erreur de l'ordre de 10 %), elle conduit ensuite à de telles imprécisions qu'il ne s'agit plus réellement d'une mesure, mais d'une simple appréciation.

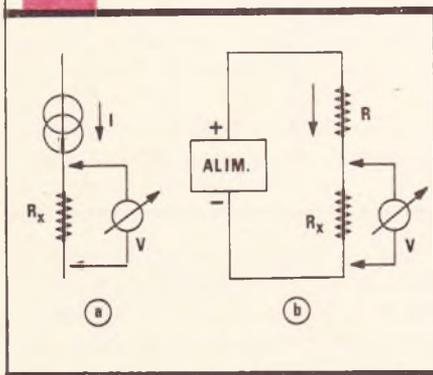
Dans un multimètre numérique, une source de courant constant I débite dans la résistance R_x , aux bornes de laquelle l'appareil lit la chute de tension $V = R_x \times I$. La précision est nettement meilleure (se rappeler tout de même, comme nous l'avons expliqué en début d'article, que l'erreur absolue demeure constante sur un calibre donné).

APPARIEMENT PRÉCIS DE DEUX RÉISTANCES

Certains montages exigent l'utilisation de deux (ou plusieurs) résistances ayant des valeurs aussi voisines que possible, même si cette valeur commune n'est, par elle-même, pas très précisément connue. On pourra ainsi, dans un lot de résistances à $\pm 5\%$, chercher deux échantillons qui ne diffèrent entre eux que de 1 %.

A l'aide d'un multimètre numérique de qualité, on peut procéder par mesure directe de R . Cette méthode serait assez illusoire dans le cas d'un appareil analogique, et surtout pour des résistances élevées (au-delà de quelques kiloohms). On peut, alors, obtenir de bons résultats avec la méthode qu'illustre la **figure 14**. Un générateur de courant, d'intensité I , débite dans les

Fig. 14 Autre principe de mesure.



Un multimètre analogique,
le MAN'X 04 CDA.

résistances à comparer (R_{x1} , puis R_{x2}). Avec le multimètre, on mesure la tension continue aux bornes de R_x . Si la valeur de I est bien choisie, on pourra faire travailler le voltmètre au voisinage de la pleine déviation, donc au maximum de précision.

La **figure 14b** montre une réalisation pratique de la méthode. L'alimentation variable, après un choix convenable de la résistance série R , permet d'ajuster au mieux la déviation du voltmètre (0,9 V sur l'échelle 1 V, 2,5 V sur l'échelle 3 V, etc.). On remarquera que la consommation propre du voltmètre, qui reste pratiquement la même avec chacune des résistances testées, ne fausse pas la comparaison.

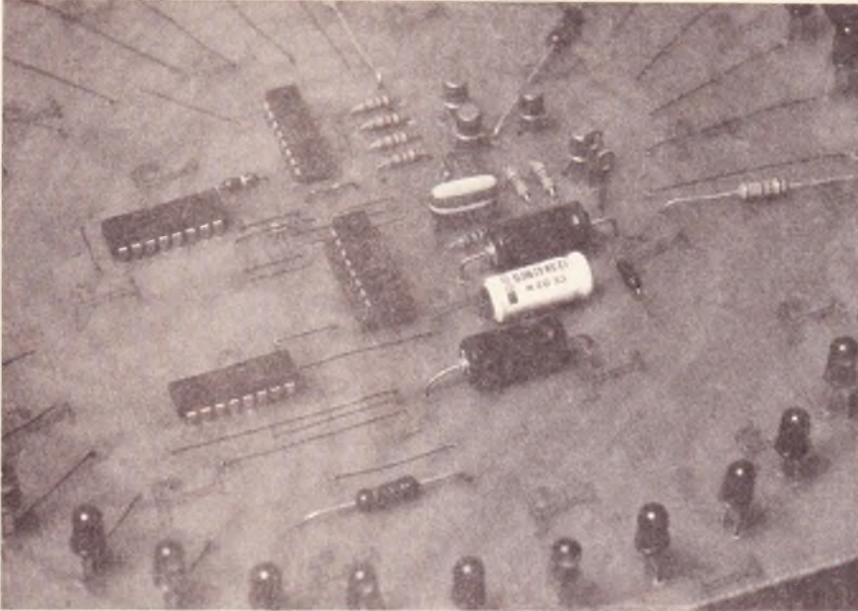
CONCLUSION

Au terme de ces quelques remarques et conseils, nous espérons que le lecteur commence à mieux cerner toutes les possibilités offertes par un simple multimètre, et, en même temps, à apprécier exactement ses limites. Ce sont les conditions indispensables à l'utilisation optimale d'un appareil de mesure.

R. RATEAU

MAXI-ROULETTE

(suite de la page 80)



Le cœur du montage...

passent successivement à 1, puis fournissent un 0 via un inverseur à l'horizontale qu'elles contrôlent.

Sur le schéma de la **figure 1**, on se représente un balayage vertical de haut en bas d'un 0 logique disponible à fort courant. Si l'on y connecte la cathode (K) d'une LED, il suffira de présenter un 1 au **bon moment** pour que cette LED s'illumine et elle seule.

Si d'aventure on contrôle attentivement ce moment de présence simultanée du 1 sur l'anode (A) de la LED avec le 0 de cathode, il devient possible de disposer des verticales A, B, C, D successivement positives qui allumeront séparément des LED ayant leurs cathodes communes sur une horizontale quelconque de 0 à 9.

La matrice sera finalement établie lorsqu'on connectera à chaque point de croisement X-Y une LED correctement orientée. Avec le secours d'un second 4017 (IC₁) qui comptera les dizaines d'impulsions tandis que K₂ s'occupe des unités, nous formons potentiellement une matrice 10 × 10 qui est balayée en mode scanner (chenillard) de haut en bas, puis de gauche à droite sur notre schéma.

En nous limitant à 10 × 4 positions, nous approchons de la roulette que le bouclage du scanner à 36 positions permet d'obtenir. Il suffit pour ce faire de forcer une remise à 0 simultanée et très brève (1 μs environ) des deux 4017 lorsque le 37^e position apparaît.

Cette remise à zéro doit survenir quand la verticale D est activée ET qu'apparaît la montée de la sortie « 6 » (7^e rang d'unités) sur K₂. Pour économiser un « et » vrai monté en 4011 ou en 4001, nous avons employé l'artifice de la porte à diodes avec D₁, D₂ et R₅.

L'aspect et la table de vérité d'un tel « et » sont donnés plus loin et s'appliquent uniquement au cas où cette porte attaque des entrées C-MOS, qui ne la chargent pas en courant, et ne la polarisent pas en tension. Quand A ou B (ou les deux ensemble) sont à 0, la ou les diodes concernées conduisent un courant limité par la résistance reliée au +. La sortie S est à + 0,7 V, soit un 0 logique pour une entrée C-MOS. Si A et B sont à 1 au même moment, et uniquement dans ce cas, les diodes sont bloquées, aucun courant ne traverse plus la résistance qui fait remonter instantanément S à 1. Ainsi travaillent D₁, D₂ et R₅.

Nous disposons désormais d'un compteur en anneau à 36 positions utiles, une 37^e fugitive (1 μs) pour la remise à zéro, et les jeux sont presque faits. C'est avec l'excellent 4049 (IC₄ et IC₅) que l'on obtient un 0 fait sur chaque horizontale, et avec des 2N2222 (T₁ à T₄) que l'on présente un 1 fort (toujours en courant) sur chaque verticale.

Par souci d'économie, les signaux de IC₁ n'ont pas été traités par des PNP en commutation pilotés par d'autres 4049. C'est donc par le biais d'un fonctionnement analogique (collecteur commun) que l'on

utilise des NPN pour T₁ à T₄. R₁ à R₄ limitent l'attaque en tension des bases de T₁ à T₄, et finalement l'échauffement de ces transistors en conduction. Leur valeur dépend du gain des transistors, et peut varier sans danger.

En revanche, on donnera la valeur de 220 Ω à R₆, R₇, R₈, R₉ afin de limiter le courant des LED. Les trois couleurs opto ayant des tensions directes différentes, les rouges seraient exposées à la destruction pour un courant commun excessif. Sinon, ce serait le buffer 4049 concerné qui s'échaufferait à l'excès.

Au pied de chaque verticale A, B, C, D figure une résistance R fac. qui ne sera généralement pas utile. Au stade des essais, les hasards de l'approvisionnement aidant, des courants de fuite dans tel transistor ou telle LED pourraient ne pas éteindre totalement telle verticale dans la période « OFF ». Il suffirait de la relier à la masse par une « résistance facultative » de 2,7 kΩ. Ceci peut survenir dans le cas où des composants de récupération seraient employés, et reste du domaine des surprises du multiplex.

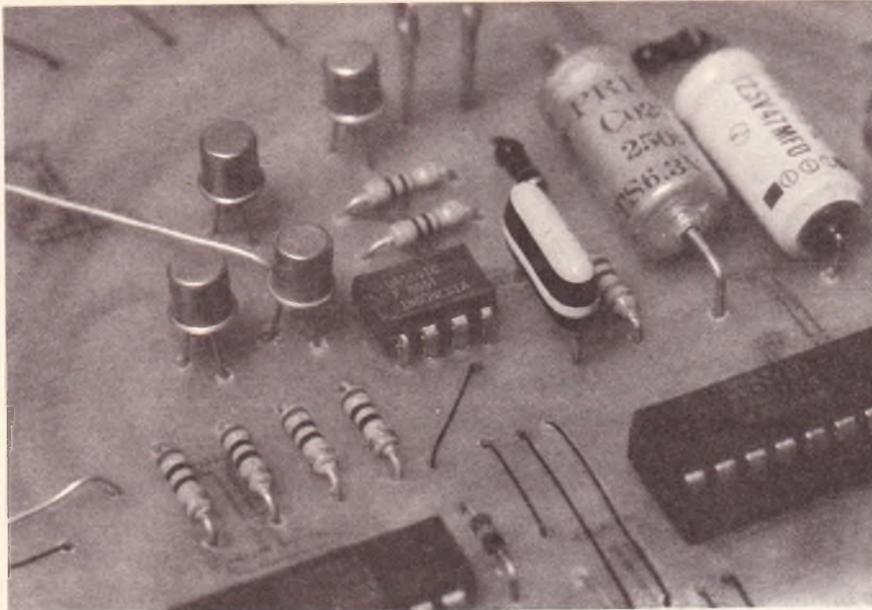
REALISATION PRATIQUE DE LA CARTE IMPRIMEE

Le tracé des pistes est donné en **figure 2**. On comprend qu'avec plus de 36 LED, notre roulette n'aurait pas pu entrer dans une page de la revue, ceci justifie cela.

La méthode de reproduction est laissée à votre bon plaisir puisque toutes sont applicables. Y compris le stylo encreur spécialisé que l'auteur utilise. Les matrices invitent en effet au double face, mais nous l'avons refusé pour ne pas rebuter nos plus jeunes lecteurs.

Au stade du perçage, forez tout en 0,8 mm, puis reprenez en 1,2 mm les trous des cosses (4), des LED (72) et ceux de C₂ et C₃ (4), enfin ceux de R₇ à R₉ (8) et de fixation aux angles (4).

Le tracé circulaire de notre pistage permet à l'amateur audacieux de préférer découper à la scie une carte... ronde autour des bus A, B, C, D, mais ce disque étrange n'offrirait qu'un avantage esthétique,



Attention à la mise en place des divers straps.

inutile pour qui pense à une mise en coffret.

Quand le circuit imprimé sera prêt à câbler, vérifier soigneusement à l'ohmmètre l'absence de microcoupures du cuivre (donc la continuité électrique) si le trempage dans le perchlorure de fer a duré trop longtemps, ceci surtout avec la méthode du stylo.

L'ÉPREUVE DES STRAPS

C'est le prix à payer pour cette matrice en simple face. Toutefois, nous l'avons allégé au maximum en proposant en **figure 3** un plan de pose de ces straps qui évitera les confusions et oublis.

Fil fin rigide, queues de composants seront des solutions, l'auteur ayant utilisé pour sa part un fil thermo-soudable verni de Siemens, qui nécessite une panne de fer à souder très chaude (400 °C). Dans tous les cas, cette phase-galère de câblage doit être complète, correcte et contrôlée avant la suite.

LA POSE DES COMPOSANTS

Consultez à ce stade la **figure 4** qui montre les éléments en situation. La chronologie souhaitable est le montage des pièces les moins épaisses en premier (D₁ et D₂) puis les résistance 1/4 W, 1/2 W, les circuits intégrés, etc., en terminant par les LED.

A cette fin, nous précisons en **figure 4** la polarité des diodes que l'on repère avec leur méplat, ou par transparence (voir brochages). Les

lettres J, V, R sont les initiales des couleurs proposées (libres en fait) et tous les méplats regardent le centre du circuit imprimé.

Si toutes les diodes LED sont bien montées et alignées en hauteur, n'y a-t-il aucune erreur dans le sens de D₁ et D₂, des IC ou des chimiques ? Le triangle naturel des transistors est-il respecté ? Contrôlez aussi l'absence de ponts de soudures entre pistes, vers les IC et les transistors surtout !

UTILISATION DE LA MAXI-ROULETTE

Avec une consommation d'environ 25 à 30 mA (maximum) sous 9 V, une pile plate avec clips convient à merveille. Il n'y a évidemment aucune mise au point et la mise sous tension du montage est en l'absence d'erreurs ou de composants défectueux sans surprises.

