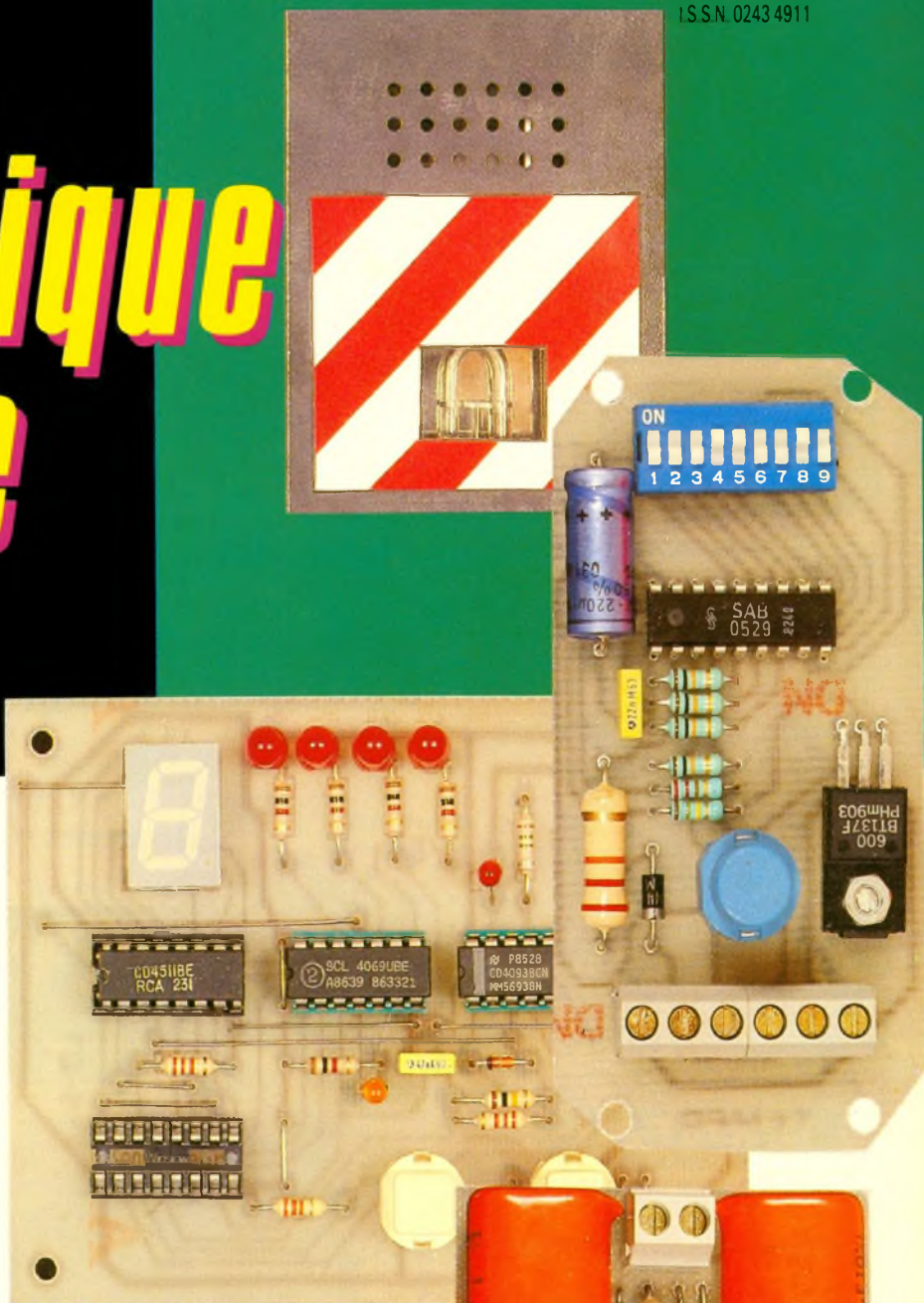
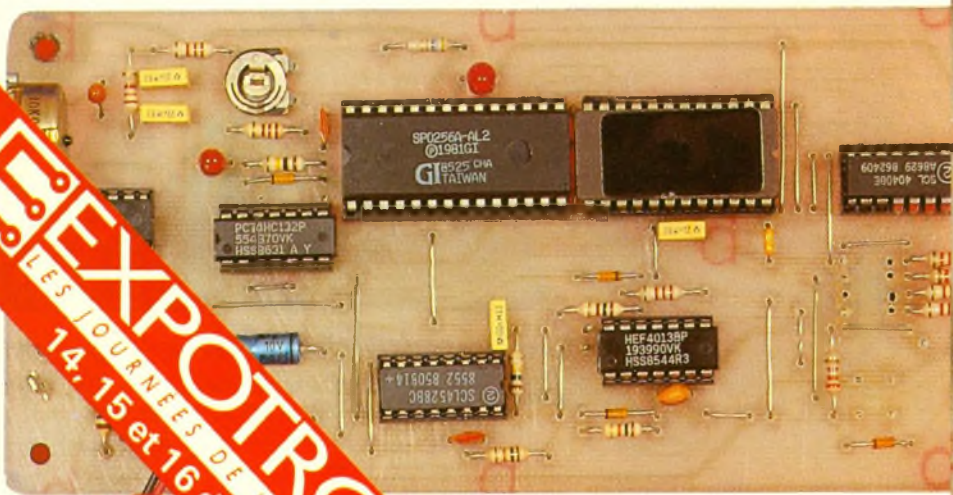


Electronique pratique

COMMANDE NUMERIQUE DE TRAINS
SYNTHETISEUR VOCAL ANGLAIS
COMMUTATEUR VIDEO 3 VOIES
MINUTERIE PROGRAMMABLE
ECLAIRAGE AMBIANT POUR T.V.
BALISE DE SIGNALISATION
OS 7010, OSCILLOSCOPE F.I., etc.



Sommaire détaillé page 34



T 2437 - 143 - 22,00 F

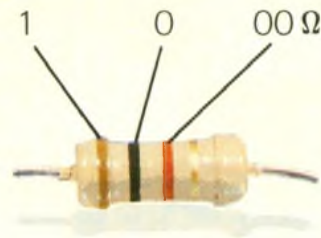


BELGIQUE : 158 FB - LUXEMBOURG : 158 FL - SUISSE : 6,20 FS - ESPAGNE : 450 Ptas - CANADA : \$ 4,25

EXPOTRONIC
 LES JOURNEES DE L'ELECTRONIQUE
 14, 15 et 16 décembre 1990

DECEMBRE 1990

Electronique pratique



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

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

FICHE TECHN.

CONFORT

AUTO

JEUX

MODELISME

MESURES

HIFI

GADGETS

INITIATION

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

Société anonyme au capital de 300 000 F.
2 à 12, rue Bellevue, 75940 Paris Cedex 19
Tél. 42 00 33 05 - Fax 42 41 89 40
Télex PVG 230 472 F

Directeur de la publication : M. SCHOCK
Directeur honoraire : Henri FIGHIERA
Rédacteur en chef : Bernard FIGHIERA
Secrétaire de rédaction : Christophe PICHON
Maquettes : Jacqueline BRUCE

Avec la participation de
Robert Knoerr, Jean-Luc Tissot, Philippe Bajcik, Patrice Wallerich, Pascal Beraud, Francis Bernard et Alain Garrigou

La Rédaction d'Electronique Pratique décline toute responsabilité quant aux opinions formulées dans les articles, celles-ci n'engagent que leurs auteurs.

PUBLICITE : Société Auxiliaire de Publicité, 70, rue Compans, 75940 Paris Cedex 19 - Tél. : 42 00 33 05 (lignes groupées) CCP Paris 3793-60

Directeur commercial : Jean-Pierre REITER

Chef de publicité : Pascal DECLERCK

Promotion : Société Auxiliaire de Publicité

Mauricette EHLINGER

70, rue Compans, 75019 Paris. Tél. : (1) 42 00 33 05

Direction des ventes : Joël PETAUTON

Inspection des ventes : Société PROMEVENTE,

M. Michel IATCA, 24-26, bd Poissonnière, 75009 Paris

Tél. : 45 23 25 60. Fax : 42 46 98 11.

Abonnements : Odette LESAUVAGE

Titre donné en location-gérance à la Société Parisienne

d'Édition, 2 à 12, rue de Bellevue, 75019 PARIS

Voir nos tarifs (spécial abonnements, p. 28).

En nous adressant votre abonnement, précisez sur l'enveloppe « SERVICE ABONNEMENTS », 2 à 12, RUE BELLEVUE, 75940 PARIS CEDEX 19

Important : Ne pas mentionner notre numéro de compte pour les paiements par chèque postal - Prix d'un numéro : 22 F.

Les règlements en espèces par courrier sont strictement interdits

ATTENTION ! Si vous êtes déjà abonné, vous faciliterez notre tâche en joignant à votre règlement soit l'une de vos dernières bandes-adresses, soit le relevé des indications qui y figurent. ● Pour tout changement d'adresse, joindre 2,30 F et la dernière bande



« Le précédent numéro a été tiré à 88 000 ex. »

SOMMAIRE N° 143 - DECEMBRE 1990

REALISEZ VOUS-MEMES

<i>Eclairage ambiant automatique pour TV</i>	35
<i>Minuterie programmable</i>	42
<i>Balise de signalisation</i>	45
<i>Contrôleur d'air ambiant</i>	51
<i>Commande de convois ferroviaires (I)</i>	60
<i>Commutateur vidéo</i>	67
<i>Synthétiseur vocal anglais</i>	77
<i>Visulogic 8 voies</i>	89

PRATIQUE ET INITIATION

<i>Technologie au collège (XVIII)</i>	97
<i>Oscilloscope OS 7010 de F.I.</i>	104
<i>Fiches techniques à découper</i>	109
<i>Logic 11</i>	111

DIVERS

<i>Salons EDUCATEC-EDUC'MAT</i>	86
<i>Nouveautés</i>	108
<i>Salon EXPOTRONIC</i>	116

UN ECLAIRAGE AMBIANT AUTOMATIQUE POUR TELEVISEUR



Tous les téléviseurs sont maintenant équipés de la télécommande, ce qui permet, entre autres, d'assurer leur mise en marche sans quitter son fauteuil. Le montage décrit dans cet article assure l'allumage automatique de l'éclairage d'ambiance du téléviseur dès que l'on télécommande le démarrage de ce dernier, à condition toutefois que l'obscurité de la pièce le justifie.