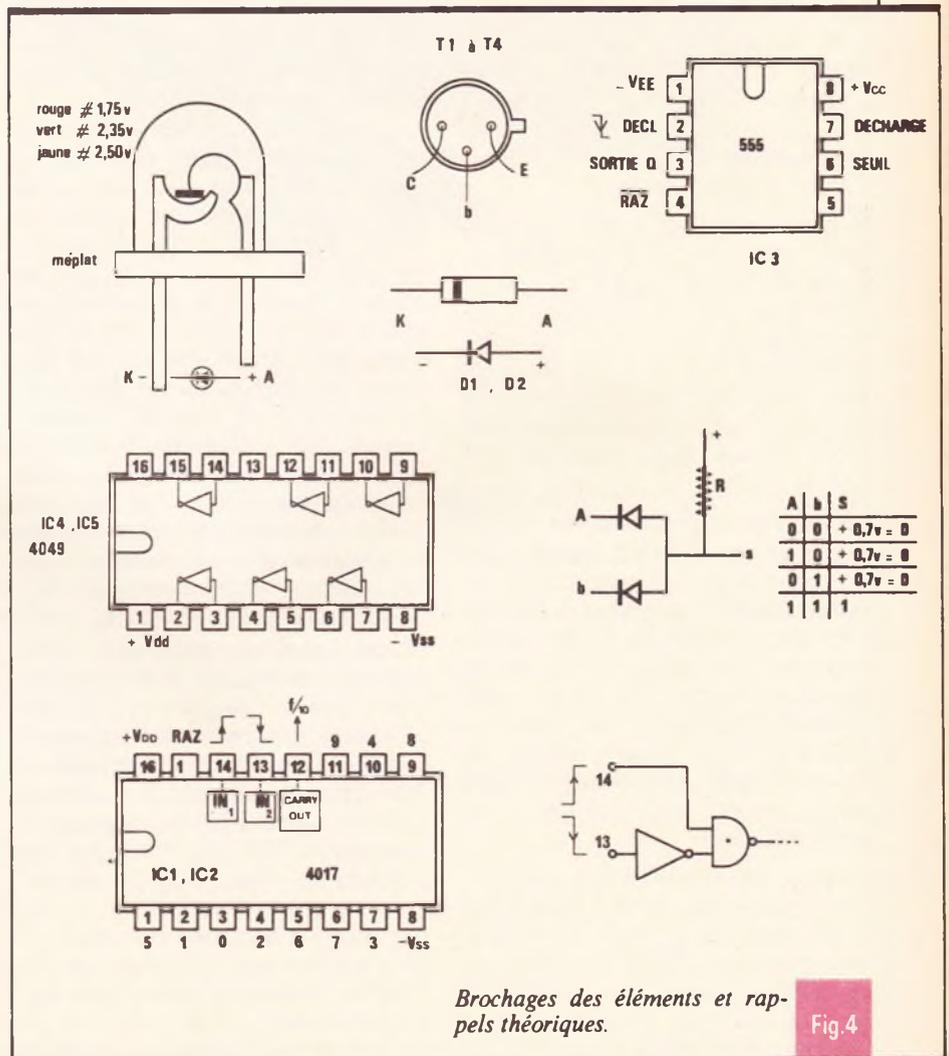


Fig.4

Essais et variations des composants liés au temps (autour de IC₃) peuvent se faire avec une petite alimentation réglée sur 9 V (pour les bricoleurs). En cas de scintillements parasites d'une verticale A, B, C, D, placer une résistance facultative

de 2,7 kΩ entre elle et masse du côté cuivre (R fac.). Préparez enfin haricots, allumettes et lentilles et faites vos jeux. On peut miser sur la couleur verte ou rouge, le pair ou l'impair, mais les diodes jaunes 1 et 19 font perdre

ces mises. Sinon elles doublent. Quant au chiffre qui sort, il rapporte pour une lentille une bonne demi-livre de cette monnaie; une telle chance est, avouons-le, quasi miraculeuse.

NOMENCLATURE ROULETTE 36 LED

Résistances (1/4 W sauf mention contraire, tolérance quelconque)
R₁ à R₄ : 1,2 kΩ (marron, rouge, rouge)
R₅ : 18 kΩ (marron, gris, orange)
R₆ à R₉ : 220 Ω (rouge, rouge, marron) 1/2 W ou 1 W (pour disposer d'une longueur des connexions adaptée aux exigences du circuit imprimé)
R₁₀ : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R₁₁ : 220 Ω (rouge, rouge, marron)

R₁₂ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R₁₃, R₁₄ : 2,2 MΩ (rouge, rouge, vert)

Condensateurs
C₁ : 22 à 100 μF/10 V (47 μF typiquement)
C₂, C₃ : 220 μF/10 V
C₄ : 6,8 à 10 nF/250 V (8,2 nF mylar typiquement)

Circuits intégrés
IC₁, IC₂ : 4017 C-MOS
IC₃ : 555 bipolaire
IC₄, IC₅ : 4049 C-MOS

Autres semi-conducteurs
D₁, D₂ : 1N914, 1N4148 (commutation silicium)
T₁ à T₄ : 2N2222 ou tout NPN économique 20 V/50 mA
J, V, R : LED de 5 mm dont 17 rouges, 17 vertes et 2 jaunes.

Divers
Support cuivré 1 face 200 × 200 mm, fil fin pour straps (thermosoudable pour wrapping par exemple), 4 cosses, 1 poussoir à contact travail, 1 pile 9 V ordinaire avec son clip de contact, ou 2 piles plates 4,5 V avec leur coupleur...

Thermostat (suite de la page 94)

NOMENCLATURE EXPE 04

Résistances 1/4 W
R₁, R₇, R₉, R₁₂, R₁₉, R₂₀ : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R₂ : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)
R₃ : 47 Ω (jaune, violet, noir)
R₄, R₁₇ : 100 Ω (marron, noir, marron)
R₅ : 470 Ω (jaune, violet, marron)
R₅ : 3,9 kΩ (orange, blanc, rouge)
R₈, R₁₁ : 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)
R₁₀ : 8,2 kΩ (gris, rouge, rouge)
R₁₃ : 1,8 kΩ (marron, gris, rouge)
R₁₄, R₁₆ : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
R₁₅ : 1 MΩ (marron, noir, vert)
R₁₈ : 220 Ω (rouge, rouge, marron)
RA₁ : ajustable horizontale 2,2 kΩ
RA₂, RA₃ : ajustable horizontale 10 kΩ
P₁ : potentiomètre 470 Ω.

Condensateurs
C₁ : 2 200 μF, chimique polarisé
C₂ : 1 nF, céramique
C₃ : 10 μF, chimique polarisé
C₄ : 220 μF, chimique polarisé
C₅ : 100 μF chimique polarisé
C₆ : 220 μF polyester (rouge, rouge, jaune ou en toutes lettres)
C₇ : 10 nF polyester (marron, noir, orange ou en toutes lettres)
Diodes
D₁, D₂, D₃, D₄ : 1N 4001 à 4007
D₅, D₆, D₁₀, D₁₁ : 1N 4148
D₇ : Zener 3,9 volts
D₈ : LM 335 Z (TO92)
D₉ : TL 431 (TO92)
DEL₁ : diode électroluminescente rouge
Transistors
T₁, T₂, T₃, T₅ : BC 284A
T₄, T₆, T₇ : BC 187

Circuits intégrés
CI₁ : MC 1455 ou 1555
CI₂ : MC 7805
CI₃ : MOC3020 ou 3021
CI₄ : CA 3162
CI₅ : CA 3161
CI₆, CI₇ : TLR 359
Triac
Tr₁ : BTA06-400B
Divers
2 supports de CI 16 broches
2 supports de CI 8 broches
1 support de CI 24 broches à wrapper ou 2 supports 24 broches normaux
1 radiateur pour TO 220
1 bouton poussoir inverseur
12 picots
1 vis de 3 × 12
1 écrou de 3
1 rondelle éventail de 3

Bibliographie

JEU SUR COMMODORE 64

Basic et langage machine
P. MANGIN
Poche Informatique n° 19

La course automobile décrite ici égale en qualité les jeux d'arcades. Mais elle n'est pas seulement un divertissement. L'auteur vous explique, ligne après ligne, la méthode de programmation en Basic, puis en langage machine.

Le Basic est prétexte à découvrir les subtilités du Commodore 64 (calcul, sons, graphiques, sprites...), et le langage machine vous étonnera par ses performances. Ce livre complètera utilement les manuels de programmation.

PRINCIPAUX CHAPITRES

Le programme Basic
– Dessin semi-graphique
– Programmation des sprites et sons
– Registres de collision

Le programme en langage machine

– Constitution de la mémoire
– Notation en langage machine
– Programme principal et sous-programmes.

Un ouvrage format 11,7 × 16,5, 128 pages, couverture couleur. Prix public TTC : 39 F.

En vente par correspondance à la Librairie Parisienne de la Radio, 43, rue de Dunkerque, 75010 Paris. Prix port compris : 49 F.



TROIS NOUVEAUX MULTIMETRES CHEZ CdA

CdA, constructeur français spécialisé dans le matériel de mesure, et dont nos lecteurs connaissent déjà bien certains produits (voir notre étude du MAN'X 04 dans le n° 85 de la revue), sort plusieurs nouveautés à l'occasion du Salon des Composants. Parmi elles, nous avons particulièrement remarqué les trois multimètres présentés ici : le CdA 9651, modèle de table particulièrement adapté aux besoins de l'enseignement, le MDC 654, appareil portatif étudié pour l'électronicien, et remarquablement universel, puisque aux fonctions habituelles il ajoute celles de capacimètre et de conductancemètre ; enfin, le MDA 655, modèle portatif à commutation automatique de gammes.

CdA 9651

Offrant 2 000 points de mesure, ce multimètre de table, particulièrement robuste tant mécaniquement qu'électriquement, se caractérise par sa simplicité d'emploi, et sa sécurité. Avec un affichage par chiffres à sept segments de grandes dimensions (20 mm de hauteur) et très lumineux, il se prête particulièrement bien aux démonstrations du professeur devant sa classe, et aux manipulations des groupes d'élèves en travaux pratiques.

Un commutateur rotatif de grand diamètre sélectionne les 27 calibres, et ceci sur une seule entrée, exception faite des gammes 10 A en



continu et en alternatif. Les diverses fonctions : voltmètre, ampèremètre, ohmmètre et test des jonctions semiconductrices, sont regroupées en zones qui séparent clairement des sérigraphies en trois couleurs. Le commutateur commande la position du point décimal. Pour les mesures en continu, la polarité s'inscrit automatiquement. Enfin, en cas de dépassement, seul reste allumé le « 1 » de gauche. De multiples protections (fusibles et diodes de puissance en entrée, fusible sur le transformateur, thermistance CTP dans les fonctions ohmmètre et test de diodes) mettent le CdA 9651 à l'abri des fausses manœuvres. L'alimentation sous 220 V (50, 60 et 400 Hz) élimine le souci – et le coût – du remplacement des piles, mêmes en usage intensif. Le boîtier en plastique de 220 x 110 x 230 mm comporte une béquille orientable et verrouillable.

CARACTERISTIQUES ESSENTIELLES

- **Tension continues** : 5 calibres de 200 mV à 1 000 V.
- **Tensions alternatives** : 5 calibres de 200 mV à 600 V.
- **Intensités continues et alternatives** : 5 calibres de 2 mA à 10 A.
- **Résistances** : 6 calibres de 200 Ω à 20 M Ω .
- **Test des jonctions** : Mesure de la chute de tension directe, avec un courant de test de 1 mA.

MDC 654

Il s'agit d'un multimètre de poche totalisant 37 calibres, et incluant les fonctions « capacimètre » et « conductancemètre » : il est donc particulièrement adapté aux besoins de l'électronicien, pour les contrôles, la maintenance, les mesures au laboratoire.

Les 2 000 points de mesure s'affichent sur cristaux liquides, avec polarité automatique, indication de dépassement, et signalisation de l'usure de la pile. Une entrée unique, et un commutateur rotatif associé à un sélecteur continu/alternatif, simplifient les manœuvres et réduisent fortement les risques d'erreur.

Dans la fonction capacimètre, des cordons spéciaux à faible capacité

parasite, et un réglage du zéro, éliminent l'influence des capacités résiduelles. L'alimentation s'effectue sur une pile de 9 V, qui confère une autonomie de 300 à 400 heures.

CARACTERISTIQUES ESSENTIELLES

- **Tensions continues ou alternatives** : 5 calibres, de 200 mV à 1 000 V.
- **Intensités continues ou alternatives** : 6 calibres, de 200 μ A à 20 A.
- **Résistances** : 6 calibres, de 200 Ω à 20 M Ω .
- **Capacités** : 6 calibres, de 2 nF à 200 μ F.
- **Conductances** : 1 calibre (200 ns).
- **Test des jonctions** : lecture de la tension aux bornes, dans le sens direct.
- **Test de continuité** : signal sonore, pour toute résistance inférieure à 50 Ω .

MDA 655

Logé dans le même boîtier que le MDC 654, le MDA 655 peut fonctionner, grâce à des commutations astucieusement simplifiées, soit en mode manuel (on sélectionne les différentes gammes par de brèves impulsions sur un poussoir), soit en mode automatique, pour la mesure des tensions et des résistances (les trois calibres d'intensités restent toujours manuels, et commandés par le commutateur rotatif). Dans tous les cas, en plus des 2 000 points de la mesure, l'appareil affiche, sur cristaux liquides, la fonction et la gamme choisies. Il comporte un testeur sonore de continuité, et s'alimente à l'aide d'une pile de 9 V.

CARACTERISTIQUES ESSENTIELLES

- **Tensions continues** : 5 calibres, de 200 mV à 1 000 V.
- **Tensions alternatives** : 4 calibres, de 2 V à 1 000 V.
- **Intensités continues et alternatives** : 3 calibres, 20 mA, 200 mA et 20 A.
- **Résistances** : 5 calibres, de 200 Ω à 2 M Ω .



Le MDA 655.