I - LE PRINCIPE

(fig. 1)

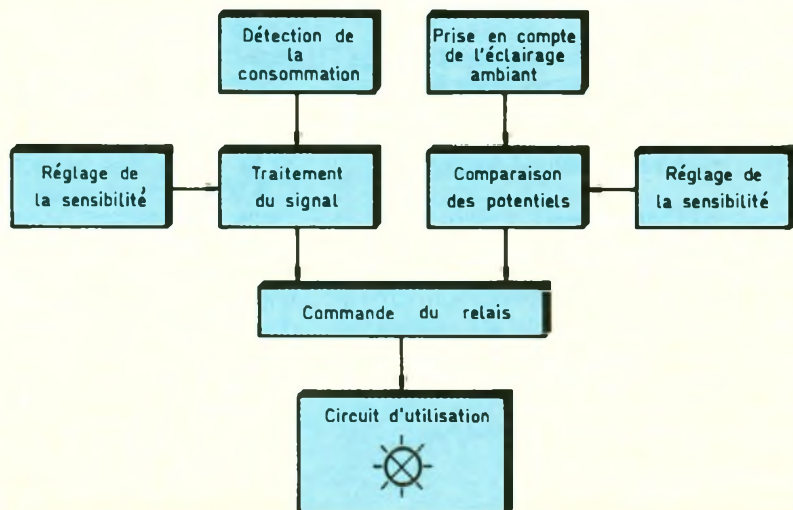
Si on désirait obtenir l'effet évoqué ci-dessus (et encore en excluant la prise en compte du facteur obscurité) sans ce montage, il serait nécessaire d'intervenir au niveau du circuit d'alimentation propre du téléviseur pour détecter le passage de l'état de veille à l'état de marche, ce qui risquerait d'être compliqué.

Notre montage fonctionne donc sur le principe de la détection de la consommation du téléviseur. En effet, à l'état de veille, la puissance d'un téléviseur n'est que de quelques watts. En revanche, elle passe à 40 ou 60 W (voire davantage), dès que l'on commande sa mise en marche. C'est ce critère qui se trouve détecté ; parallèlement à cette détection, une photorésistance permet d'évaluer le degré d'obscurité, et c'est la réunion de ces deux fac-



teurs qui aboutit en définitive à l'allumage de l'éclairage d'ambiance. Rappelons qu'un tel éclairage provoque un confort vi-

suel incontestable étant donné qu'il adoucit le contraste entre la lumière émise par l'écran et le « trou » noir qui l'entoure. Il s'agit souvent d'une simple ampoule de 15 ou de 20 W, disposée derrière le téléviseur de manière à provoquer un éclairage indirect très discret et dont le filament ne vient pas frapper la rétine du téléspectateur.



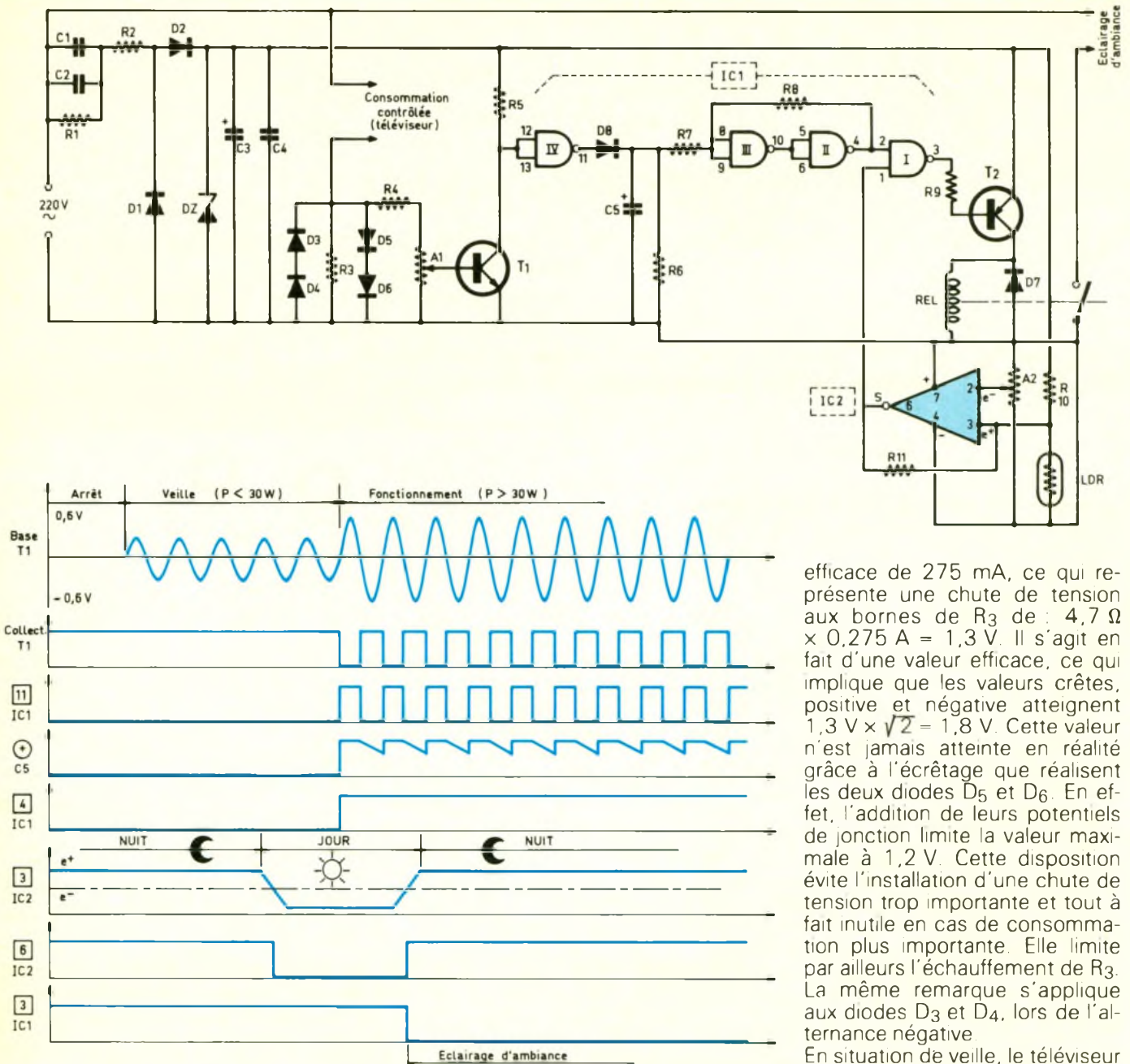
II - LE FONCTIONNEMENT

(fig. 2 et 3)

a) Alimentation

L'énergie nécessaire au fonctionnement du montage est directement prélevée du secteur 220 V par le biais d'un couplage capacitif. Pendant une alternance, les

2-3 Schéma électronique : on utilise comme interface de sortie, un relais commandé par un transistor/oscillogrammes de fonctionnement.



efficace de 275 mA, ce qui représente une chute de tension aux bornes de R₃ de : $4,7 \Omega \times 0,275 \text{ A} = 1,3 \text{ V}$. Il s'agit en fait d'une valeur efficace, ce qui implique que les valeurs crêtes, positive et négative atteignent $1,3 \text{ V} \times \sqrt{2} = 1,8 \text{ V}$. Cette valeur n'est jamais atteinte en réalité grâce à l'écrêtage que réalisent les deux diodes D₅ et D₆. En effet, l'addition de leurs potentiels de jonction limite la valeur maximale à 1,2 V. Cette disposition évite l'installation d'une chute de tension trop importante et tout à fait inutile en cas de consommation plus importante. Elle limite par ailleurs l'échauffement de R₃. La même remarque s'applique aux diodes D₃ et D₄, lors de l'alternance négative.

En situation de veille, le téléviseur testé ne consomme plus que 40 mA, ce qui représente une chute de tension de 0,2 V, et des maxima de 0,27 V.

Grâce à l'ajustable A₁, il est possible de prélever une fraction réglable de cette chute de tension. Si la valeur des maxima atteint 0,6 V au point médian de l'ajustable, le transistor T₁ commence à conduire ; il reste bloqué dans le cas contraire. Ainsi, par voie de réglage de A₁, on enregistre au niveau du collecteur de T₁ :

- un état haut permanent en cas de faible consommation du récepteur ;
- des impulsions négatives d'une fréquence de 50 Hz si la consommation atteint un seuil donné.

capacités C₁ et C₂ se chargent à travers R₂. Par la même occasion, la capacité C₃ se charge à une tension écrêtée à 12 V par la diode Zener D_Z. Lors de l'alternance suivante, les capacités C₁ et C₂ se déchargent et se rechargent en sens contraire sans affecter le montage situé en aval de D₂, grâce au shuntage que réalise D₁. On obtient ainsi un potentiel quasi continu de l'ordre de 12 V, disponible aux armatures des capacités C₃ et C₄, cette dernière assurant surtout un rôle d'antiparasitage.

La résistance de grande valeur R₁ décharge les capacités C₁ et C₂

si l'on débranche le montage ; cette disposition évite à l'utilisateur de ressentir une désagréable secousse s'il vient à toucher une partie conductrice du circuit.

b) Détection de la consommation

Le circuit d'alimentation du récepteur à contrôler comporte une résistance de faible valeur R₃ montée en série. La chute de tension alternative disponible aux bornes de cette résistance dépend bien sûr de la consommation détectée. Pour un téléviseur de 60 W, on relève une intensité

c) Mise en forme du signal

La porte NAND IV de IC₁ inverse l'état logique disponible sur le collecteur de T₁. En cas de consommation suffisamment importante, on relève donc des impulsions positives sur la sortie de cette porte. Ces dernières sont intégrées par le dispositif intégrateur formé par C₅, R₆ et la diode antiretour D₈. A chaque impulsion positive acheminée par D₈, C₅ se charge très rapidement. Lors des pauses séparant deux impulsions consécutives, C₅ ne peut se décharger que par la résistance R₆ de valeur assez importante. Il en résulte, sur l'armature de C₅, un potentiel ondulé dont les valeurs minimales restent cependant nettement supérieures à la demi-tension d'alimentation. Les portes NAND II et III constituent un trigger de Schmitt. Sur la sortie de ce dernier, on relève :

- un état haut stable en cas de détection d'une consommation donnée ;
- un état bas si la consommation détectée est jugée trop faible.

C'est le trigger qui assure la stabilité de ces situations ; en effet en cas de détection d'une consommation proche de la valeur limite, la sortie du trigger accusera un niveau logique nettement défini et sans oscillation, grâce à la réaction positive introduite par R₈ lors des basculements, dans un sens ou dans l'autre, des portes NAND II et III.

d) Prise en compte de l'éclairage ambiant

La LDR, qui est une photorésistance, est soumise à l'ambiance lumineuse dans laquelle est placé le téléviseur. Un tel composant présente une résistance relativement élevée, dépassant le mégohm, s'il se trouve placé dans l'obscurité. Cette valeur tombe à quelques centaines d'ohms si la LDR est éclairée.

Le point commun de la résistance R₁₀ et de la LDR est relié à l'entrée directe d'un « 741 ». L'entrée inverseuse de ce dernier est reliée au point médian d'un ajustable A₂, ce qui permet de régler à volonté le potentiel de référence sur cette entrée.

Si la LDR est soumise à un éclairage suffisant, le potentiel pré-

senté sur l'entrée directe est inférieur à celui de l'entrée inverseuse. La sortie du « 741 » présente alors un état bas.

En revanche, si la LDR est plongée dans l'obscurité, c'est le phénomène inverse qui se produit, et la sortie de IC₂ passe à l'état haut.