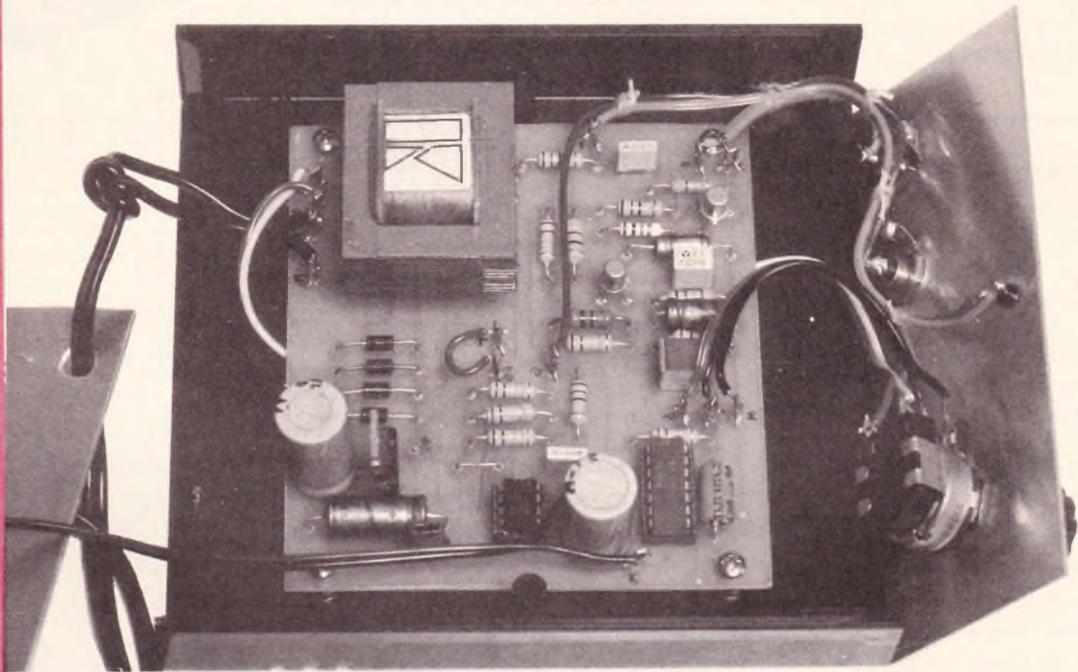
Le MDC 654.

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



UN SIGNAL~TRACER

Le dépannage des appareils audio est largement facilité lorsque l'amateur dispose de matériels de mesure performants tels qu'oscilloscopes, générateurs B.F., multimètres électroniques, etc.



On conçoit aisément que chacun ne puisse disposer de tels appareils. Le signal tracer est le type même de réalisation qui, pour un prix modique, permet un dépannage efficace, notamment en BF.

Le montage que nous vous proposons permet de détecter un signal audio qui est amplifié afin d'attacher un HP de contrôle. En remontant progressivement d'étage en étage sur un appareil défectueux, on détermine facilement la section en cause. Nous avons également inclus un petit générateur BF très

utile pour certains cas de dépannage.

Cette réalisation est confiée à des composants classiques et donc facilement disponibles. Précisons que la mise au point est réduite à sa plus simple expression car aucun réglage n'est nécessaire pour la mise en service de ce *signal tracer*.

Le dépannage ne se réduit pas aux seuls montages audio. En effet, les réalisations utilisant des circuits logiques sont de plus en plus nombreuses et notre appareil rendra de grands services dans ce domaine, si les fréquences restent dans le domaine audio.

1 - PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

La **figure 1** permet une meilleure compréhension quant à l'organisation du montage. Notre Signal tracer étant destiné à être raccordé sur des circuits électroniques très divers, il est important que sa résistance d'entrée, c'est-à-dire son impédance d'entrée, soit relativement élevée. Dans le cas contraire, le signal à contrôler « s'écroulerait » et notre mesure ne serait pas significative. D'un autre côté, avec une impédance trop élevée, l'inconvénient aurait été une trop grande sensibi-

lité aux parasites et surtout au 50 Hz. Notre choix est donc un compromis entre ces deux considérations.

Le premier étage sert donc à abaisser l'impédance du signal tracer afin de le rendre compatible avec la suite de l'appareil. Le signal attaque donc ensuite un étage amplificateur dont le gain moyen permet cependant de détecter les faibles signaux. Le réglage du volume sonore n'a pas été oublié eu égard aux différents niveaux de signaux rencontrés.

La modulation BF arrive enfin sur l'ampli de puissance destiné à attaquer un haut-parleur de contrôle dans de bonnes conditions et avec un faible bruit.

Comme nous l'avons précisé précédemment, le générateur BF inclus provient de l'oscillateur 1 kHz réalisé très simplement. Afin d'être compatibles avec les niveaux audio moyens rencontrés, nous avons prévu un atténuateur. Celui-ci évitera la saturation des circuits à tester.

L'alimentation reste très simple. Nous avons, en effet, préféré opter

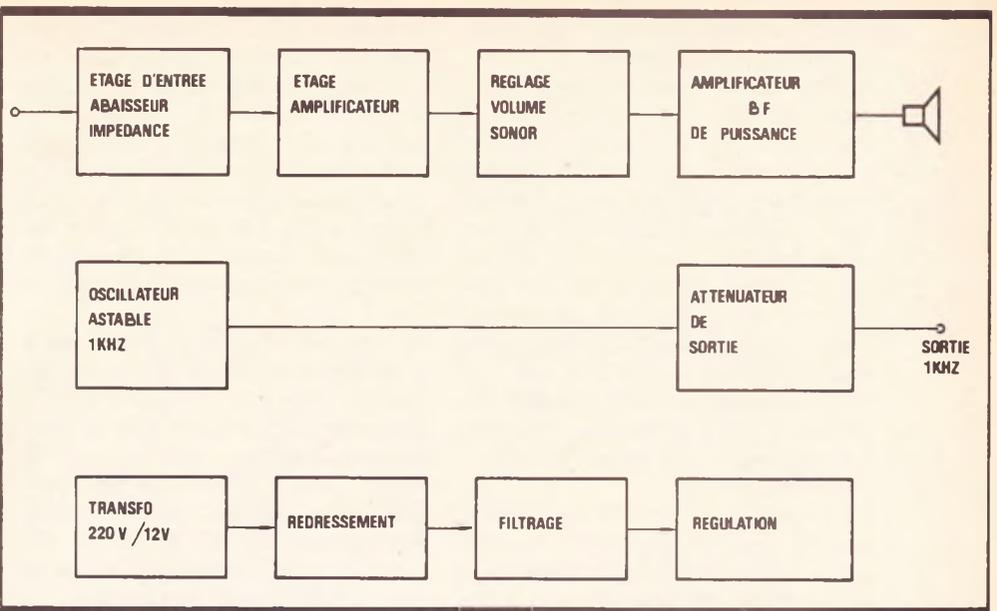


Fig. 1 Synoptique du montage.

pour une alimentation secteur, car chacun sait que les piles – même si elles ne s'usent que si l'on... – sont rarement opérationnelles lorsque le besoin s'en fait sentir. La section alimentation ne demande aucune explication complémentaire, car elle a été présentée fréquemment dans nos colonnes.

II – FONCTIONNEMENT ELECTRONIQUE

La figure 2 donne le schéma complet de cette réalisation. Le signal BF à contrôler attaque l'entrée

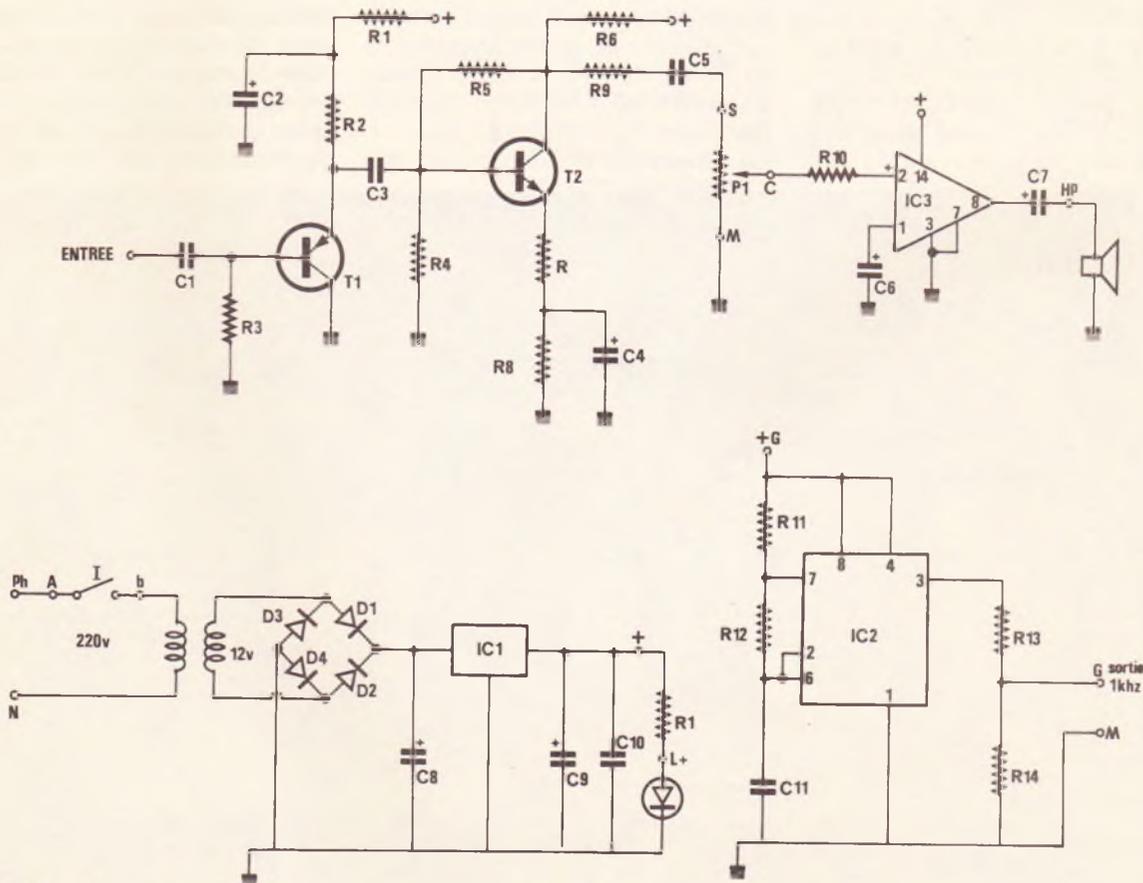


Fig. 2 Schéma de principe complet.

via C_1 . L'étage d'entrée, capacitive, présente une impédance de l'ordre de $400\text{ k}\Omega$ environ grâce à la présence de R_3 . Le collecteur de T_1 étant relié à l'alimentation (ici la masse) et la sortie s'effectuant par l'émetteur, nous pouvons affirmer que T_1 est montée en collecteur commun. La grande particularité du collecteur commun est une impédance d'entrée élevée. La résistance d'émetteur est scindée en deux. En fait, grâce à R_1 et C_2 , nous obtenons un découplage d'alimentation afin d'éviter un bruit de l'alimentation qui risquerait d'être amplifié plus loin.

Le signal utile, prélevé sur l'émetteur de T_1 , est appliqué à la base de T_2 via le condensateur de liaison C_3 . T_2 est monté en émetteur commun, ce qui assure un gain en tension correct. La résistance d'émetteur est partiellement découplée par C_4 , ce qui assure une meilleure stabilité dans le gain de cet étage.

Notons le branchement de R_5 qui effectue une certaine contre-réaction et permet également d'éviter les dérives dues au transistor T_2 . La modulation notablement amplifiée est prélevée sur le collecteur de T_2 et transmise par R_6 et C_5 au potentiomètre de volume P_1 . La présence de C_5 évite à P_1 de modifier la polarisation en continu de T_2 .

Le signal audio a une amplitude déterminée par la position du cur-

seur en C et est transmise à l'entrée $+(2)$ de IC_3 . Le montage de cet ampli BF est réduit à sa plus simple expression. C_6 , branché sur l'entrée $-(1)$ assure un découplage correct compte tenu de la bande de fréquence à transmettre. En effet, nous n'avons pas voulu réaliser un ampli aux normes hi-fi sous risque de voir le montage entrer en oscillation.

La sortie de l'ampli s'effectue en 8 et le signal utile est acheminé, au haut-parleur de contrôle via C_7 . Ce dernier permet d'éviter que la composante continue présente sur la borne 8 soit transmise au haut-parleur, ce qui entraînerait la destruction certaine du HP et de IC_3 . Ce montage reste classique et n'appelle à aucune remarque particulière.

Le générateur de contrôle est conçu autour du classique 555. Rappelons, pour les néophytes, son fonctionnement. C_{11} , à l'origine, est déchargé, la sortie 3 est haute (environ 9 V). La charge s'effectue par R_{11} et R_{12} . Dès que la tension en 6 atteint les deux tiers de l'alimentation, la borne 7 est reliée intérieurement à la masse tandis que la sortie repasse à 0 V. C_{11} se décharge alors dans R_{12} et la borne 7. La tension en 6 atteint bientôt $1/3$ de l'alimentation : la sortie 3 passe à nouveau à 9 V, la borne 7 devient inactive et C_{11} se recharge, etc.

La fréquence est déterminée par

R_{11} , R_{12} et C_{11} . Avec les valeurs données, nous obtenons environ $1\ 000\text{ Hz}$ (1 kHz). Le signal carré à 9 V est trop fort en sortie. Nous avons donc prévu un atténuateur (diviseur) qui nous donne un signal compatible à la majorité des circuits à tester.

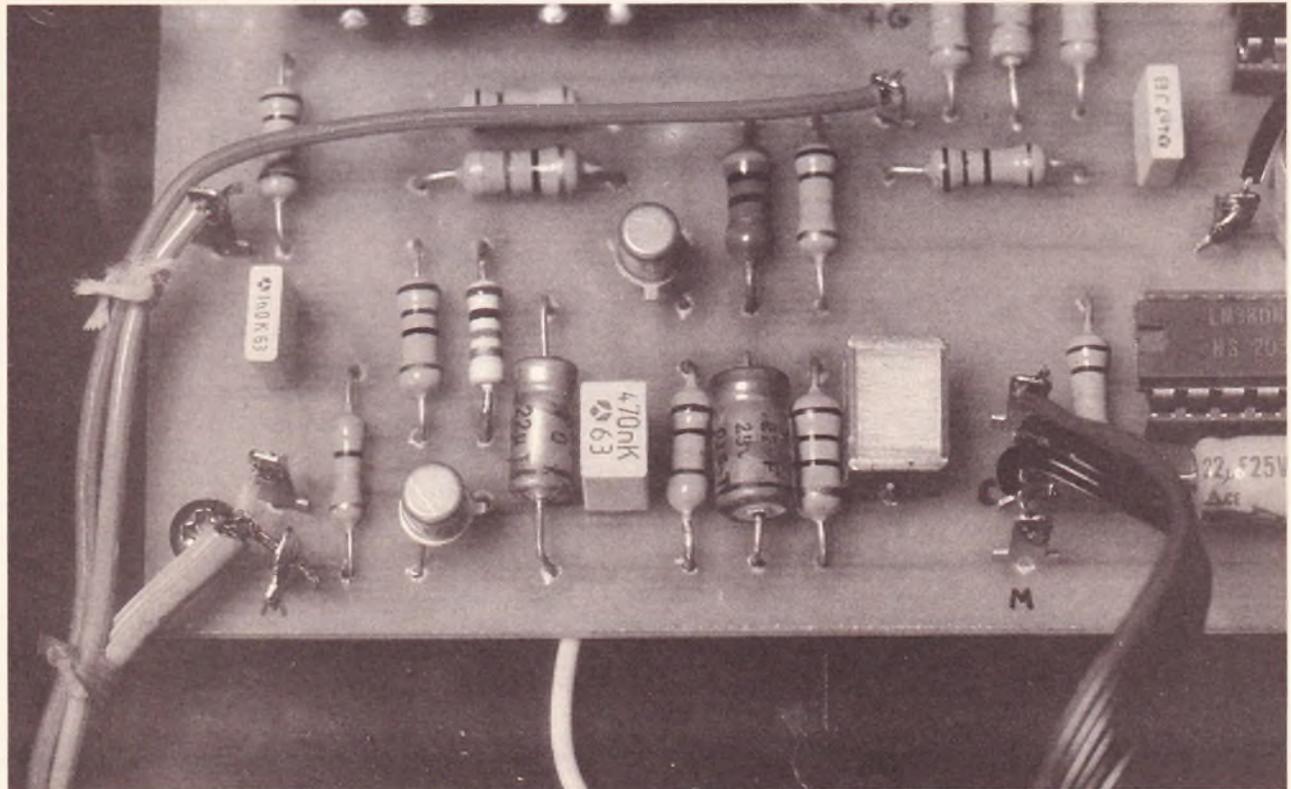
L'alimentation est désormais bien connue de nos lecteurs : transfo, 4 diodes de redressement, filtrage par C_8 , régulation à 9 V par circuit régulateur intégré à 3 pattes, et enfin découplage par C_9 et C_{11} . Notons la présence de la LED de contrôle rouge, qui, à sa résistance de limitation R_{15} , nous rappelle que le montage est sous tension.

L'interrupteur secteur, sur le primaire du transfo est en fait couplé au potentiomètre de volume, afin d'éviter de prévoir un interrupteur sur la face avant dont l'encombrement est limité.

III - REALISATION

PRATIQUE

Le tracé du circuit imprimé est donné à la figure 3. Le dessin est suffisamment aéré pour autoriser la réalisation par la méthode de votre choix. Nous vous conseillons cependant de recourir à ce procédé photographique. Les cartes en verre époxy présensibilisées sont en effet désormais largement diffusées



après des revendeurs. Les risques d'erreur sont minimisés et le gain de temps est appréciable.

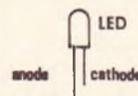
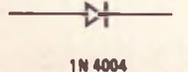
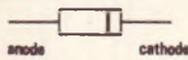
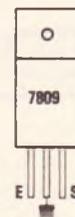
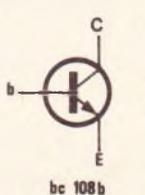
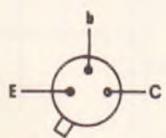
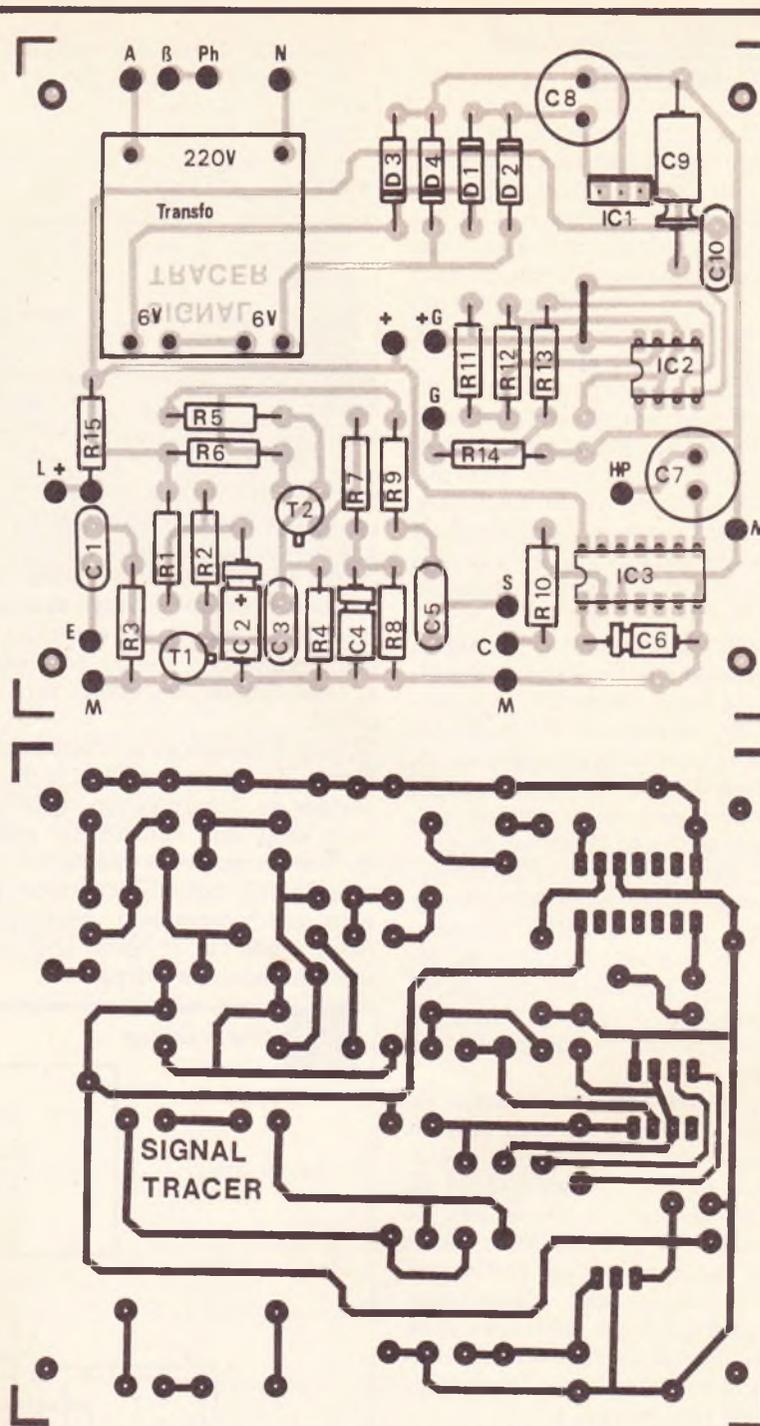
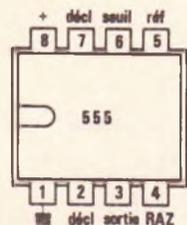
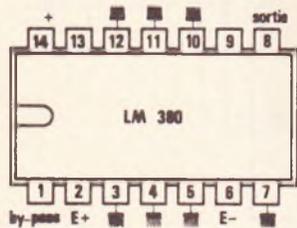
Procéder alors à la gravure de la plaquette dans le perchlorure de fer. Celui-ci sera préalablement préchauffé à 40°, ce qui assure une gravure beaucoup plus rapide. Agiter régulièrement le circuit afin d'éviter d'emprisonner des bulles d'air.

Le circuit imprimé sera alors rincé à grande eau et séché. Après découpe définitive, procéder aux perçages à 0,8 mm pour les circuits intégrés, à 1,1 mm pour les composants et enfin à 3 mm pour les trous de fixation.

Effectuer le repérage des cosses de sortie conformément à la **figure 4**. L'implantation des différents éléments ne pose pas de problèmes particuliers. Comme toujours, il semble bon de rappeler la nécessité de bien orienter les éléments tels que diodes, condensateurs chimiques, transistors et circuits intégrés. Notons que ces derniers seront montés sur un support approprié afin de faciliter un remplacement éventuel, ne serait-ce que pour effectuer des mesures.

Ne pas oublier le strap de liaison au niveau du 555. Fidèles à nos habitudes, nous vous invitons à effectuer un contrôle complet de cet étape, car une soudure trop généreuse ou tout simplement oubliée est plus fréquente qu'on ne le pense généralement.

Fig. 3 Le tracé du circuit imprimé et
Fig. 4 l'implantation des éléments sont publiés à l'échelle.



IV - PREPARATION DU COFFRET

Les dimensions de la carte imprimée ont été spécialement conçues pour que cette dernière se fixe sur les cheminées plastiques dont est muni notre coffret. Cela nous évite un certain travail. Percer la face avant selon la **figure 5**. La face arrière sera percée pour permettre le passage du fil secteur.

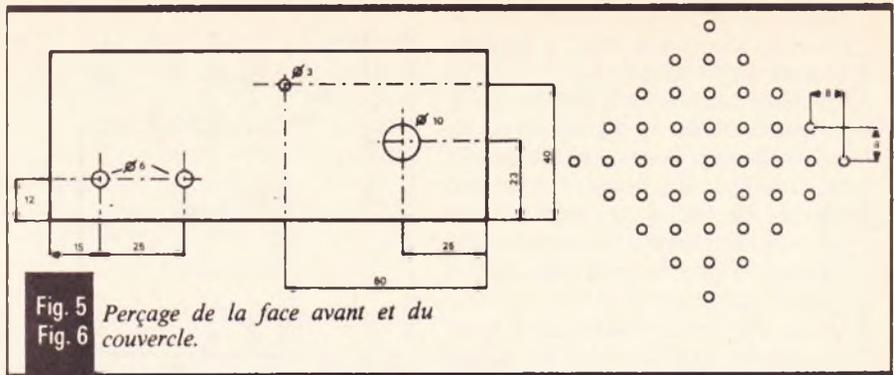
Quant au couvercle, le perçage du haut-parleur sera réalisé selon la **figure 6** pour une bonne présentation. La solution la plus simple est d'utiliser un « patron ». Pour notre part, nous avons employé un morceau de papier « grands carreaux » que tous les écoliers et étudiants connaissent bien...

Coller le haut-parleur à l'Araldite, ainsi que la LED sur la face avant. Fixer la carte imprimée, le potentiomètre, les embases RCA. Procéder alors au câblage interne du montage donné à la **figure 7**. Le fil de couleur sera bien apprécié car, outre l'excellente présentation qu'il offre, son emploi limite les risques d'erreurs. Noter la liaison entre la borne + et +G. En effet, l'alimentation du générateur 1 kHz est séparée. Il est possible donc de couper le générateur. Nous ne l'avons pas fait pour ne pas surcharger la face avant.

Bien vérifier que les fils issus du secteur et allant à l'interrupteur du potentiomètre ne touchent pas le reste du circuit. Comme indiqué au plan de câblage, la liaison avec la prise d'entrée sera confiée à du fil blindé pour éviter un ronflement dans le haut-parleur. L'expérience a montré que cette précaution était inutile pour le câblage du potentiomètre dont les liaisons devront cependant être courtes.

V - ESSAIS UTILISATION

Après un contrôle de dernière seconde, il ne restera plus qu'à mettre les circuits intégrés sur leurs supports respectif, et à raccorder la fiche secteur. Tourner le potentiomètre. La LED doit s'allumer, attestant que l'alimentation est correcte. En poussant le potentiomètre au maximum, on doit percevoir un léger ronflement 50 Hz dans le haut-parleur.



Relier alors la sortie 1 kHz à l'entrée INP (INPUT) avec un fil très court. Le 1 kHz doit être retransmis par le haut-parleur. C'est la preuve que le générateur et le Signal tracer sont corrects.

Nous vous invitons à réaliser un cordon de test en fil blindé avec une prise RCA mâle à une extrémité et deux grips-fils à l'autre extrémité. L'utilisation de la sonde en sera facilitée.

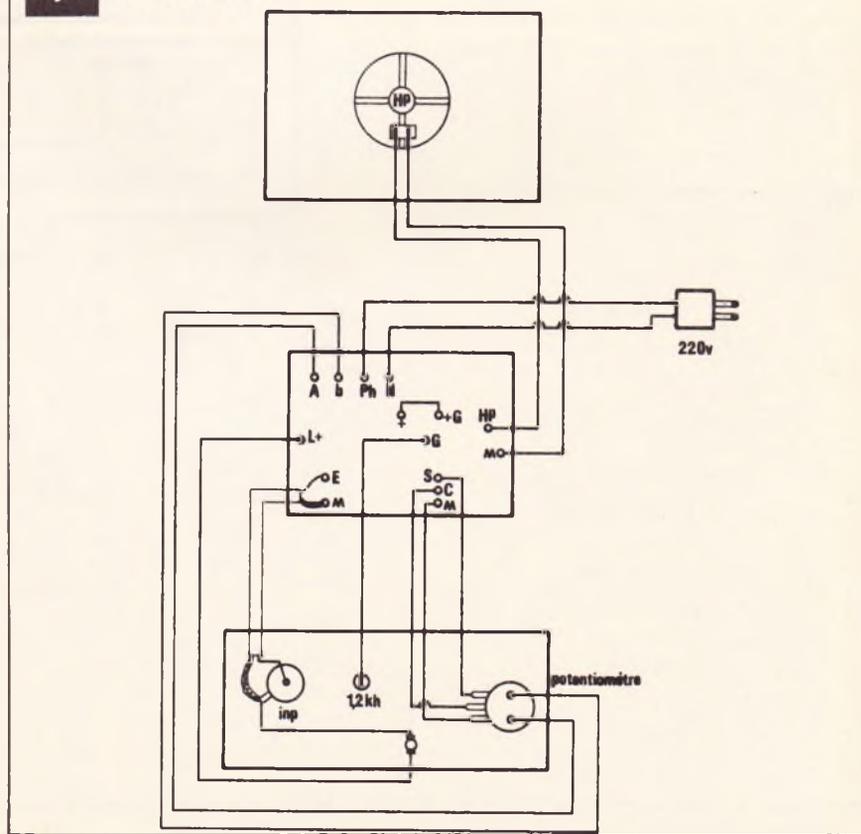
Si nous considérons le schéma de la **figure 2**: supposons que le haut-parleur ne délivre aucun signal sonore alors que l'entrée est reliée. Proposons-nous de dépanner ce schéma avec notre Signal tracer (ce n'est qu'un exemple!). Appliquons notre sonde sur la borne INP (entrée) du montage à dépanner.