La résistance R₁₁ introduit une réaction positive une fois que IC₂ a basculé dans un sens ou dans l'autre. En effet, en cas d'enclenchement suite à une détection d'obscurité jugée suffisante, nous verrons plus loin que l'éclairage d'ambiance s'allume. Bien que la LDR soit orientée de façon à subir le moins possible les effets de cet éclairage, sa résistance diminuera tout de même un peu. La réaction positive en provenance de la sortie du « 741 » sur l'entrée directe, par le biais de R₁₁ neutralise cet effet, et confère une bonne stabilité au montage. Le même raisonnement peut d'ailleurs s'appliquer au cas où, suite à l'allumage de l'éclairage principal de la pièce, l'éclairage d'ambiance viendrait à s'éteindre. Egalement dans ce cas, R₁₁ stabilise la situation malgré une légère diminution supplémentaire d'éclairage due à l'extinction de l'éclairage d'ambiance du téléviseur.

En définitive, on relève sur la sortie de la porte NAND I :

- un état bas si les deux conditions : consommation seuil du récepteur et obscurité suffisante sont remplies ;
- un état haut si l'une ou l'autre de ces deux conditions (ou les deux) n'est pas remplie.

e) Circuit de commande de l'éclairage ambiant

Dès l'apparition d'un état bas sur la sortie de la porte NAND I, le transistor PNP T₂ se sature. Il comporte dans son circuit collecteur un relais de 12 V. Celui-ci se ferme, ce qui assure l'alimentation de l'éclairage d'ambiance du téléviseur.

La diode D₇ protège T₂ des effets liés à la surtension générée par la self, lors des coupures.

III - LA REALISATION

a) Circuit imprimé (fig. 4)

Il se pose peu de problèmes au niveau de sa réalisation étant

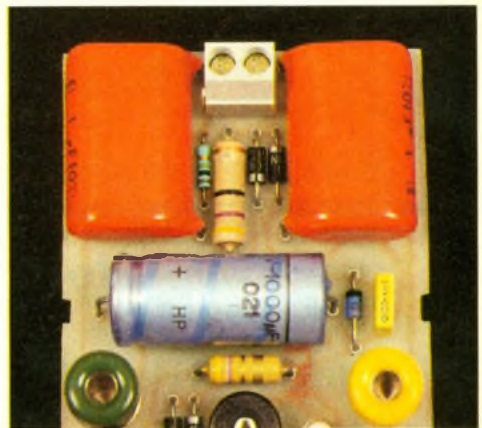
donné que la configuration des pistes n'est pas très dense. Après avoir bien dégraissé la face cuivrée du verre époxy, des éléments de transfert type Meca-norma pourront y être directement appliqués. Un conseil cependant : procurez-vous auparavant tous les composants nécessaires afin de pouvoir, le cas échéant, modifier le tracé du circuit en cas de brochage différent du relais par exemple.

Par la suite, le circuit sera plongé dans un bain de perchlorure de fer pour la gravure. Après un abondant rinçage à l'eau tiède, toutes les pastilles pourront être percées avec un foret de 0,8 mm de diamètre. Certaines seront à agrandir, puisque destinées à recevoir des connexions de composants plus volumineux tels que les capacités, le relais, les ajustables et le bornier soudable. Les trous destinés à la soudure des embases banane seront à percer à 2,5 mm. Enfin, il serait souhai-

Les quatre embases-banane seront fixées directement sur le circuit imprimé.



De couleur orange, les condensateurs C1 et C2 font chuter la tension du secteur.



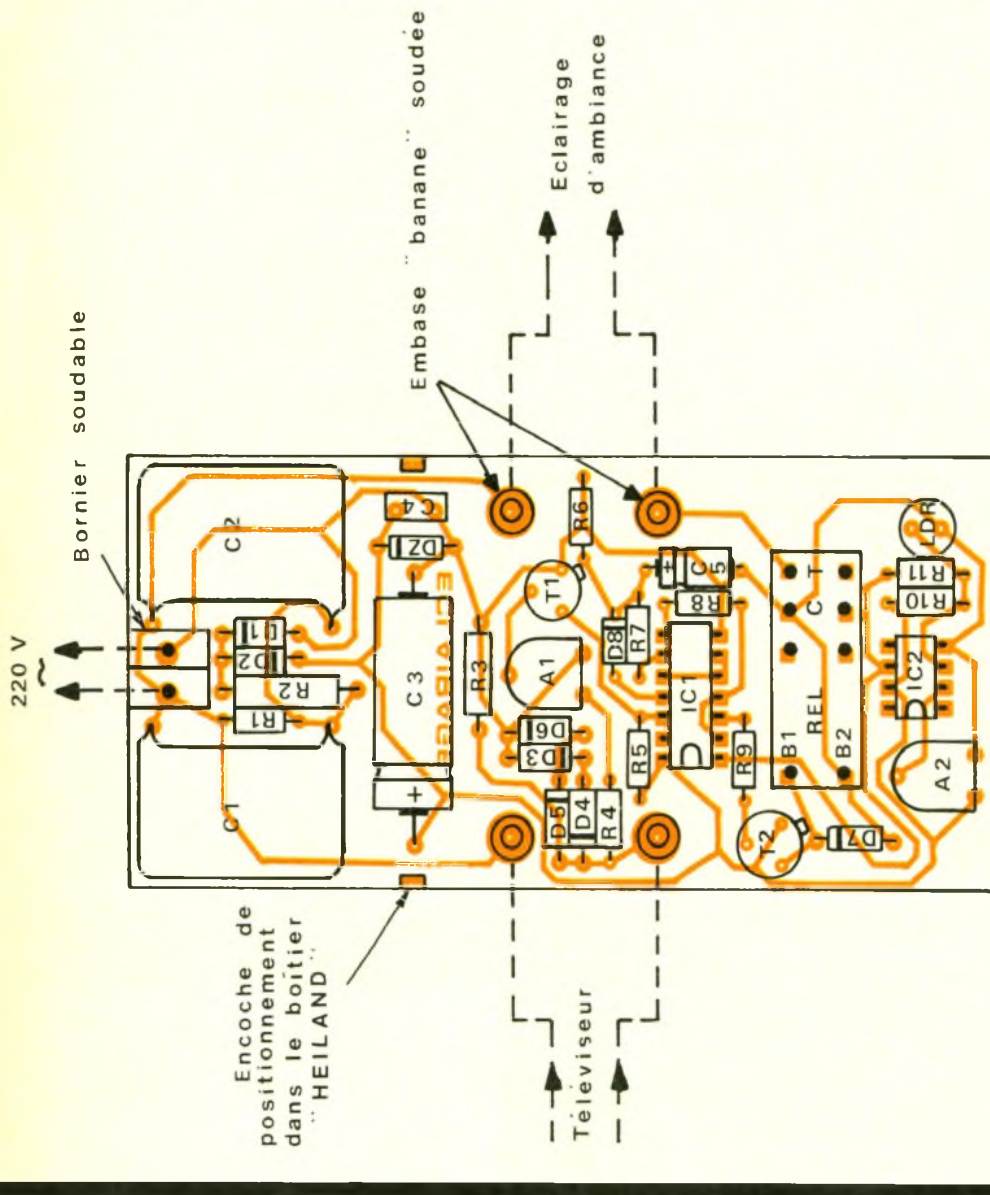
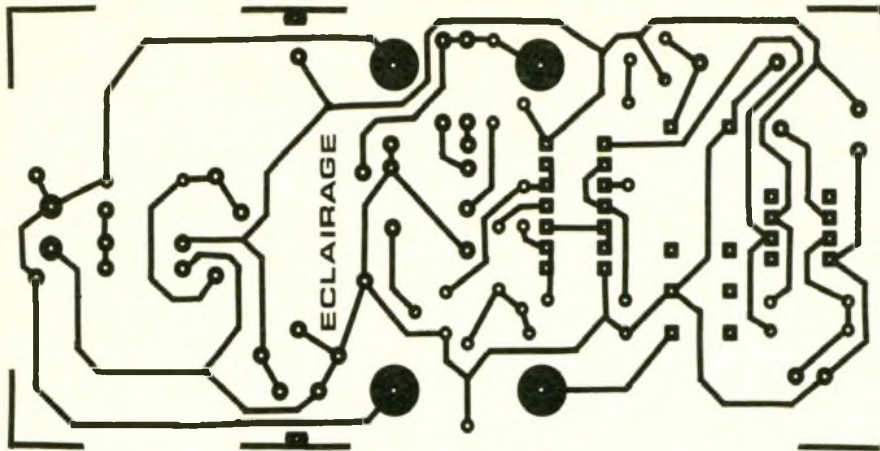


table d'étamer les pistes des circuits imprimés pour leur donner une meilleure tenue. On n'oubliera pas de pratiquer deux encoches latérales de positionnement du circuit imprimé dans le boîtier Heiland.

b) Implantation des composants (fig. 5)

On implantera en premier lieu la diode D_8 et la diode Zener D_7 . Ensuite, ce sera le tour des résistances, des diodes D_1 à D_7 , des

ajustables, des transistors, des capacités et de la LDR. On soudera ensuite le bornier, le relais et les embases banane en les positionnant bien verticalement.

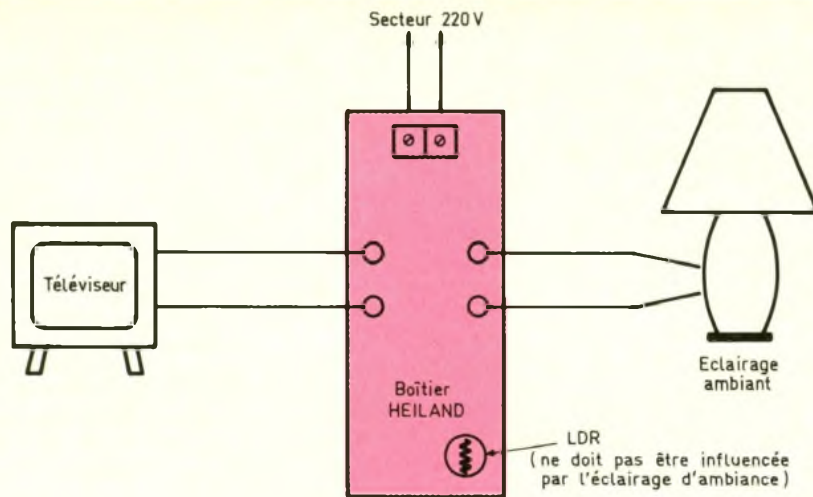
Les deux circuits intégrés seront implantés en fin d'opération. Attention de prévoir un temps de refroidissement suffisant entre deux soudures consécutives sur les broches d'un même circuit intégré. Attention aussi au respect de l'orientation de tous les composants polarisés. Toute erreur à ce niveau compromet totalement les chances de fonctionnement du montage, sans parler de la détérioration des composants.