Le **tableau 8** nous donne le mode dépannage conseillé pour le schéma-exemple de la **figure 2**. Remarquons que la sonde doit être appliquée depuis l'entrée pour finir avec une mesure sur le haut-parleur. Notons qu'il existe d'autres possibilités que nous n'avons pas envisagées. Avec une certaine habitude, le gain de temps pour déterminer l'étage défectueux est remarquable.

Ce montage, simple à mettre en œuvre, rendra d'immenses services aux lecteurs qui désirent améliorer leur panoplie d'appareils de mesures. Nous sommes certains que vous allez pouvoir sortir des placards des vieux appareils divers en attente de réparation...

Daniel ROVERCH

Fig. 7 Plan de câblage.





- P_1 : 100 k Ω log avec inter
- C_1 : 1 nF
- C_2 : 22 μ F 25 V chimique
- C_3 : 470 nF
- C_4 : 22 μ F 25 V chimique
- C_5 : 1 μ F
- C_6 : 22 μ F 25 V chimique
- C_7, C_8 : 470 μ F 25 V chimique vertical
- C_9 : 100 μ F 25 V chimique
- C_{10} : 100 nF
- C_{11} : 4,7 nF
- D_1, D_2, D_3, D_4 : 1N4004
- T_1 : BC 178 B
- T_2 : BC 108 B
- IC_1 : régulateur 7809
- IC_2 : 555
- IC_3 : LM380N
- 1 coffret Teko 012
- 1 transfo 220 V 2 \times 6 V 1,7 VA
- 1 support DIL 8
- 1 support DIL 14
- 1 LED rouge \varnothing 3
- 1 HP 8 Ω \varnothing 75
- 2 embases RCA
- 1 bouton
- 1 circuit imprimé
- 1 cordon secteur
- Fils, vis, picots, etc.

LISTE

DES COMPOSANTS

- R_1 : 1 k Ω (brun, noir, rouge)
- R_2 : 10 k Ω (brun, noir, orange)
- R_3 : 470 k Ω (jaune, violet, jaune)
- R_4 : 120 k Ω (brun, rouge, jaune)

- R_5 : 100 k Ω (brun, noir, jaune)
- R_6 : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)
- R_7 : 82 Ω (gris, rouge, noir)
- R_8 : 1,2 k Ω (brun, rouge, rouge)
- $R_9, R_{10}, R_{11}, R_{12}, R_{13}$: 100 k Ω (brun, noir, jaune)
- R_{14}, R_{15} : 1 k Ω (brun, noir, rouge)

N° de mesure	point de mesure	Résultat + OK - Négatif	Diagnostic
1			Mesure de la tension d'alimentation du montage
2	Borne entrée	+ -	OK Générateur BF défectueux. Branchement incorrect
3	Base de T_1	+ -	OK C_1 coupé. R_3 en CC - T_1 défectueux
4	Emetteur de T_1	+ -	OK R_1, R_2 , coupés. C_2 en CC. T_1 défectueux
5	Base de T_2	+ -	OK C_3 coupé. R_4 en CC
6	Collecteur T_2	+ -	OK R_5, R_6 coupés, T_2 défectueux
7	Borne 5	+ -	OK R_9 coupé. C_5 coupé. P_1 en CC
8	Borne 2 de IC_3	+ -	OK P_1 défectueux. R_{10} coupé. IC_3 en CC
9	Borne 8 de IC_3	+ -	OK IC_3 défectueux. C_7 en CC
10	Borne HP	+ -	OK : fonctionnement correct \rightarrow HP coupé C_7 coupé. HP en CC

Tableau 8. - Mode opératoire de dépannage du schéma type de la figure 2.

CC	Court-circuit
+	OK modulation sonore dans le haut-parleur du Signal-tracer de contrôle
-	Pas de modulation



UN DETECTEUR DE METAUX

Dans le cadre des montages simples, destinés aux jeunes amateurs, nous vous proposons la description d'un détecteur de métaux facile à réaliser. Simplicité et faible coût sont les principaux atouts de ce montage.

La proximité d'une masse métallique modifie les caractéristiques d'une bobine et notamment son coefficient d'auto-induction.

Lorsque cette bobine rentre dans la constitution d'un oscillateur, il en résulte une variation (très faible) de la fréquence du signal produit.

La fréquence étant très élevée (> 500 kHz) et la variation Δf faible (quelques kHz), une translation de fréquence est nécessaire pour traduire le phénomène par un signal audible. Celle-ci est obtenue par « mélange » avec un signal de fréquence fixe : le battement obtenu représente la différence des deux fréquences.

La présence d'un objet métallique se traduira par une variation de la fréquence du signal sonore de sortie dans un casque de type « Bala-deur ».

La figure 1 présente le schéma de principe de l'oscillateur capteur.

La cellule LC_1C_2 a un déphasage de π (inversion) pour un signal de pulsation :

$$\omega_0 = \sqrt{2/LC}$$

Le signal étant inversé à nouveau par la porte NAND puis réinjecté dans la cellule LC_1C_2 , le montage va osciller à une fréquence :

$$f_0 = \omega_0 / 2\pi$$

L est la bobine de détection.

On dispose alors d'un oscillateur de référence analogue à celui de la figure 2. Il s'agit du classique astable à deux inverseurs C-MOS.

Un autre étage se charge de la translation de fréquence. Une telle fonction est habituellement réalisée par un multiplicateur analogique : en effet, le signal de sortie d'un tel

multiplicateur se compose de deux grandeurs, de fréquences respectivement égales à la somme et à la différence des fréquences des signaux d'entrée.

Dans notre cas, les deux signaux sont de formes « carrées », avec deux valeurs possibles, 0 ou 1.

Ceci autorise l'utilisation d'un multiplicateur logique constitué par une porte ET (en fait une NAND, mais cela ne change rien au fonctionnement, l'inversion d'un signal ne changeant en aucun cas sa fréquence !).

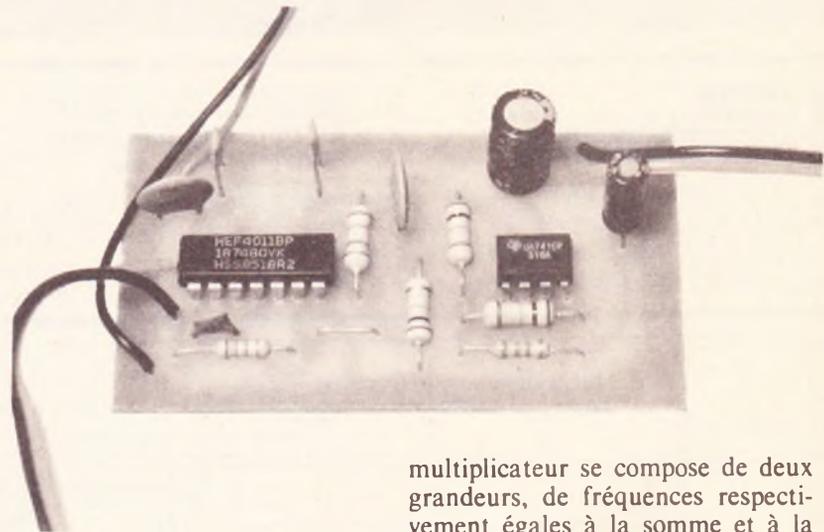
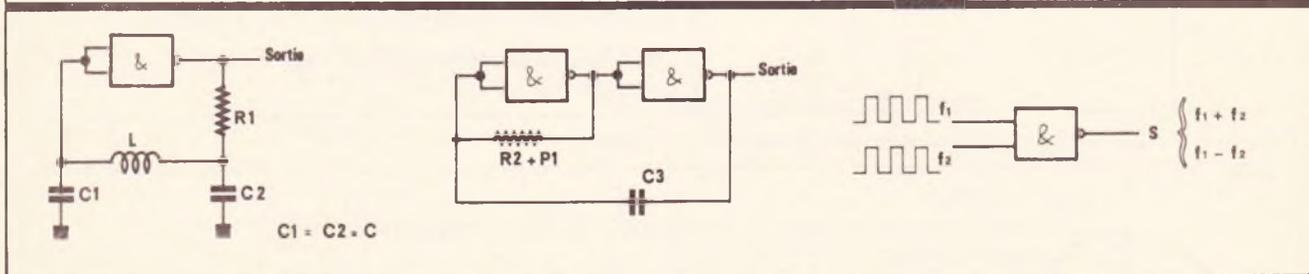


Fig. 1 Schémas de principe des oscillateurs capteurs et oscillateurs de référence.
Fig. 2
Fig. 3



Les deux fréquences étant élevées, seules f_1-f_2 sera audible (fig. 3).

L'examen du schéma de principe général du détecteur de la figure 4 laisse apparaître en section BF l'utilisation d'un 741 afin d'obtenir une écoute sur haut-parleur, écouteur ou casque.

REALISATION PRATIQUE

La réalisation pratique de ce détecteur de métaux nécessite l'utilisation d'un petit circuit imprimé facile à reproduire à l'aide d'éléments de transfert direct Mecanorma.

La figure 5 précise grandeur nature le tracé de ce circuit tandis que la figure 6 présente l'implantation des éléments.

Les deux circuits intégrés sont orientés dans le même sens, et l'on veillera à la bonne mise en place des condensateurs polarisés.

Il conviendra par ailleurs de ne pas oublier le strap de liaison.

La bobine se réalisera quant à elle à l'aide d'un fil de cuivre rigide

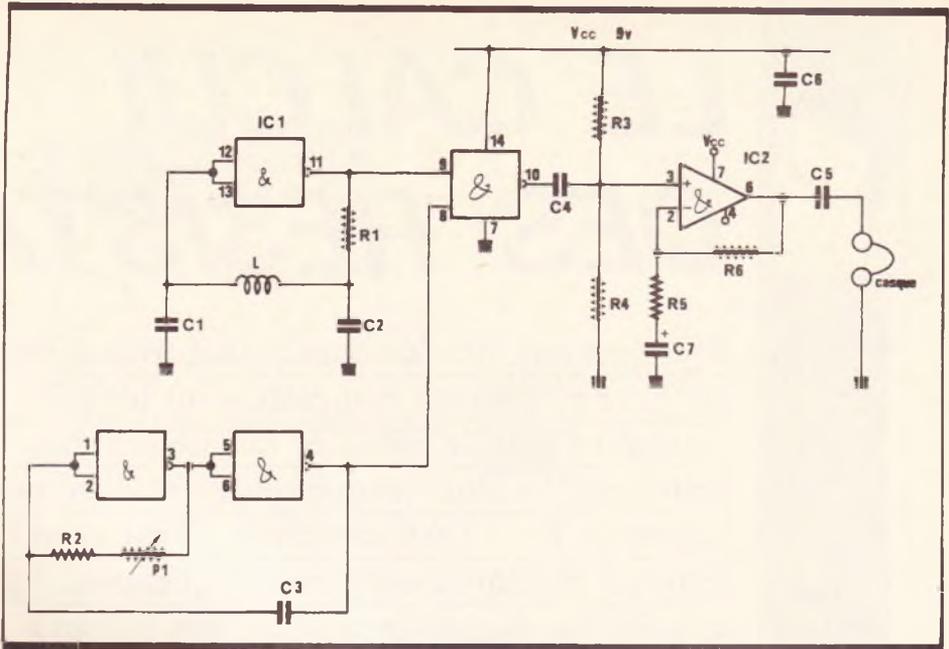
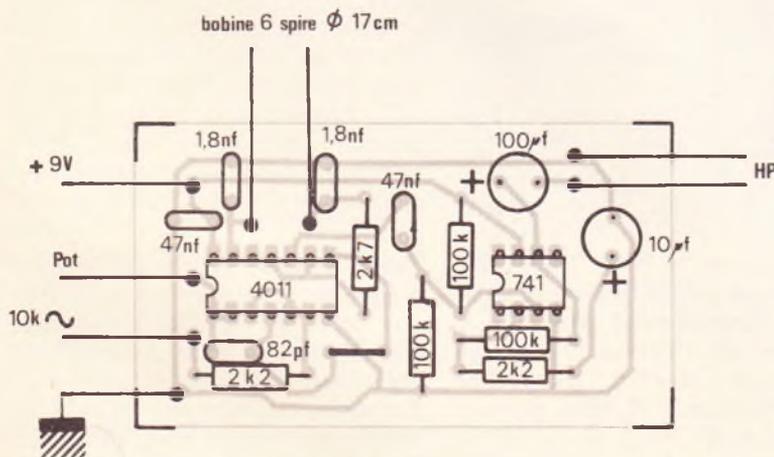
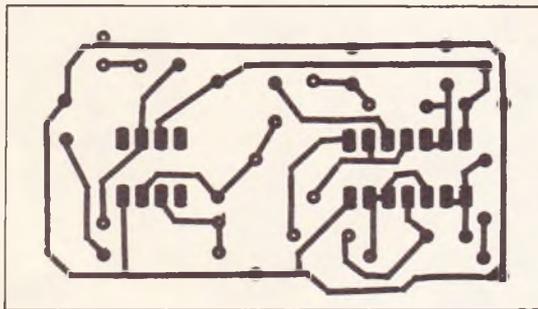


Fig. 4 Schéma de principe complet.

Tracé du circuit imprimé et implantation à l'échelle.

Fig. 5
Fig. 6



(style électricité) isolé en bobinant 6 spires sur un diamètre de 17 cm. Les spires seront maintenues le cas échéant au moyen d'un ruban adhésif. Attention, cette bobine ne devra pas être trop déportée de la carte imprimée.

Après vérification et branchement d'une pile miniature de 9 V, la manœuvre du potentiomètre doit produire le battement caractéristique et audible. S'il n'en était pas ainsi, il conviendrait de modifier le nombre de spires (en plus ou en moins) de la bobine exploratrice.

O. BAILLEUX

LISTE

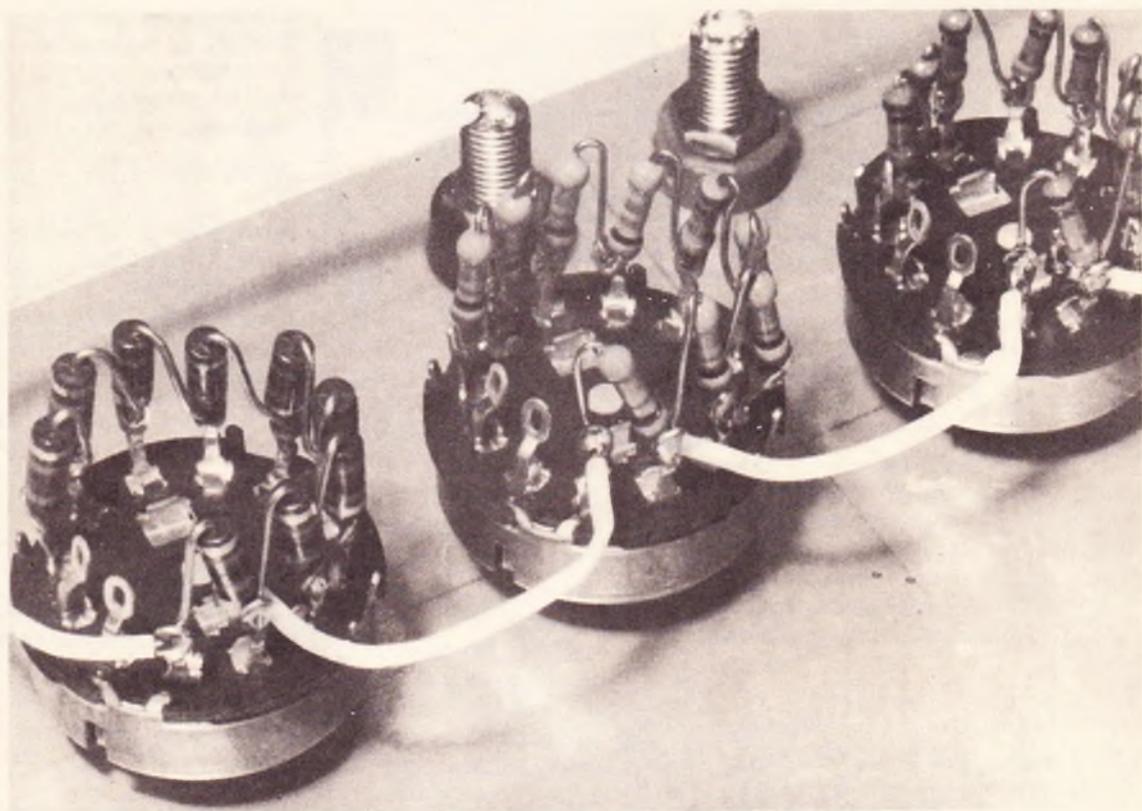
DES COMPOSANTS

R_1 : 2,7 k Ω (rouge, violet, rouge)
 R_2 : 3,3 k Ω (orange, orange, rouge)
 R_3, R_4, R_6 : 100 k Ω (marron, noir, jaune)
 R_5 : 2,2 k Ω (rouge, rouge, rouge)

C_1, C_2 : 1,8 nF
 C_3 : 82 pF céramique
 C_4, C_6 : 47 nF
 C_5 : 100 μ F / 12 V
 C_7 : 100 μ F / 12 V
 P_1 = 10 k Ω variation linéaire
 IC_1 = CD 4011
 IC_2 = μ A 741
 L = 6 spires \varnothing 17 cm (voir texte)

LE CALCUL DES RESISTANCES

Très souvent, des lecteurs nous écrivent parce qu'ils se retrouvent complètement bloqués lorsqu'il s'agit de modifier la valeur d'une résistance : « Dois-je augmenter ou diminuer la valeur de R_{11} ? De combien ? » Il est grand temps d'expliquer simplement quelques règles essentielles et, rassurez-vous, très faciles à assimiler.



Dans la pratique, seulement le tiers des résistances ont fait l'objet d'un calcul, les autres sont simplement « évaluées » mentalement. Quant aux calculs, n'exagérons rien, une division ou une règle de trois dans le pire des cas... Les résistances sont les seuls composants dont les valeurs sont à peu

près exactes, $\pm 5\%$, les autres composants qu'elles « pilotent » ont des caractéristiques très floues. Exemple : un $10\ \mu\text{F}$ peut très bien faire $14\ \mu\text{F}$; deux transistors de mêmes référence et série peuvent avoir respectivement des gains de 300 ou de 600. Les segments d'un afficheur marquant « 8 » ont rarement la même intensité chacun...

Voilà la raison pour laquelle votre maquette ne marche pas aussi bien que celle de l'article, il est donc normal que l'on ait à retoucher telle résistance, en plus ou en moins. En revanche, certaines valeurs de résistances doivent être ultraprécises, par exemple les « calibres » d'un appareil de mesure. Hormis ces cas rares, vous courez peu de

risques en prenant la valeur au-dessus ou en dessous : si l'article stipule $R_5 = 18 \text{ k}\Omega$ et qu'il vous manque cette valeur, une $15 \text{ k}\Omega$ ou $22 \text{ k}\Omega$ ne provoquera pas un nuage de fumée !

Nous allons donc tout d'abord expliquer comment fonctionne une résistance ; ensuite nous aborderons des cas concrets et très fréquents.

LE ROLE D'UNE RESISTANCE

Sa traversée est une gêne pour le passage du courant, sans elle tout serait en courts-circuits ! Au « sortir » de la résistance, on conçoit que l'énergie électrique a perdu de sa force. Le cas inverse, c'est le conducteur cuivre parcouru par un courant quelconque : appliquez les pointes de votre voltmètre sur ce trait cuivre, disons à deux centimètres l'une de l'autre : vous lisez 0 V parce qu'il y a la même « énergie » entre les deux pointes ($0 \Omega =$ pas de perte).

A présent, en mettant les pointes de part et d'autre d'une résistance, vous lisez une tension. C'est en fait la *perte* de potentiel amont-aval provoquée par cette traversée. Si la résistance est plus faible, cette « différence de potentiel » est également plus faible.

Tout cela est régi par la célèbre *loi d'Ohm*, la seule formule que vous devez savoir par cœur pour l'appliquer constamment.

$$E = R \times I$$

E en volts, R en ohms, I en ampères. On n'a pratiquement jamais d'ampères en électronique, alors disons E en millivolts et I en milliampères, ce qui revient au même.

Il faut la savoir aussi dans les deux autres sens : $I = E/R$ et $R = E/I$.

Un exemple : mettez une résistance de $1\,000 \Omega$ sur les cosses d'une pile 9 V , par quelle intensité est-elle traversée ?

$$I (\text{mA}) = 9\,000 (\text{mV}) / 1\,000 (\Omega) = 9 \text{ mA}$$

D'où première conclusion :

- une résistance sert d'abord à « fabriquer » une intensité « sur mesure » ;
- une résistance sert aussi à fournir entre ses bornes une différence de tensions.

C'est donc grâce à elles que l'on peut alimenter correctement en mV

et mA les différents composants électroniques (transistors, LED, CI...).

LE PONT DIVISEUR DE TENSION

Super important !!

Relions deux résistances de $1\,000 \Omega$ « en série » (c'est-à-dire bout à bout) et remettons cet ensemble entre les bornes d'une pile de 9 V (fig. 1).

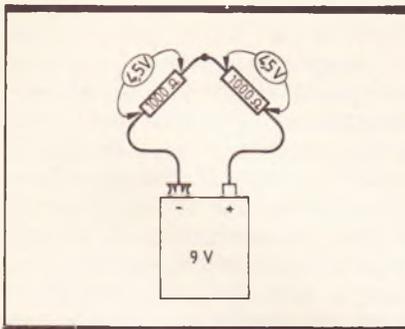


Fig. 1 Deux résistances égales en série divisent par deux la tension d'alimentation.

- La résistance totale à traverser est donc de $2\,000 \Omega$.

- L'intensité est donc deux fois plus petite que tout à l'heure avec $1\,000 \Omega$.

$$I = 9\,000 / 2\,000 = 4,5 \text{ mA}$$

- Cette intensité est la même dans chaque résistance et dans la pile elle-même, car le courant circule toujours en boucle fermée.

Plaçons les pointes du voltmètre aux bornes de chaque résistance : on y lit deux fois $4,5 \text{ V}$, ce qui vérifie la loi d'Ohm :

$$E = R \times I \text{ d'où } E_{\text{mV}} = 1\,000 \times 4,5 = 4\,500 \text{ mV}$$

Avec trois résistances de $1\,000 \Omega$ en série, l'intensité serait de 3 mA , et on aurait 3 V entre chaque résistance. S'il s'agissait de trois résistances de $5\,600 \Omega$ chacune, on aurait toujours 3 V sur chacune, mais la pile s'userait 5 ou 6 fois moins vite... OK ?

A présent on abandonne notre pile de 9 V pour aborder le cas général dans un schéma électronique (fig. 2).

Voici le problème à résoudre : ce circuit est alimenté en 9 V et nous voulons une tension de référence égale à $1,0 \text{ V}$.

Les mesures de tension se font toujours en laissant la pointe « - » du

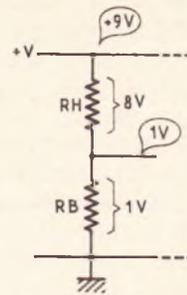


Fig. 2

La tension aux bornes de chaque résistance est proportionnelle au nombre d'ohms ; ici $R_H = R_B \times 8$.

voltmètre sur la « masse » du circuit (une convention). Dans notre pont diviseur, appelons « résistance basse » R_B celle côté masse, et « résistance haute » R_H celle côté alimentation. Elles sont bien sûr parcourues par la même intensité.

Raisonnons ainsi :

- Il y aura $1,0 \text{ V}$ sur R_B , donc R_H aura la différence, soit $9 - 1 = 8 \text{ V}$;

- Puisque cette même intensité va provoquer une différence de tension sur R_H 8 fois plus forte que sur R_B , il faut que R_H soit 8 fois plus résistant que R_B . D'accord ?

- On part à la pêche, calculatrice en main : fixons arbitrairement $R_B = 1 \text{ k}\Omega$, donc $R_H = 8 \text{ k}\Omega$. Ce n'est pas une valeur standard.

Voyons avec $R_B = 1,2 \text{ k}\Omega$, d'où $R_H = 1,2 \times 8 = 9,6 \text{ k}\Omega$. Pas standard.

On poursuit : $R_B = 1,5 \text{ k}\Omega$ d'où $R_H = 1,5 \times 8 = 12 \text{ k}\Omega$. C'est standard. Calculs terminés, et sans migraine.

Et si on modifie la tension d'alimentation V_+ du montage ? La tension au « point milieu » du pont diviseur ne sera plus égale à $1,0 \text{ V}$, mais elle sera toujours égale, en ce cas, au neuvième de V_+ .

Les valeurs standard de résistances progressent par bond de 20% environ, c'est la « série E12 » parce que cela fait douze multiples : $1 - 1,2 - 1,5 - 1,8 - 2,2 - 2,7 - 3,3 - 3,9 - 4,7 - 5,6 - 6,8$ et $8,2$. De ce fait, il est parfois impossible d'obtenir une valeur standard pour la résistance haute. L'exemple connu est la division par 10, où $R_H = R_B \times 9$, heureusement, il y a une astuce simple :

Posons $R_B = 1 \text{ k}\Omega$, il nous faut $R_H = 9 \text{ k}\Omega$. Alors on « fabrique » cette valeur avec tout bêtement $6,8$ et $2,2 \text{ k}\Omega$ en série ($6,8 + 2,2 = 9,0$).

Résumons la marche à suivre :

- 1° Déterminez la tension aux bornes de chacune des résistances ;
- 2° Déterminez le rapport résistance/résistance basse (rapport des tensions respectives) ;
- 3° Posez arbitrairement une valeur standard pour la résistance basse RB, puis multipliez RB par le rapport précédemment calculé. Si « ça tombe mal », recommencez la multiplication avec une autre valeur de RH. Un petit truc : une fois le rapport calculé, mettez-le en facteur constant multiplicatif sur votre calculatrice, tout va alors très vite.

Nota : Pour un pont diviseur multiple (plusieurs tensions intermédiaires) la méthode reste la même, mais les tâtonnements à la calculatrice sont bien sûr plus nombreux. Heureusement ce cas est relativement rare.

PROTECTION D'UNE LED

(fig. 3)

L'éclairage d'une LED varie avec son intensité : 10 mA est un minimum correct quand l'alimentation est par piles. Avec une alimentation secteur, on peut s'offrir du 30 mA. A 40 mA une LED rouge ou verte peut claquer. Une LED est une diode mais dont la « tension de polarisation » n'est pas de 0,6 V comme pour les diodes silicium (1N4148, 1N4007...), mais de 1,5 V pour les rouges et 2 V pour les vertes (environ...). Autrement dit, il y a 1,5 V aux bornes d'une LED rouge éclairée.

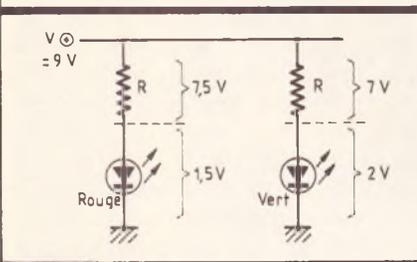


Fig. 3

La tension de polarisation d'une LED est à retrancher de la tension d'alimentation pour calculer R.

Problème : On dispose d'une tension de 8 V pour une LED rouge. Il lui faut une résistance de protection qui devra chuter $8 - 1,5 = 6,5$ V. Afin de ne pas trop tirer sur la pile d'alimentation du circuit, on se base sur 10 mA environ. Loi d'Ohm : la

résistance est traversée par 10 mA et chutera 6,5 V. Formule $R = E/I = 6\,500/10 = 650 \Omega$. Disons 680 Ω et n'en parlons plus.

Autre cas : une LED verte au tableau de bord d'une voiture, il faut la voir en plein jour, $I \approx 30$ mA. On aura $R = (12\,000 - 2\,000)/30 \approx 330 \Omega$.

LES CONSTANTES DE TEMPS RC

Pour créer une durée, un temps, l'électronique utilise presque toujours un condensateur que l'on charge, ou décharge, à travers une résistance en série. Plus cette résistance est grande, plus le phénomène est ralenti. Normal. Cette « base de temps » est égale, *grosso modo*, à la valeur du condensateur multipliée par celle de la résistance, d'où le nom de « constante RC ».