Une fois toutes les implantations achevées, on débarrassera le circuit imprimé des traces de vernis laissées par le décapant contenu dans le fil de soudure. Cela peut se réaliser à l'aide d'un pinceau imbibé d'un peu d'acétone.

c) Montage et réglages

Le boîtier transparent Heiland présente l'avantage de pouvoir être coupé à la longueur souhaitée, suivant celle du circuit imprimé lui-même. Cette opération étant réalisée, le circuit peut être présenté dans son emplacement définitif, ce qui permet de prendre les mesures sur le couvercle dans le but de pratiquer les découpes nécessaires. Il s'agit :

- d'une découpe rectangulaire destinée au passage du relais, sauf si ce dernier est moins haut que celui utilisé par l'auteur ;
- des trous de passage des canons isolants des embases banane ;
- des trous d'accès au bornier par l'intermédiaire d'un tournevis soudable et aux deux ajustables. Ensuite, le montage peut être mis sous tension comme l'indique la figure 6. Dans un premier temps, on réglera le curseur de l'ajustable A_1 . La sensibilité de détection de celui-ci augmente si on tourne le curseur dans le sens des aiguilles d'une montre. La vérification de l'enclenchement pourra se faire à l'aide d'un contrôleur branché entre le « moins » de C_3 par exemple et la borne inférieure de R_8 . On recherchera le seuil d'enclenchement correspondant à la consommation du téléviseur en partant de la position extrême droite du curseur et en s'arrêtant à l'enclenchement. On reviendra ensuite légèrement en arrière, dans le sens des aiguilles d'une

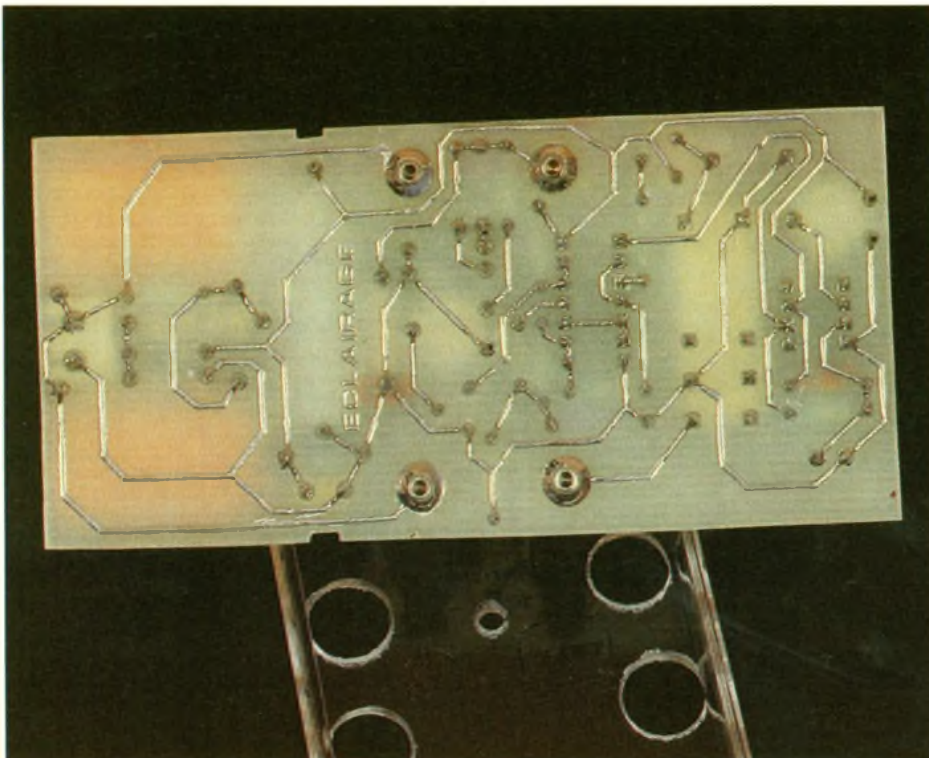


montre, afin de conférer une bonne stabilité au montage. Le réglage de A_2 peut également se réaliser de façon expérimentale en procédant en pièce obscure et avec le boîtier placé dans sa future position définitive auprès du téléviseur. Rappelons que la LDR ne doit pas subir l'influence de l'éclairage ambiant commandé. En agissant sur le curseur de A_2 , on déplace dans un sens ou dans l'autre le seuil d'enclenchement du « 741 », en l'adaptant ainsi à une obscurité donnée. Cette opération est à effectuer le téléviseur branché et le

réglage précédent correctement réalisé ; dans le cas contraire, on ne pourra pas constater l'enclenchement du relais commandant l'éclairage ambiant. Enfin pour terminer, il faut avoir constamment à l'esprit que n'importe quel point du montage présente une tension de 220 V par rapport à la terre. Une bonne précaution consiste à réaliser les réglages avec un tournevis à manche isolé et sur des ajustables que l'on aura choisis à axe central en matière isolante

Robert KNOERR

Vue du circuit imprimé, côté cuivre



LISTE DES COMPOSANTS

- R_1 : 1 M Ω (marron, noir, vert)
 R_2 : 47 Ω /2 W (jaune, violet, noir)
 R_3 : 4,7 Ω /1 W (jaune, violet, or)
 R_4 : 1 k Ω (marron, noir, rouge)
 R_5 : 33 k Ω (orange, orange, orange)
 R_6 : 47 k Ω (jaune, violet, orange)
 R_7 : 22 k Ω (rouge, rouge, orange)
 R_8 : 220 k Ω (rouge, rouge, jaune)
 R_9 : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)
 R_{10} : 100 k Ω (marron, noir, jaune)
 R_{11} : 470 k Ω (jaune, violet, jaune)
 A_1 : ajustable 22 k Ω , implantation horizontale, pas de 5,08
 A_2 : ajustable 220 k Ω , implantation horizontale, pas de 5,08
 D_1 à D_7 : 7 diodes 1N4007
 D_8 : diode-signal 1N4148, 914
 D_Z : diode Zener 12 V/1,3 W
LDR : photorésistance
 C_1 et C_2 : 2 x 1 μ F/400 V mylar
 C_3 : 1 000 μ F/16 V
 C_4 : 0,1 μ F milfeuil
 C_5 : 22 μ F/16 V
 T_1 : transistor NPN BC 108C, 109C
 T_2 : transistor PNP 2N 2905
 IC_1 : CD 4001, (4 portes NAND à 2 entrées)
 IC_2 : μ A 741 (ampli-op)
Relais 12 V/1 RT
4 embases banane (extrémité soudable)
Bornier soudable (2 bornes)
Boîtier transparent Heiland (142 x 57 x 23)

E.T.S.F. recherche auteurs dans le domaine de l'électronique de loisirs

**Ecrire ou téléphoner à
B. FIGHIERA
2 à 12, rue de Bellevue
75019 PARIS
Tél. : (1) 42 00 33 05**

UNE MINUTERIE SECTEUR PROGRAMMABLE

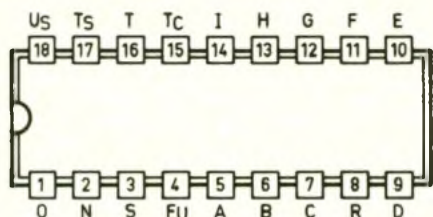
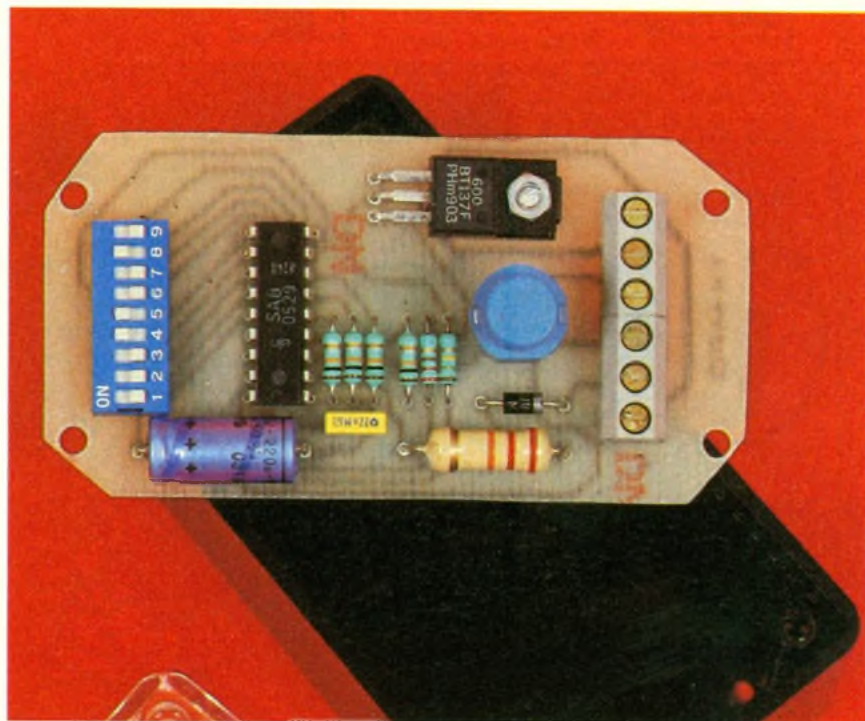
La réalisation extrêmement simple de cette minuterie repose sur la mise en œuvre d'un temporisateur numérique programmable élaboré par la société Siemens : le SAB 0529.



I - LE FONCTIONNEMENT

a) Le SAB 0529

Il s'agit d'un circuit intégré remarquable qui allie une très large plage de programmation de la temporisation à un nombre on ne peut plus réduit de composants périphériques. Il fonctionne directement sur le secteur dont le 50 Hz constitue la base de temps de son horlogerie interne. La gâchette du triac d'utilisation est directement alimentée par un courant d'amorçage que l'on peut synchroniser soit par la tension, si la charge alimentée est purement résistive (ex : radiateur), soit par le courant en cas



de charge inductive ou capacitive.

La **figure 1** indique le brochage de ce circuit intégré. La dénomination des broches est la suivante :

Broche	Fonctions
1	O - Masse
2	N - Tension secteur <i>via</i> résistance
3	S - Start
4	FU - Mode de fonctionnement
5	A -
6	B -
7	C -
8	R - Remise à zéro
9	D - Durée de base x 1
10	E - Durée de base x 2
11	F - Durée de base x 4
12	G - Durée de base x 8
13	H - Durée de base x 16
14	I - Durée de base x 32
15	TC - Mode de déclenchement du triac d'utilisation
16	T - Commande du triac
17	T _S - Synchronisation du triac
18	U _S - Tension d'alimentation positive.

b) La minuterie (fig. 2 et 3)

1. Alimentation

La broche 18 (U_S) est directement reliée à l'une des phases du secteur. L'autre phase est reliée à la broche 2 *via* une résistance R₇ et une diode D. Le filtrage est assuré par la capacité C₁ montée entre U_S qui devient ainsi le « plus » de l'alimentation et la broche 1 (O) qui représente le « moins ». Entre ces deux points s'établit une tension continue de l'ordre de 6,8 à 7 V. A noter que la résistance de limitation R₇, de valeur relativement importante (22 kΩ) doit être capable de dissiper une puissance suffisante d'environ 1,5 W.

2. Démarrage de la temporisation

Il suffit de soumettre, pendant une durée supérieure à 20 ms, l'entrée S (start) à l'état haut.

Durée de base				
N° interrupteur micro-switch	Plage			Durée
	A	B	C	
1	0	0	0	1 S
2	0	0	1	3 S
3	0	1	0	10 S
4	0	1	1	30 S
5	1	0	0	1 min
6	1	0	1	3 min
7	1	1	0	10 min
8	1	1	1	30 min

Durée globale						
Coefficient multiplicateur de la durée de base						
Ecriture binaire de ce nombre						
1	2	3	4	5	6	
I	H	G	F	E	D	
2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰	
32	16	8	4	2	1	

La durée minimale programmable est de 1 seconde (000100000) et la durée maximale est de 31 heures 30 minutes (111 111111). Notons que toute sollicitation du bouton-poussoir pendant la temporisation a pour effet la remise à zéro de celle-ci.