Avec ce principe on fabrique une immense variété de timers, monostables, oscillateurs, filtres de fréquences... La formule générale est : $T = k \times R \times C$ avec T en secondes, R en Ohms et C en Farad. Le coefficient k dépend de la nature du montage et de la tension d'alimentation. Il varie entre 1 et 0,3 environ. Par défaut, estimez-le égal à 0,6 environ.

Problème : Vous avez un schéma d'oscillateur à portes logiques C.MOS qui donne du 10 kHz mais vous voulez du 2 kHz. Facile, la constante de temps doit être 5 fois plus longue, alors mettez une résistance 5 fois plus forte, ou bien un condensateur 5 fois plus grand.

Problème général : Vous avez un schéma dans un livre mais il n'y a pas de valeurs exemples ; il faut tout calculer.

Commencez par le temps T en secondes : c'est un timer ou monostable vous l'avez déjà ; si c'est une fréquence F, il faut en calculer l'inverse $T = 1/F$. Ainsi, avec 2 000 Hz :

$T = 1/2\,000 = 0,0005$ s ou $5 \cdot 10^{-4}$ s. Essayons avec $C = 100$ nF ($= 100 \cdot 10^{-9}$ F)

donc $R = T/(0,6 \times C)$ ou $T/0,6/C$, ce qui donne $R = 8\,333 \Omega$. Essayons 8,2 k Ω .

Pour beaucoup d'entre vous ce sera un drame que de diviser des dix-millièmes par des milliardièmes. Il

est pratique de disposer d'une calculatrice dite scientifique (la touche E) et surtout de savoir manipuler les puissances de 10.

Rappel :

- $10^6 =$ méga (million) ;
- $10^3 =$ kilo (mille) ;
- $10^{-3} =$ milli (millième) ;
- $10^{-6} =$ micro (millionnièmes) ;
- $10^{-9} =$ nano (milliardième) ;
- $10^{-12} =$ pico (millième de milliardième...).

Pour entrer 100 nF sur notre calculatrice, nous avons tapé successivement : 100, touche E, 9, touche +/- . Ce $100 \cdot 10^{-9}$ apparaît ainsi sur l'écran « 100 - 09 ».

CAS DES AMPLIS-OP (741, TL081...)

Ce sera vite vu, deux règles et une petite formule.

● L'impédance interne d'une entrée d'ampli op est très grande, 1 M Ω pour le 741 et quasi infinie (1 000 M Ω) sur les BI-FET genre TL081, CA3130. Il n'empêche qu'il est prudent de « protéger » les entrées par une résistance ! Disons 10 k Ω sur un 741 et 100 k Ω sur un BI-FET. C'est souvent facultatif lorsque l'alimentation est symétrique (V+ et V-), mais obligatoire en alimentation simple (V+ et masse), et tout particulièrement avec un TL081... Pourquoi cette résistance puisque les électrons n'entrent pas dans le CI ? C'est pour éviter qu'ils n'en sortent...

● On fixe le gain en tension d'un étage à ampli-op à l'aide de deux résistances (voir fig. 4) : une résistance RB entre masse et « e- », une résistance RH entre la sortie et « e- ». C'est un pont diviseur qui envoie sur l'entrée inverseuse e- une fraction de la tension de sortie, c'est une « contre-réaction ». Plus

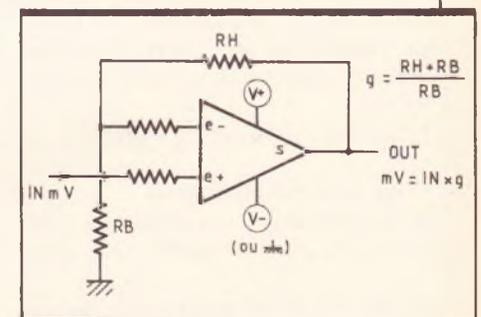


Fig. 4

Le gain en tension d'un ampli-op est fixé avec précision par le rapport de deux résistances.

elle est grande, plus petit est le gain en sortie.

$$\text{gain} = (R_H + R_B) / R_B$$

donc si $R_H = 0 \Omega$, le gain est égal à 1. Cette formule est *ultraprécise*, du moins entre des gains compris entre 1 et 100 environ.

POLARISATION D'UN TRANSISTOR

Deux transistors de même référence ne sont hélas jamais identiques ; conséquence : des calculs précis seraient illusoire et grotesques. Laissons ces formules fumeuses à ces professeurs de facultés ; à croire qu'ils n'ont jamais mis leurs calculs en pratique... La théorie ne rejoint plus la pratique, ou alors c'est la super chance.

On nage dans la pifométrie multipliée par des *coefficients de sécurité* de l'ordre de 3 !

Pour concevoir un préampli micro Hi-Fi on utilise des formules empiriques, tout en restant entre des minis et des maxis eux-même trouvés empiriquement... Pour un ampli de puissance c'est pire encore. C'est triste à dire mais ici l'expérience, le métier, priment sur les mathématiques.

Nous nous limiterons ici au transistor en « commutation », par exemple la commande d'un relais (voir fig. 5).

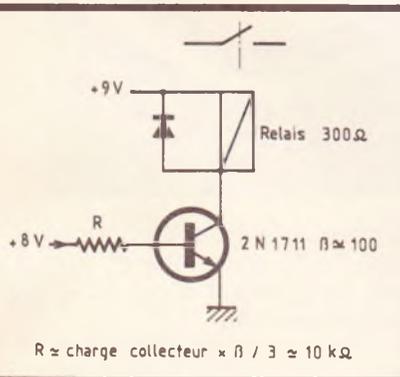


Fig. 5 Calcul de la résistance de base d'un transistor en commutation.

Prenons la situation courante, alimentation $V_+ = 9 \text{ V}$, résistance de la bobine 300Ω , transistor 2N1711 dont le gain β varie entre 70 et 140, disons 100 en moyenne.

Il faudra fournir à la base un courant β fois inférieur au courant traversant la bobine et le collecteur. Puisque la résistance de base rece-

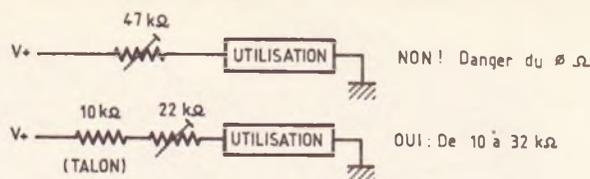


Fig. 6 Une résistance talon en série sur un ajustable supprime tous risques et permet de gagner en précision.

vra une tension du même ordre que V_+ (sortie de porte logique ou d'ampli-op), on dégrossit déjà en disant que la résistance de base devra être égale ou inférieure à la résistance de la bobine $\times \beta$. Allons-y : $R 300 \times 100 \approx 30\,000 \Omega$. Coefficient de sécurité de 3, soit $30\,000 / 3 = 10\,000 \Omega$, et on est sûr que le relais collera, même si le β du transistor ne fait que 70. Si $R = 5,6 \text{ k}\Omega$ ça marchera aussi.

LES CIRCUITS LOGIQUES

Très souvent on doit imposer un niveau logique de repos à une entrée de porte logique : R entre entrée et $V_+ =$ niveau 1, R entre entrée et masse = niveau zéro.

Pour des portes TTL, ces résistances seront comprises entre 270 et 470 Ω (maximum !), tandis que pour des C.MOS tout est permis entre quelques kilo-ohms et plusieurs mégohms ! Par habitude l'auteur met presque toujours des 33 $\text{k}\Omega$, sans raisons précises, alors si vous n'avez pas cette valeur ne vous gênez surtout pas pour mettre autre chose.

Une sortie de porte logique n'est pas protégée contre les courts-circuits : en TTL (5 V), évitez de descendre au-dessous de 47 Ω . En C.MOS évitez de dépasser 10 mA, soit $\approx 820 \Omega$ en 9 V.

LA PUISSANCE DISSIPÉE

Les résistances type 1/4 W sont largement suffisantes dans 98 % des cas. L'habitude des « grosses » 1/2 W est un héritage de l'électronique à lampes (hautes tensions).

Il est souvent prudent de calculer quelle sera la puissance dissipée par telle ou telle résistance.

Selon les données que vous possédez, R en ohms, E en volts ou I en

ampères, utilisez une de ces trois formules :

$$P = E \times I$$

$$P = R \times I^2$$

$$P = E^2 / R$$

Vous serez souvent étonnés de trouver seulement quelques centièmes de watt. Pensez aux coefficients de sécurité, ainsi un 1/4 W encasera bien une puissance de 0,12 W, mais elle vieillira mal et les conséquences peuvent être désastreuses pour ce qui suit ; soudez alors une 1/2 W (le cas est pratiquement très rare).

LES RESISTANCES AJUSTABLES

Ce sont des composants très fragiles, d'où des limites relativement basses. Exemple : 1 mA et 0,05 W sont des maximum.

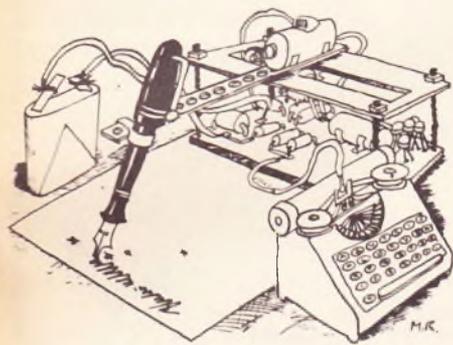
Pensez aux fausses manœuvres fatales : un ajustable tourné à fond dans le mauvais sens, c'est $0 \Omega =$ destruction de l'ajustable et de ce qui suit ! La parade est de toujours prévoir en série une « résistance talon ». Un exemple : vous savez que la valeur ajustée va se trouver aux alentours de 20 $\text{k}\Omega$; la bêtise serait de mettre un 47 $\text{k}\Omega$ pré-régulé à mi-course, mettez plutôt en série une résistance de 10 $\text{k}\Omega$ + un ajustable de 22 $\text{k}\Omega$. D'où une excursion de 10 à 32 $\text{k}\Omega$, soit 20 à mi-course. Non seulement vous êtes à l'abri d'une fausse manœuvre, mais le réglage sera deux fois plus précis.

CONCLUSION

Nous pensons avoir fait le tour de tous les cas fréquents, en vous démontrant que fixer des valeurs de résistances est à la portée de tous. Trois secrets pour cela : ne pas chercher de formule de calcul ; réfléchir un peu ; appliquer la loi d'Ohm.

Michel ARCHAMBAULT

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

27 F la ligne de 33 lettres, signes ou espaces, taxes comprises.

Supplément de 27 F pour domiciliation à la Revue.

Toutes les annonces doivent parvenir 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

UNE GRUE A DEPLACEMENTS CONTROLES

N° 86, Nouvelle Série, p. 101

Dans la liste des composants, quatre lignes de références de circuits intégrés ont été supprimées :

IC₅ : CD 4081 (4 portes AND à 2 entrées)

IC₆ : CD 4001 (4 portes NOR à 2 entrées)

IC₇ : CD 4081 (4 portes AND à 2 entrées)

IC₈ : CD 4001 (4 portes NOR à 2 entrées)

(Référence du « Jouet » JOUSTRA-3921)

SONOMATIC

N° 84, Nouvelle Série, p. 54

Le transistor situé au-dessus de R₁₈ sur l'implantation de la figure 4 est en fait T₅ et non T₄ comme indiqué.

ALIMENTATION MINI-PERCEUSE

N° 83, Nouvelle Série, p. 117

Le dessin du circuit imprimé (fig. 3) a été représenté côté composants et non côté cuivre comme il est d'usage.

En outre, nos lecteurs auront sûrement remarqué une erreur au niveau de T₃. Celui-ci est en fait un NPN (2N 3055) branché de la façon suivante : collecteur au + 25 V, base inchangée et émetteur sur la sortie + perceuse.

DETECTEUR DE NIVEAU

N° 85, Nouvelle Série, p. 78

Sur l'implantation des éléments de la figure 5, page 78, le strap de liaison a été oublié.

Il apparaît, très nettement sur l'illustration en couleur de la carte imprimée de la page 79.

Composition
Photocomposition :

ALGAPRINT, 75020 PARIS

Distribution :

S.A.E.M. TRANSPORTS PRESSE

Le Directeur de la publication :

A. LAMER

Dépôt légal :

Décembre 1985 N° 915

Copyright © 1985

Société des PUBLICATIONS
RADIOELECTRIQUES et SCIENTIFIQUES



La reproduction et l'utilisation même partielle de tout article (communications techniques ou documentation) extraits 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.

Directeur de la Publication : A. LAMER. — Imprimeur : LA HAYE-MUREAUX. — Commission paritaire 60165.

Nouveau catalogue SIGMA composants 86 disponible : prix en baisse et toujours de 5 à 40 % de remises sur semi-conducteurs, condensateurs, résistances, etc.

Vente par correspondance. Extrait de la promotion « Nouvel An » : BU 426A : 11 F. TDA 1035 : 12 F. TDA 2611A : 15 F. etc.