4. Commande du triac d'utilisation

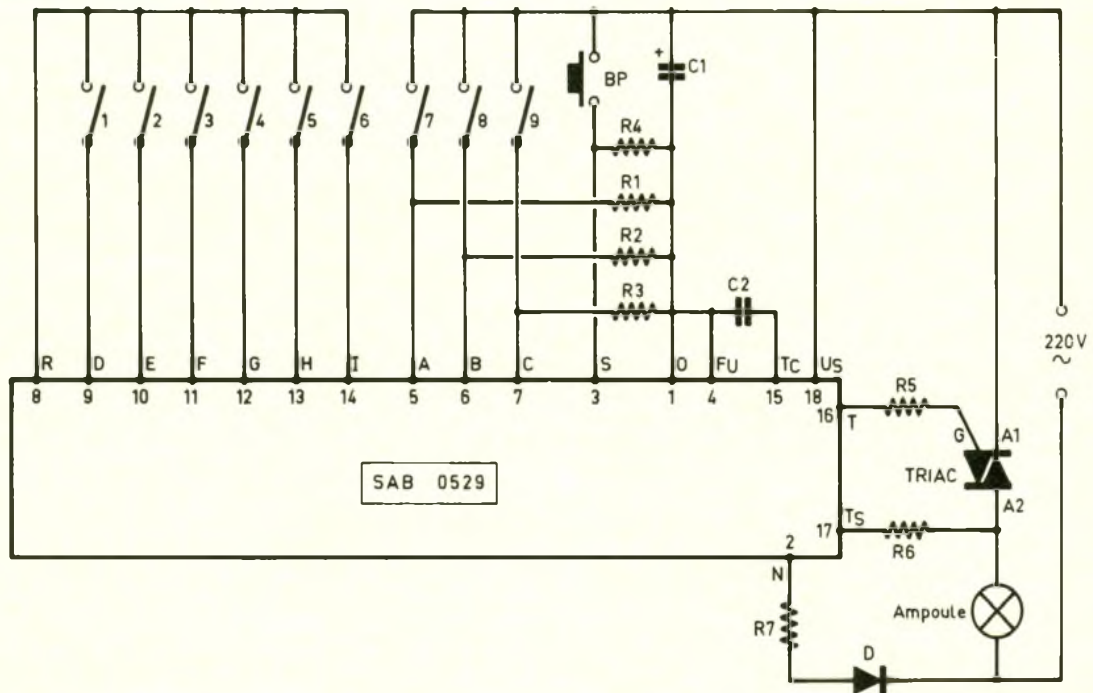
Le triac fonctionne ici dans un quadrant correspondant à une

2

Tableau de programmation du SAB 0529

3

Schéma électronique de la minuterie



Cette entrée reste normalement soumise à un état bas par le biais de la résistance R₄. Du fait que l'entrée FU est reliée à l'état bas, la temporisation démarre dès que l'on appuie sur le bouton-poussoir BP en même temps d'ailleurs que la conduction du triac d'utilisation. Si on avait relié FU à l'état haut, on constaterait toujours la conduction immédiate du triac dès l'appui sur BP, mais la temporisation ne prendrait son départ qu'au moment du relâchement.

3. Programmation de la durée de la temporisation

Les entrées A, B et C servent à fixer la durée de base. Le premier tableau de la figure 2 indique les valeurs obtenues suivant que ces entrées se trouvent reliées à des états bas ou hauts. Cette disposition binaire donne 2³ = 8 possibilités de programmation de la durée de base.

Quant aux entrées D, E, F, G, H et I, elles permettent de définir un nombre N compris entre 1 et 63. Ce nombre est à multiplier par la durée de base précédemment évoquée.

Le second tableau de la figure 2 montre comment programmer ce nombre. Dans la pratique, il suffit de fermer un ou plusieurs des interrupteurs reliant les entrées D à I, à l'entrée de remise à zéro R.

Exemple de programmation :

7	8	9	1	2	3	4	5	6
A	B	C	D	E	F	G	H	I
0	1	1	1	0	0	1	1	0
30 s			1 + 8 + 16 = 25					
30 s × 25 = 750 s								
soit 12 minutes 30 secondes								

« extraction » de courant par la gâchette, c'est-à-dire par l'apparition d'un état bas sur la sortie T. Le courant est limité par la résistance R₅. En réalité, il ne se produit qu'une impulsion négative d'amorçage du triac au moment précis où le courant d'utilisation passe par la valeur zéro, ce qui élimine les problèmes liés à la commutation. Cette synchronisation à partir du courant de charge

N° interrupteurs

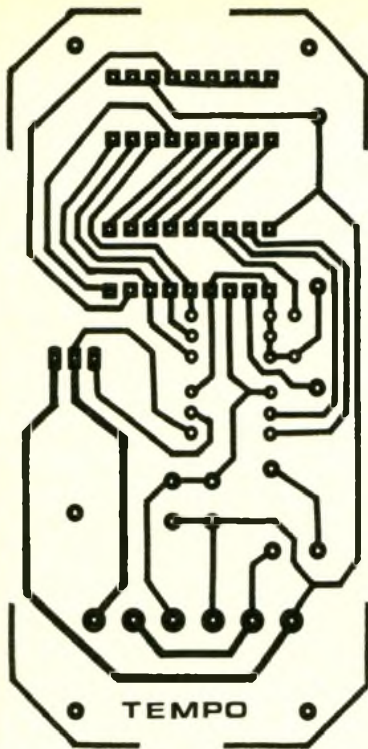
Nom des broches

Code binaire appliqué

Temps programmé

4-5

Tracé du C.I.
et schéma
d'implantation,
à l'échelle 1.



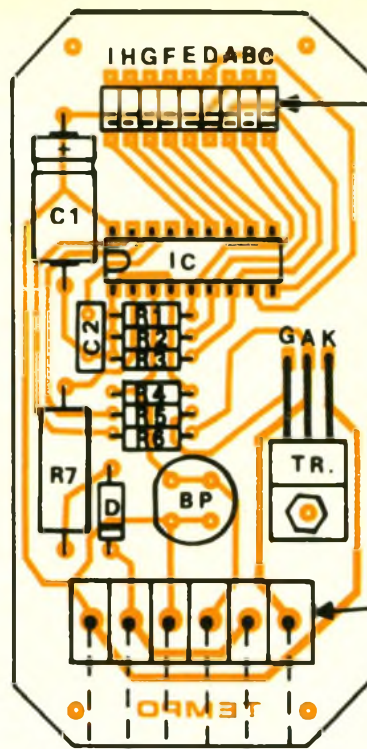
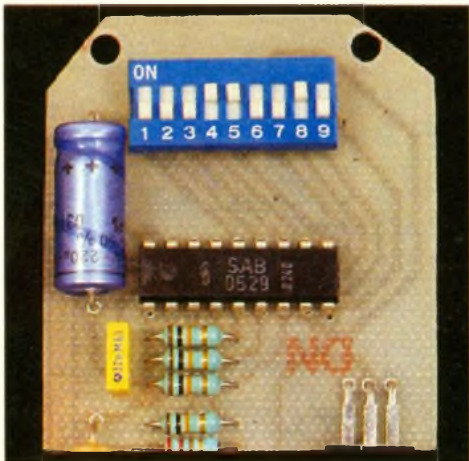
est gérée par le circuit intégré, via la résistance R_6 et l'entrée T_5 . Grâce à cette disposition, la charge peut être purement ohmique, capacitive ou inductive. Il s'agit donc d'un système de commande autorisant une utilisation relativement universelle du temporisateur.

II - LA REALISATION

a) Le circuit imprimé (fig. 4)

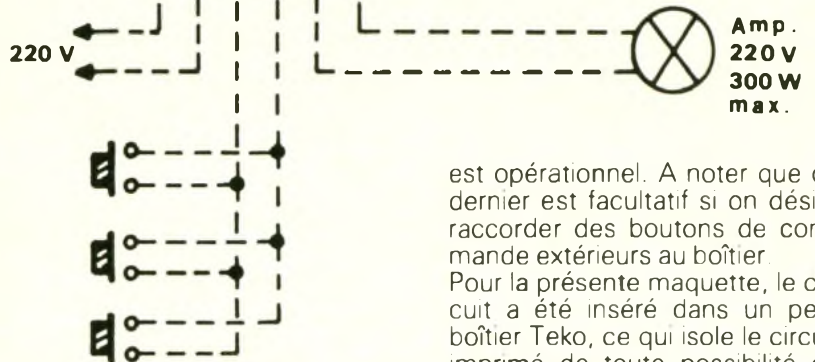
On peut remarquer que le circuit imprimé est très simple. Sa réalisation ne posera aucun problème particulier. Les éléments de transfert, bandelettes et pastilles adhésives Mecanorma, peuvent être directement appliqués sur la face cuivrée (dégraissée auparavant) du verre époxy.

Vue du SAB 0529 et des microswitches de programmation.



Micro-switch
(9 interrupteurs)

Bornier soudable



est opérationnel. A noter que ce dernier est facultatif si on désire raccorder des boutons de commande extérieurs au boîtier. Pour la présente maquette, le circuit a été inséré dans un petit boîtier Teko, ce qui isole le circuit imprimé de toute possibilité de contact direct avec l'utilisateur. Il convient en effet de rappeler que de nombreux points du montage se retrouvent au potentiel 220 V par rapport à la terre, ce qui exige un minimum de précautions au niveau de la manipulation.

Par la suite, le circuit sera plongé dans un bain de perchlorure de fer pour gravure. Après un rinçage abondant, toutes les pastilles seront percées à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre. Certains trous seront à agrandir à 1 ou à 1,3 mm suivant le diamètre des connexions des composants auxquels ils sont destinés.

L'implantation des composants (fig. 5)

On plantera d'abord les résistances 1/4 W, puis celle de 2 W (R_7) et la diode D. Ensuite, ce sera le tour des capacités, du triac, du microswitch et du bornier soudable. Enfin, on passera à la soudure du circuit intégré. Il est important de ménager un temps de refroidissement suffisant entre deux soldures consécutives sur les broches de ce circuit. Il va sans dire qu'il est également vital, pour les composants polarisés, de respecter leur orientation : C_1 , D et IC. Il ne reste plus qu'à souder le bouton-poussoir, et le montage

LISTE DES COMPOSANTS

- R_1 à R_4 : 4 x 10 k Ω (marron, noir, orange)
- R_5 : 220 Ω (rouge, rouge, marron)
- R_6 : 150 k Ω (marron, vert, jaune)
- R_7 : 22 k Ω /2 W (rouge, rouge, orange)
- D : diode 1N4007
- C_1 : 220 μ F/10 V – Electrolytique
- C_2 : 22 nF – milfeuil
- TR : triac 6 A
- IC : SAB 0529 – Siemens
- BP : bouton-poussoir à contact travail pour CI
- Microswitches (9 interrupteurs)
- Bornier soudable (6 bornes)
- Boîtier Teko transparent série Coffre (100 x 55 x 30)

UNE BALISE DE SIGNALISATION POUR VOITURE



Lors d'un arrêt sur le bas-côté d'une route, dans le cas d'une panne ou pour toute autre raison, il est important que le véhicule soit bien signalé pour d'évidentes raisons de sécurité, surtout en cas de mauvaise visibilité liée aux conditions atmosphériques.