Liste complète contre 5 timbres. Catalogue 86 (remboursable) contre 70 + 10 F de port SIGMA, 18, rue de Montjuzet, 63100 Clermont-Ferrand

Réalisons vos C.I. (étamés, perçes) sur V.E. : 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. Tel. 50.72.46.26

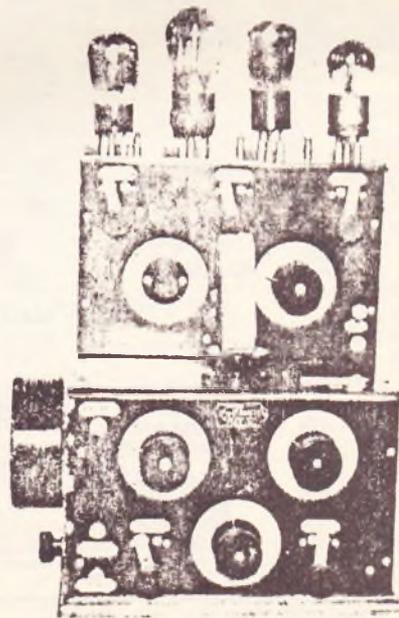
BREVETEZ VOUS-MEME VOS INVENTIONS

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

recherche

VIEUX POSTES DE RADIO A LAMPES OU A
GALENE ANNEE ANTERIEURE A 1925
ainsi que les tubes radio

TEL (1) 34 66 60 94 après 20 h



TERAL ELECTRONIQUE

26

RUE TRAVERSIÈRE
PARIS 12°
TÉL. : 43.07.87.74 +
MÉTRO : GARE DE LYON

MAGASINS OUVERTS
DU LUNDI AU SAMEDI
DE 9 H A 19 H
SANS INTERRUPTION

DEPUIS 30 ANS, NOUS PARLONS LE MÊME LANGAGE
COMPÉTENCE, SERVICES ET PRIX

HAMEG OSCILLOSCOPES



- HM 103. Mono 10 MHz 2 mV à 20 V 0,2 µ à 0,2 S/cm Testeur de compos Tube 6 x 7 Av. sonde **2390 F**
- **NOUVEAU HM 20315.** Double trace 20 MHz 2 mV à 20 V Add soustr déclench DC - AC - HF - BF Testeur compos incorp Av. 2 sondes combinées Tube 8 x 10 **3650 F**
- HM 20315
Avec tube rémanent **4030 F**
- HM 20412. Double trace 22 MHz 2 mV à 20 V/cm Montée 17,5 nS Retard balayage de 100 nS à 1 S Avec 2 sondes Tube 8 x 10 **5270 F**
- HM 20412
Avec tube rémanent **5650 F**
- HM 208. A mémoire numérique 2 x 20 MHz sens max 1 mV Avec 2 sondes comb. **18200 F**

- HM 605. 2 x 60 MHz 1 mV/cm avec expansion Y x 5 Ligne de retard Post-acclél 14 kV Avec sondes comb **7080 F**
- **HM 605.**
Avec tube rémanent **7450 F**

- #### SYSTEME MODULAIRE
- HM 8001. Appareil de base avec alimentation permettant l'emploi de 2 modules **1390 F**
 - HM 8011. Multimètre numérique 3 3/4 chiffres ± 3999 Valeur efficace vraie pour tension et courant **1940 F**
 - HM 8021. Fréquence 10 Hz à 1 MHz Digital **2470 F**
 - HM 8035. Générateur d'impulsion 2 Hz à 30 MHz Prévoir délai **2680 F**
 - HM 8012. Multimètre numérique 4 1/2 chiffres (± 19999) Tension et courants alternatifs : valeurs efficaces vraies Auto prévoir délai **2470 F**
 - HM 8037. Générateur sinusoïdal à très faible distorsion 5 Hz à 50 kHz Prévoir délai **1550 F**
 - HM 8020. Fréquence 0,150 MHz Périodes 1 µ à 100 s Prévoir délai **1760 F**
 - HM 8032. Générateur sinusoïdal 20 Hz à 20 MHz Affichage de la fréquence **1750 F**

NOUVEAU... TERAL OUVRE UN EXCLUSIF DEPARTEMENT MESURE

UN CADEAU A TOUT ACHETEUR
D'UN APPAREIL DE MESURE
CELA PENDANT 1 MOIS



matrix MULTIMÈTRES

- MX 563 2000 points 26 calibres Test de continuité visuel et sonore 1 gamme de mesure de température **2150 F**
- MX 522 2000 points de mesure 3 1/3 digits 6 fonctions 21 calibres 1000 VDC 750 VAC **849 F**
- MX 562 2000 points 3 1/2 digits Précision 0,2% 6 fonctions 26 calibres **1150 F**
- MX 575 2000 points 21 calibres 2 gammes Compilateur de fréquence **2549 F**
- MX 573 Multimètre digital analogique **2845 F**
- MX 453 20 000 div CC VC 3 à 750 V IC 30 mA 5 A A IA 30 mA à 15 A 0 à 5 kΩ **646 F**
- MX 202 C 1 DC 50 mV à 1000 V AC 15 à 1000 V Int DC 25 µA à 5 A Int AC 50 mA à 5 A Résist 10 Ω à 12 MΩ Decibel 0 à 55 dB 40 000 div **928 F**
- MX 462 G 20 000 div CC/AC Classe 1,5 VDC 1,5 à 1000 V VA 3 à 1000 V IC 100 à 5 A IA 1 mA à 5 A 0 à 10 MΩ **741 F**
- MX 430 Pour électronique 40 000 div DC 4 000 div AC Avec cordon et piles **936 F**
- MX 111 Analogique 42 gammes 20 000 div VCC 6320 div VCA 1000 VCC **496 F**
- **ETUIS POUR MATRIX.**
AE 104 pour MX453 462 202 AE 181 pour MX30 430 230 AE 182 pour MX522 62 63 75 AE 185 pour MX111 **129 F**

OSCILLOSCOPE

• OX 710 B 2 x 15 MHz Fonction XY Testeur de composants YA x YB Avec 2 sondes comb **3540 F**

UN GRAND CHOIX D'ALIMENTATIONS STABILISEES

- #### ALPHA + ELECTRONIQUE
- AL 377. 12 V 5 A **349 F**
 - AL 624. 12 6 V 12 A **1085 F**
 - AL 624 S. 3 à 15 V 12 A **1550 F**
 - AL 388. 315 V 5 A **504 F**
- #### AL. VARIABLES
- PS 14215. 5 à 14 V 2,5 A **490 F**
 - PS 1416. 6 à 14 V 6 A **1090 F**
 - LPS 1514. 0 à 15 V 0,1 à 4 **1190 F**
 - LPS 303. 0 à 30 V 0 à 3 A **1790 F**
 - LPS 308. 0 30 8 A 0 60 V 4 **15700 F**
- #### PERIFEEC
- ALIM. FIXES
- AS 121. 12 6 V 20 W **190 F**
 - AS 122. 12 6 V 40 W **250 F**
 - AS 144. 13 6 V 60 W **320 F**
 - AS 128. 13 6 V 100 W **690 F**
 - AS 1212. 13 6 V 150 W **1090 F**
 - AS 1218. 13 6 V 210 W **1390 F**
- #### ALIMENTATION UNIVERSELLE
- 3/4,5/6/9/12/17/00 M + M1 **49 F**
- SPECIALE SONY **110 F**

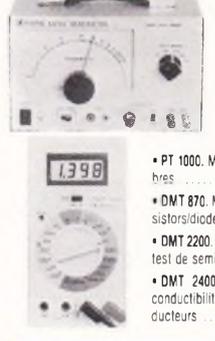
PROMO SUR NOS KITS

- Table de mixage 6 entrées 2 aux 2 micros **240 F**
- 2 PU avec coffret pupitre **170 F**
- Réverbération analogique **170 F**
- Emetteur/Recepteur ultrason 1 canal **167 F**

COMPONENTS OFFRE SPECIALE (QUANTITE LIMITEE)

- **REGULATEURS.**
1,5 A TO 220 serie 78 5,8, 12, 15, 18, 24 V **5 F**
- **REGULATEURS VARIABLES**
L 200 CV **9,20 F**
LM 317 T 1,5 A **7 F**
LM 350 T 3A **11 F**
- **REGULATEUR TO3**
LN 309 K **14 F**
- **TRANSISTORS DE PUISSANCE**
MJE 2955T **4,60 F**
MJE 3055T **4,60 F**
2 N 3055 120 V **7 F**
- 2 N 3442 **9 F**
- 2 N 3773 **18 F**
- **TRANSISTORS DE BALAYAGE**
BU 126 **12 F**
BU 326 **13 F**
BU 208 A **15 F**
BU 208 D **13 F**
BU 500 **17 F**
BU 500 D **13 F**
2 SC 1314 **30 F**
- **OFFRE SPECIALE OPTO ELECTRONIQUE**
LED rouge 5 mm les 15 **11,50 F**
LED rouge 3 mm les 15 **9,50 F**

MONACOR



- AG 1000. Générateur BF à grande plage de fréquence 10 Hz à 1 MHz 5 cal Tension sortie élevée, commutable sinusoïdale **1580 F**
- SG 1000. Générateur HF à grande plage de fréquence Modulateur interne et externe Prix **1453 F**
- PT 101. Multimètre mini avec miroir et 11 calibres **99 F**
- PT 1000. Multimètre mini avec cadran miroir et 15 calibres **126 F**
- DMT 870. Multimètre LCD 3 1/2 Positions Test de transistors/diodes prise 10 A **489 F**
- DMT 2200. Multimètre digital LCD 3 1/2 Positions 13 mm test de semi conducteurs et Prise 10 A **449 F**
- DMT 2400. Multimètre digital LCD 3 1/2 position conductibilité Test : (Siemens) (mesure de Beta) Semi conducteurs **645 F**

MULTIMÈTRES TEKELEC

- TE 3303. 2000 points 0,5% en VCC Acc et Acc jusqu'à 10A. Test de continuité sonore **699 F**
- TE 3301. 2000 points Jusqu'à 20 MΩ. Mesure transistor hfe Virgule flottante **565 F**

FREQUENCEMETRE THANDAR EN PROMOTION

- PMF 200. Affichage digital de 20 Hz à 200 MHz. PROMO **899 F**

GA LA MESURE FRANCAISE

- MAN'X 02 Contrôleur universel «caoutchouc» haute sensibilité 20 000 Ω/Volts **664 F**
- MAN'04. Contrôleur universel «caoutchouc» analogique haute sensibilité 40 000 Ω/Volts test diodes, semi-conducteurs, etc **913 F**
- CDA 8 Testeur de tension en continu et alternatif de 6 à 380 V **150 F**
- S150T1 Transformez votre multimètre numérique en capteur thermique de -50 à +150 °C **486 F**
- TD180. Thermomètre digital de -50 °C à +150 °C **688 F**

TESTEUR DE TRANSISTOR BK510

- Transistors, thyristors vérifiés sans dessouder ni connaître le branchement **1690 F**

OLP ELECTRONICS LA QUALITE PRO

CIRCUITS PREAMPLIFICATEURS - AMPLIS HYBRIDES ET MOS DE PUISSANCE - ALIMENTATIONS TORIQUES - TRANSFORMATEURS TORIQUES

KITS : ASSO - OK - PLUS. COFFRETS : TSM - TEKO - ELBOX - MECANORMA JELT. DES PRIX A TOUT CASSER...

- **AFFICHEURS ROUGE CATHODE**
Commune Les 4 pièces **25 F**
- **POCHETTE DE 10 POTENTIOMETRES**
Différentes valeurs **9 F**
- **POCHETTE DE 100 RESISTANCES**
50 valeurs **4,50 F**
- **PROMO FLASH**
UPC 1185 H **49 F**
- **DIODES DE REDRESSEMENT**
(Les 15 pièces)
BY 299 **17,50 F**
BY 127 **22 F**
1N 4001 **5,50 F**
1N 4005 **7 F**
1N 4007 **9,50 F**
- 1N 4148 **4,50 F**
- **SERIE RADIAL DISPONIBLE**
- **CONDENSATEURS CHIMIQUES SERIE AXIAL**
0,47 MF 63 V. le lot de 6 **3,50 F**
0,47 MF 250 V. le lot de 6 **4,50 F**
0,47 MF 350 V. le lot de 6 **4,50 F**
10 MF 250 V. le lot de 4 **5,00 F**
47 MF 10 V. le lot de 6 **3,50 F**
47 MF 40 V. le lot de 4 **3,50 F**
220 MF 40 V. le lot de 4 **7,00 F**
220 MF 63 V. le lot de 2 **5,00 F**
470 MF 10 V. le lot de 6 **6,50 F**
470 MF 16 V. le lot de 4 **6,50 F**
470 MF 40 V. le lot de 4 **8,00 F**
1000 MF 10 V. le lot de 4 **6,50 F**
2200 MF 10 V. le lot de 4 **8,50 F**
2200 MF 16 V. le lot de 2 **6,00 F**
4700 MF 16 V. le lot de 2 **9,00 F**

Beckman A ETABLI SES QUARTIERS CHEZ TERAL



- #### MULTIMÈTRES
- DM 77. Commutation automatique de gammes (Vcc, Vca, Acc, Aca, Ri) 0,5 % de précision en Vcc Position HI/LO pour mesure de résistance Calibre 10 A en AC et CC Test de continuité sonore **675 F**
 - 300 A. 2000 Points Affich cristaux liquides 7 fonctions 29 calibres **1090 F**
 - 3020. 2000 Points Affich cristaux liquides Précision 0,1 % 10 A CC/AC **1789 F**
- #### CAPACIMÈTRE
- CM20. 8 gammes de 200 pF à 2000 µF Affichage digital. Précision 0,5 % Protection sous tension par fusible Resolution 1 pF **990 F**
- #### FRÉQUENCEMETRE
- UC 10. de 5 Hz à 100 MHz atténua teur d'entrée 4 entrées de porte compteur d'impulsion **2800 F**
- #### GÉNÉRATEUR DE FONCTIONS
- FG2. Sinus carré triangle Fré quence 0,2 Hz à 2 MHz Sortie pulsée de 10 à 100 % Inverseur de signal **1698 F**
- #### SONDE THT
- HV 2212 **560 F**

- #### OSCILLOSCOPE
- DM 10. Compact toutes fonctions 0,8 % de précision en Vcc Test de diodes separe **445 F**
 - DM 15. Compact toutes fonctions Calibre 10 A CA et CC Test de diodes separe **599 F**
 - DM 20. Mêmes que DM 15 avec mesure de gain de transistors Mesure de conductance Position HI/LO pour mesure de résistance **669 F**
 - DM 25. Même que DM 15 avec mesure de capacité de conductance Position HI/LO pour mesure de resis tance Test de continuité sonore (buzzer) **799 F**
 - DM 73 Multimètre-sonde à commutation automatique (Vcc, Vca, Ri) 0,5% de précision en Vcc Bouton de maintien d'affichage. Test de continuité **629 F**



CENIRAD

LE PETIT GEANT

312 + 20 000 Ω/V 42 gammes Cordons detrompeurs Fusibles 5 x 20 **299 F**
Prix special rentrée

CATALOGUES ET DOCUMENTATION SUR DEMANDE



ELECTRONIQUE COLLEGE
TOUS LES KITS
DISPONIBLES
CHEZ TERAL

NOUS EXPEDIONS DANS TOUTE LA FRANCE