C'est le rôle de cette balise de signalisation par tube à éclats, directement alimentée par la batterie du véhicule et dont l'efficacité lumineuse est bien supérieure à celle des feux de détresse, qu'elle complète utilement.

I - LE PRINCIPE (fig. 1)

La pièce maîtresse de cette balise est un tube à éclats stroboscopique de 30 ou de 40 joules de puissance. Un tel tube nécessite, pour son fonctionnement, une tension continue de l'ordre de 250 V. Alors que la réalisation d'une telle source d'énergie ne pose pas de problème particulier lorsque l'on dispose du 220 V

fourni par le secteur, il n'en est pas de même quand l'énergie disponible est contenue dans une batterie d'accumulateurs de 12 V.

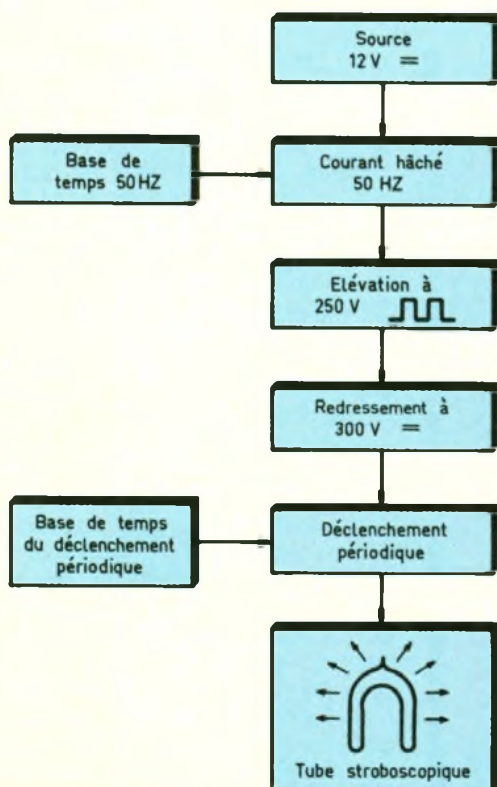
Le schéma de principe fait donc appel en première étape à un dispositif de hachage du courant continu 12 V à 50 Hz, pour alimenter le secondaire d'un transformateur fonctionnant en élévateur de tension. Le 220 V obtenu est ensuite redressé puis filtré par une capacité suffisante. Une base de temps délivre une impulsion périodique de commande, qui après une amplification ap-

propriée déclenche la décharge du tube stroboscopique. Il en résulte un bref éclat lumineux relativement intense, donc bien visible. Il est possible de régler la périodicité des déclenchements à la valeur souhaitée.

II - LE FONCTIONNEMENT (fig. 2 et 3)

a) Alimentation

L'énergie est prélevée directement de la batterie 12 V du véhicule par l'intermédiaire d'une fi-

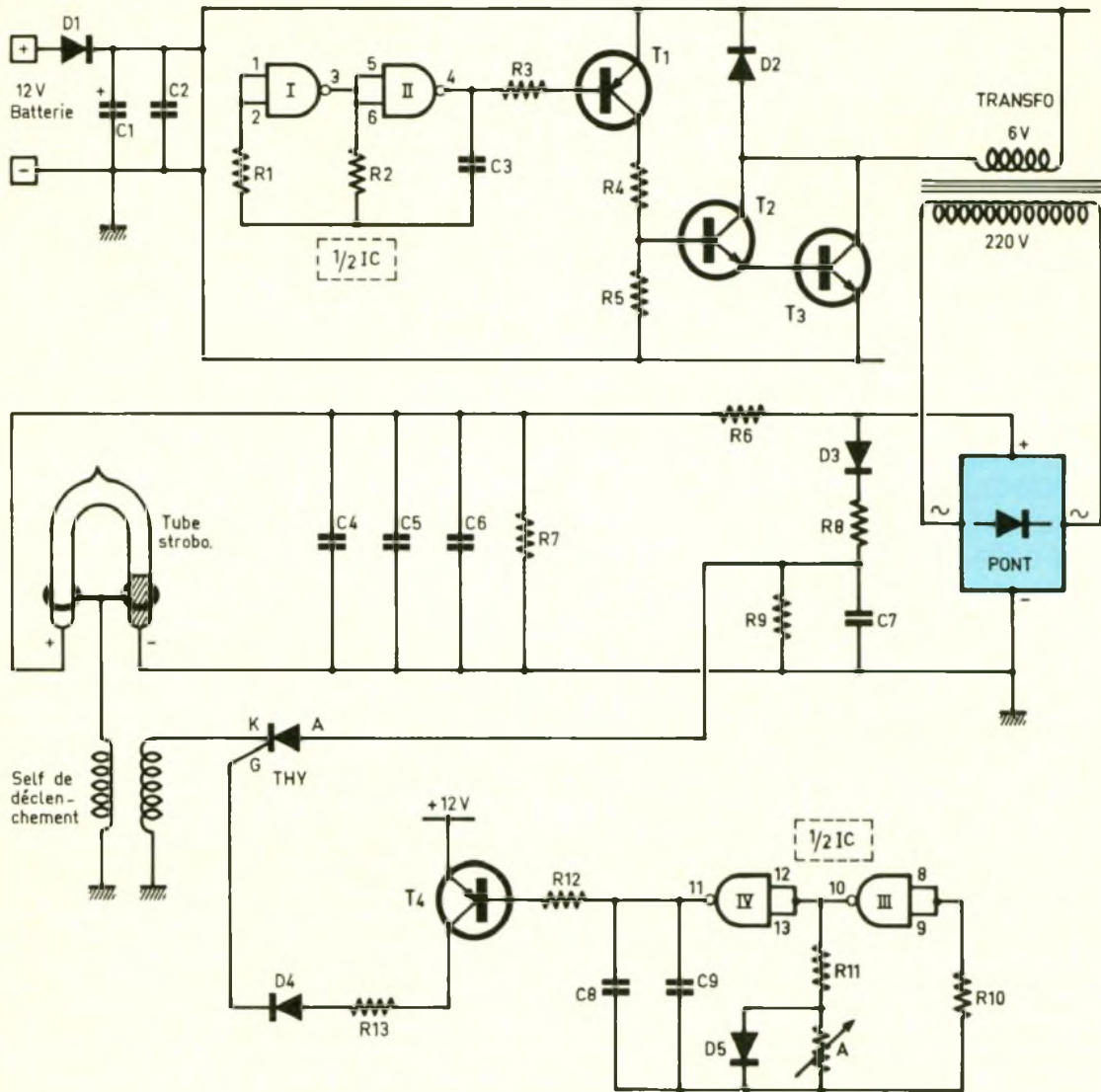


1

Schéma synoptique du fonctionnement

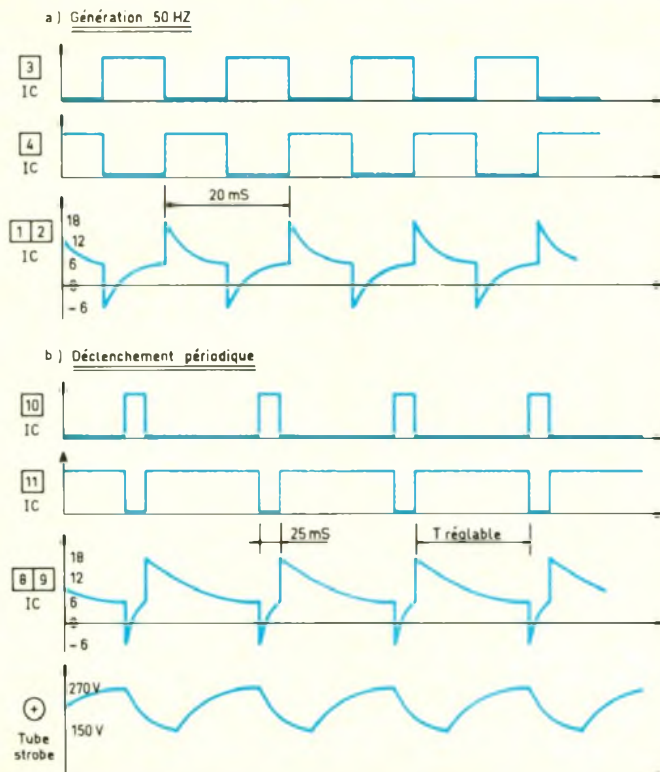
2

Schéma électronique de la balise de signalisation, utilisant un tube stroboscopique et un système élévateur de tension.



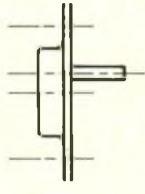
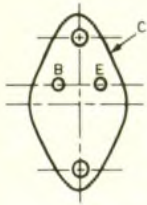
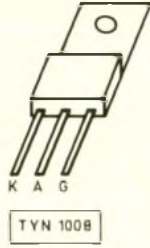
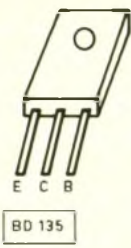
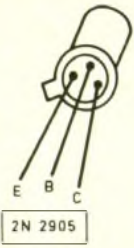
3

Oscillogramme de fonctionnement :
a) génération du 50 Hz
b) déclenchement périodique.



che s'insérant dans la prise de l'allume-cigares par exemple. La diode D_1 fait office de détrompeur ; ainsi, en cas d'erreur de polarité, le circuit aval ne subit aucun dommage. La capacité C_1 réalise un filtrage complémentaire des ondulations causées par la rotation de l'alternateur, surtout si ce dernier tourne à faible vitesse lorsque le moteur est au ralenti. La capacité C_2 est principalement chargée d'écouler les fréquences parasites.

Lors du fonctionnement, on enregistre une consommation de l'ordre de 0,9 à 1 A, ce qui représente une puissance moyenne d'environ 12 W. Il faut tenir compte de cette intensité dans la définition de la section du cordon de raccordement, surtout si ce dernier est assez long. Ainsi, pour une longueur de 10 mètres, il convient de retenir une section de l'ordre du millimètre carré, afin de ne pas créer une trop grande chute de tension.



2N 3055

4

Brochage de divers semi-conducteurs.

capacité C_3 subit des charges et des décharges suivies par les mêmes phénomènes en sens inverse, au rythme du basculement des portes. Les valeurs de R_2 et de C_3 ont été calculées de manière que le multivibrateur délivre des créneaux de rapport cyclique 50 % et à une périodicité de 20 ms, c'est-à-dire 50 Hz. Ces créneaux subissent une amplification en intensité par un premier transistor T_1 . Le collecteur de ce dernier alimente ensuite, via la résistance de limitation R_4 , la base d'un transistor de moyenne puissance T_2 , qui est couplé avec un transistor de puissance T_3 , de façon à constituer un Darlington. Le secondaire du transformateur se retrouve inséré dans le circuit collecteur de cet étage.

On recueille ainsi, au niveau de l'enroulement primaire du transformateur, un courant alternatif dont la valeur en tant que telle n'est pas très significative, étant donné qu'il ne s'agit pas d'une

tension sinusoïdale, ni carrée d'ailleurs. Mais peu importe, puisque ce potentiel sera redressé par la suite. La diode D_2 protège le couple T_2/T_3 des effets liés à la surtension de self, lors de chaque blocage du Darlington.

c) Production de la haute tension continue

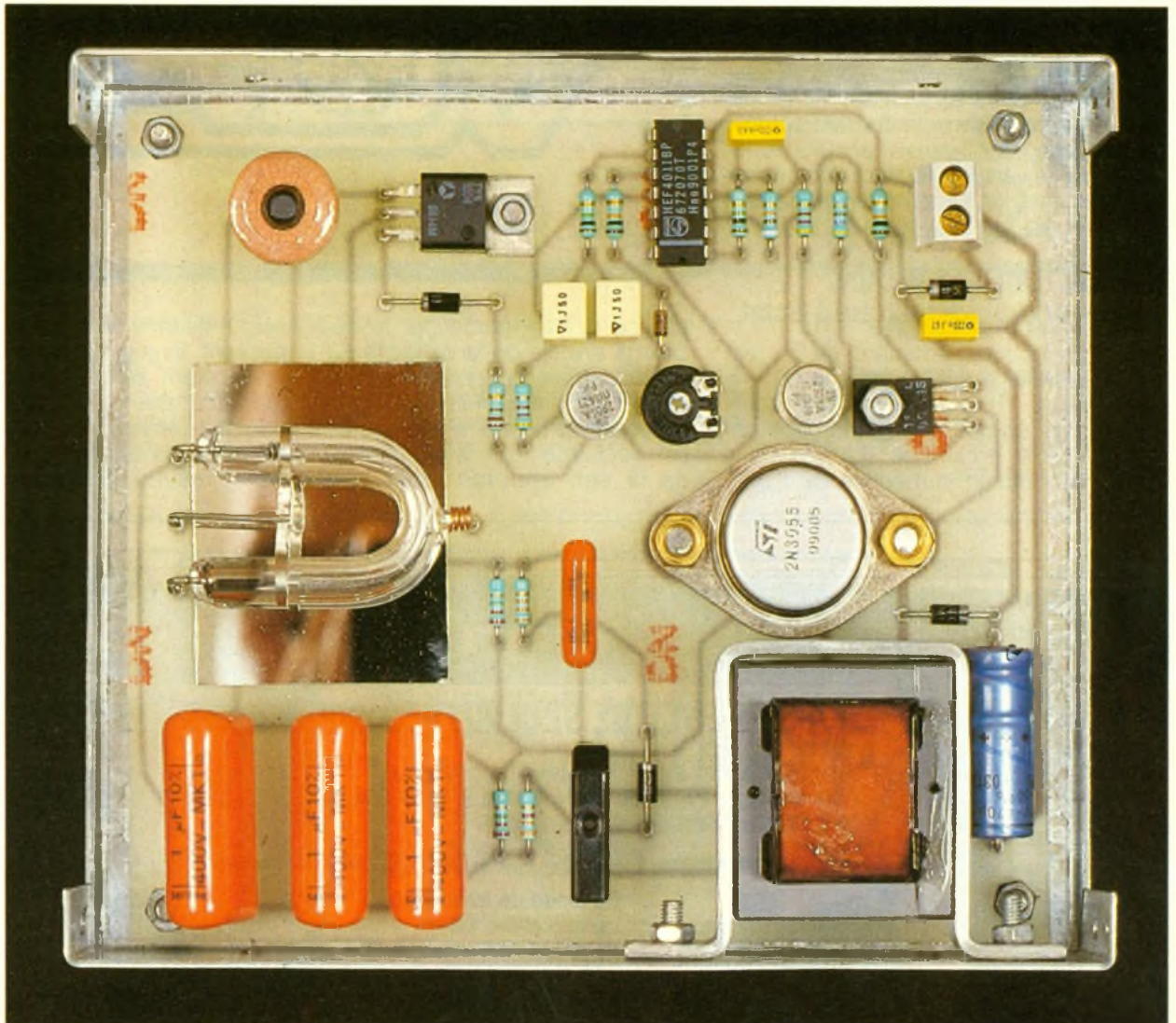
Le potentiel alternatif évoqué précédemment est ensuite pris en compte par un pont dont les diodes redressent les deux alternances. Par l'intermédiaire de R_6 , le groupement en parallèle des trois capacités C_4 à C_6 se charge assez rapidement à une valeur continue de l'ordre de 250 à 300 V. Il en est de même en ce qui concerne la capacité de plus faible valeur C_7 , qui se charge à travers R_8 et D_3 .

Les résistances de forte valeur R_7 et R_9 déchargent les capacités lorsque l'on cesse d'alimenter le

b) Production du 220 V/50 Hz

Les portes NAND I et II contenues dans le boîtier IC sont montées en multivibrateur astable. La

Vue supérieure de la platine, côté composants.



montage ; cette précaution évite à l'utilisateur de ressentir une désagréable secousse s'il venait à toucher l'armature positive des capacités de charge. On peut noter que celles-ci doivent se caractériser par une tension d'isolement de 400 V pour éviter toute destruction par claquage.

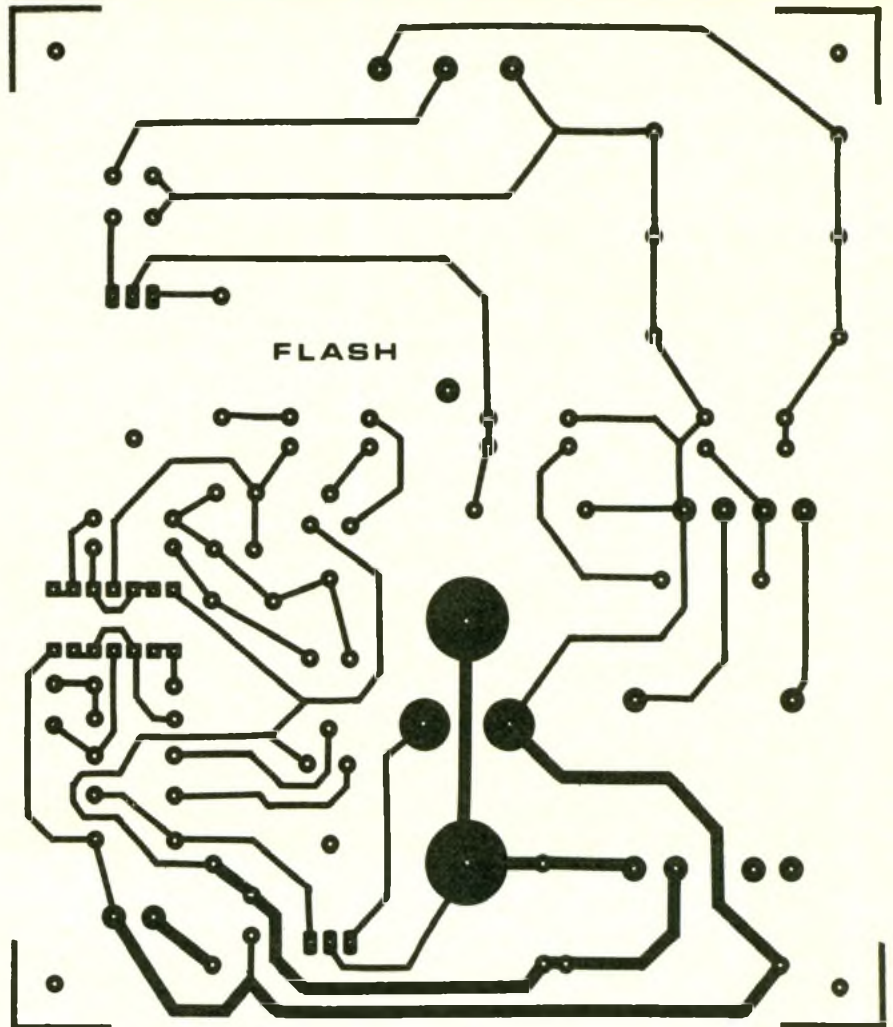
d) Base de temps du déclenchement périodique

Les portes NAND III et IV forment également un multivibrateur astable mais dont la période est réglable de quelques dixièmes de seconde à environ 2 secondes, grâce à l'ajustable A. De plus, la présence de la diode D₅, qui shunte l'ajustable pour un sens de charge donné de C₈/C₉, a pour effet de produire des créneaux dont les états hauts sont nettement plus importants en durée que les états bas. En fait, les impulsions négatives délivrées se caractérisent par des durées constantes, de l'ordre de 25 ms, étant donné qu'elles ne dépendent que de la valeur de R₁₁ et des capacités C₈ et C₉.

Lors de ces impulsions négatives, le transistor PNP T₄ se sature et délivre un courant sur son collecteur, courant ensuite acheminé vers le circuit de déclenchement par l'intermédiaire de R₁₃ et de D₄.

e) Déclenchement périodique du tube à éclat

Le courant émanant de T₄ est acheminé sur la gâchette du thyristor THY, dans lequel s'établit ainsi un courant d'amorçage gâchette → cathode. Il en résulte la conduction immédiate du thyris-



tor, ce qui se traduit par la décharge brutale de la capacité C₇ dans l'enroulement primaire de la self de déclenchement. Le thyristor cesse de conduire dès que C₇ est déchargé. Sur le secondaire de la self apparaît alors une

pointe de tension très élevée, dépassant largement le millier de volts, étant donné que le transformateur que constitue la self de déclenchement fonctionne en élévation de tension : le nombre de spires du secondaire étant



MX 20 metrix

LA REFERENCE DE SECURITE : 2.000 POINTS AFFICHEUR 17 mm

• Autoranging • PROTECTION TOTALE DES CALIBRES ET DES FONCTIONS • Test diode • Data Hold •



OFFRE SPECIALE

- 1 malette de transport
- 1 gaine anti-choc
- 2 fusibles de rechange
- 2 pointes de touches
- 1 pile 9 V

franco de port **824 TTC**

En vente chez :
REUILLY composants
79, bd Diderot - 75012 PARIS
Télex : 643 608 - Tél. : 43 72 70 17
ACER composants
42, rue de Chabrol - 75010 PARIS
Télex : 643 608 - Tél. : 47 70 28 31

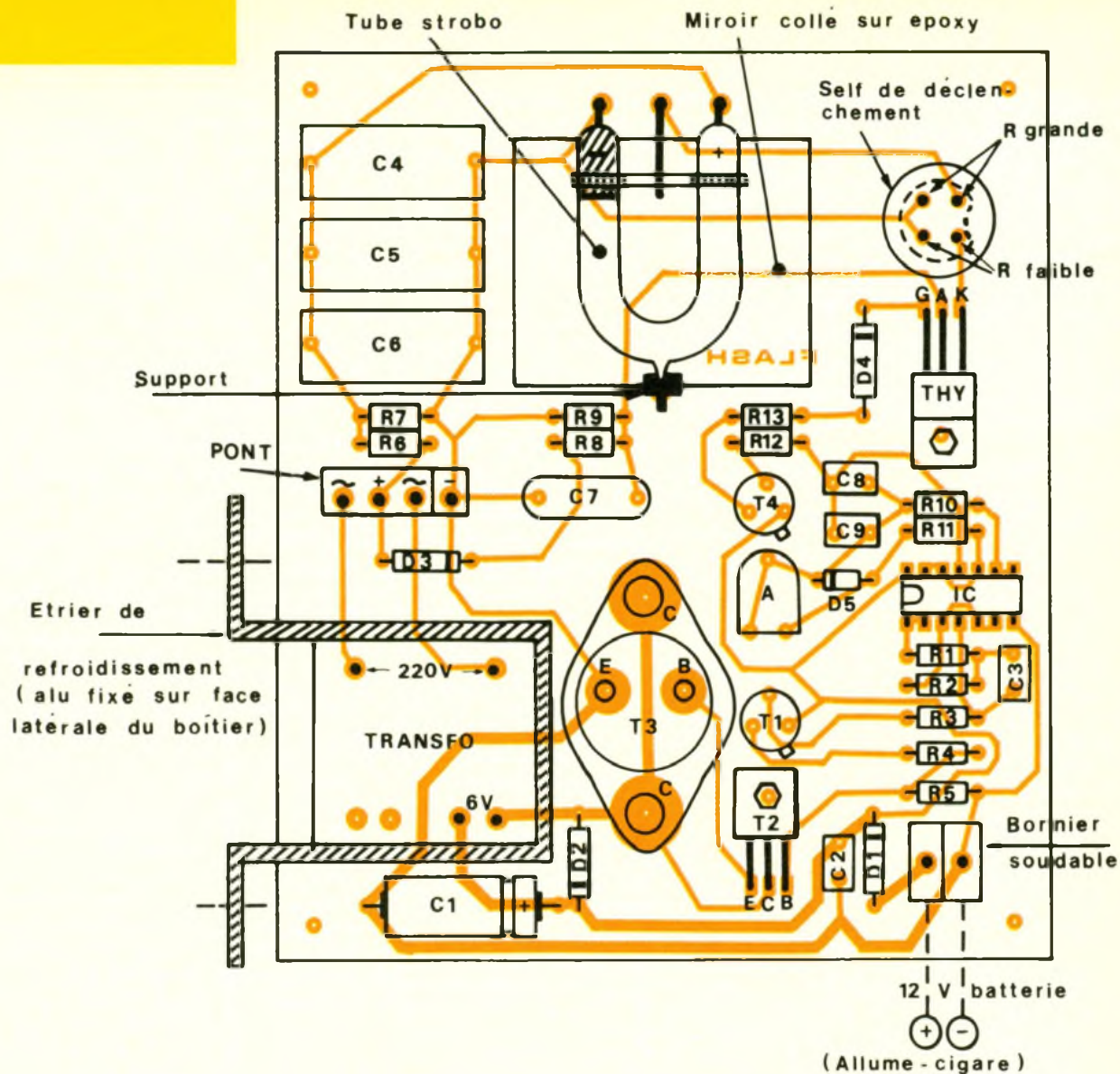
BON DE COMMANDE RAPIDE

Veillez me faire parvenir

- documentation complète
 le matériel suivant :

Nom :
Prénom :
Société :
Adresse :

Ci-joint règlement : chèque CCP



nettement supérieur à celui du primaire.
La pointe de tension ainsi générée a pour effet d'amorcer le tube stroboscopique : il en résulte un éclat lumineux intense causé par la décharge dans l'atmosphère

ionisée du tube des trois capacités C4 à C6.
Ces dernières se rechargent à nouveau, de manière à être prêtes pour la décharge suivante. Il en est de même pour la capacité C7.

III - LA REALISATION

a) Le circuit imprimé (fig. 5)

Sa réalisation est vraiment simple, en ce sens que les pistes

metrix

SERIE 50

LES NUMERIQUES A AFFICHAGE LINEAIRE
5.000 points : la nouvelle génération
"autoranging" équipée de la fonction "Logic".



- | | |
|---|-----------------|
| MX 50 Affichage zoom, zéro central et fonction détecteur de crête max.
franco de port | 1480 TTC |
| MX 51 Toutes fonctions de base, plus fonction mémoire.
franco de port | 1838 TTC |
| MX 52 Toutes fonctions plus mesure RMS et fréquencemètre
franco de port | 2597 TTC |

En vente chez :
REUILLY composants
79, bd Diderot - 75012 PARIS
Télex : 643 608 - Tél. : 43 72 70 17
ACER composants
42, rue de Chabrol - 75010 PARIS
Télex : 643 608 - Tél. : 47 70 28 31

BON DE COMMANDE RAPIDE

Veuillez me faire parvenir
 documentation complète
 le matériel suivant :

Nom :
Prénom :
Société :
Adresse :

Ci-joint règlement : chèque CCP



Un petit miroir pourra être fixé sous le tube à éclats, de façon à améliorer l'efficacité lumineuse

sont très espacées. Les éléments de transfert Mecanorma peuvent être directement appliqués sur le cuivre, préalablement bien dégraissé de l'époxy. On notera que les pistes parcourues par le courant d'alimentation du transistor de puissance se caractérisent par une épaisseur plus importante.

Avant de passer à la réalisation du circuit imprimé, il convient de se procurer auparavant tous les composants nécessaires de manière à pouvoir modifier éventuellement le tracé en cas de brochage différent du composant. Cela est notamment le cas du transformateur, du pont redresseur et de la self de déclenchement.

Après gravure et rinçage du circuit imprimé, toutes les pastilles seront percées à l'aide d'un foret, de diamètre adapté à celui des connexions des composants correspondants. Enfin, il est recommandé d'étamer les pistes, directement au fer à souder, et de donner ainsi au circuit imprimé une meilleure tenue mécanique et surtout chimique.

b) Implantation des composants (fig. 6)

Comme d'habitude, on soudera d'abord les composants peu volumineux, tels que les résistances et les diodes, et on terminera par ceux dont la hauteur est plus importante. Attention à l'orientation des composants polarisés.

On peut noter qu'un miroir récupéré dans un poudrier (merci mesdames !) peut être collé sous le tube stroboscopique. Cette disposition augmente l'efficacité lumineuse du tube, surtout si on prend la précaution de l'éloigner

le plus possible de ce miroir par la mise en place de cosses « poignard » pour la soudure des connexions.

Un fil de cuivre nu entoure la pointe de verre du tube située à l'opposé des connexions. Soudé sur une pastille prévue à cet effet sur le circuit imprimé, il améliore la tenue mécanique de l'ampoule stroboscopique en la protégeant mieux contre les vibrations, lors des manipulations et du transport de la balise.

Il n'est pas nécessaire de refroidir le transistor T_3 . En revanche, il est intéressant de refroidir le transformateur par la mise en place d'un étrier-radiateur en aluminium. Le transistor subit en effet un échauffement supérieur à la normale, parce que les potentiels mis en œuvre n'ont pas la

qualité des tensions sinusoïdales. Il convient également de bien régler les enroulements primaire et secondaire de la self de déclenchement par une simple mesure de la résistance ohmique : la valeur la plus faible caractérise le primaire, qui est alimenté par la cathode du thyristor.

La balise de signalisation peut maintenant être introduite dans son boîtier. L'auteur a retenu un boîtier métallique ESM à cause de sa robustesse. Il convient cependant de réaliser une découpe rectangulaire dans le couvercle, en regard du tube stroboscopique.

Il ne reste plus qu'à régler la fréquence des éclats à l'allure désirée, en agissant sur le curseur de l'ajustable A.

Robert KNOERR

LISTE DES COMPOSANTS

R_1 : 1 M Ω (marron, noir, vert)
 R_2 : 91 k Ω (blanc, marron, orange)
 R_3 : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)
 R_4 : 470 Ω (jaune, violet, marron)
 R_5 : 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R_6 : 3,3 k Ω (orange, orange, rouge)
 R_7 : 2,2 M Ω (rouge, rouge, vert)
 R_8 : 33 k Ω (orange, orange, orange)
 R_9 : 2,2 M Ω (rouge, rouge, vert)
 R_{10} : 1 M Ω (marron, noir, vert)
 R_{11} : 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R_{12} : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)
 R_{13} : 220 Ω (rouge, rouge, marron)
 A : ajustable 1 M Ω , implantation horizontale, pas de 5,08
 C_1 : 470 μ F/16 V électrolytique
 C_2 : 0,22 μ F milfeuil
 C_3 : 0,1 μ F milfeuil
 C_4 à C_6 : 3 x 1 μ F/400 V mylar

C_7 : 0,1 μ F/400 V mylar
 C_8, C_9 : 2 x 1 μ F milfeuil
 D_1 à D_4 : 4 diodes 1N4007
 D_5 : diode-signal 1N4148, 914
 IC : CD4011 (4 portes NAND à 2 entrées)
 Pont redresseur 1 A/400 V
 T_1 : transistor PNP 2N2905
 T_2 : transistor NPN BD 135
 T_3 : transistor NPN 2N3055
 T_4 : transistor PNP 2N2905
 THY : thyristor TYN 1008 (800 V)
 Self de déclenchement (type TS8 ou équivalent)
 Tube à éclats stroboscopique 40 J/300 V
 Transformateur 220 V/6 V, 2 à 3 VA
 Bornier soudable (2 bornes)
 Passe-fil
 Boîtier ESM EB 11/05 (142 x 117 x 50)
 Câble 2 conducteurs
 Fiche de branchement sur allume-cigares

ELECTRONIQUE PRATIQUE RECHERCHE

« RÉDACTEUR SPÉCIALISÉ »
 emploi à plein temps

Ecrire C.V. à *Electronique Pratique*
 à l'attention de B. FIGHIERA
 2 à 12, rue de Bellevue, 75019 Paris

UN CONTRÔLEUR D'AIR AMBIANT



Le capteur sensitif TTP1 présenté précédemment n'est pas seulement sensible à l'alcool présent dans l'air, mais également aux odeurs de fumées. Aussi vous proposons-nous la réalisation de ce contrôleur permanent de la pureté de l'air ambiant d'une pièce. Son utilisation peut aller de la mise en marche automatique d'un extracteur de fumée au déclenchement d'un dispositif d'alerte, voire d'un extincteur, lors d'un début d'incendie.

I - LE PRINCIPE

Le capteur comporte un élément semi-conducteur dont la résistance ohmique diminue dans des proportions relativement importantes dès qu'il se trouve en contact avec de la fumée. Il est seulement actif lorsqu'il se trouve à une température définie de fonctionnement. A cet effet, il est équipé d'un filament en platine qui lui donne la longévité nécessaire. Afin de le ménager et d'augmenter encore davantage cette longévité, il n'est pas né-

cessaire de le faire fonctionner en permanence. Dans la présente application, le contrôleur effectue ainsi une mesure toutes les cinq minutes environ.

La gestion du fonctionnement est essentiellement confiée à une base de temps. Avant chaque mesure, une temporisation de chauffage permet au capteur d'atteindre la température d'équilibre souhaitable.

Par la suite, le dispositif génère une impulsion brève qui correspond à une mesure ponctuelle, dont le résultat se solde par une mémorisation. Celle-ci a pour effet, suivant le cas, soit la ferme-

ture, soit l'ouverture (ou son maintien) d'un relais d'utilisation. Ces diverses opérations cycliques sont signalisées par LED. La figure 1 reprend le synoptique de fonctionnement du contrôleur.

II - LE FONCTIONNEMENT (fig. 2 et 3)

a) Alimentation

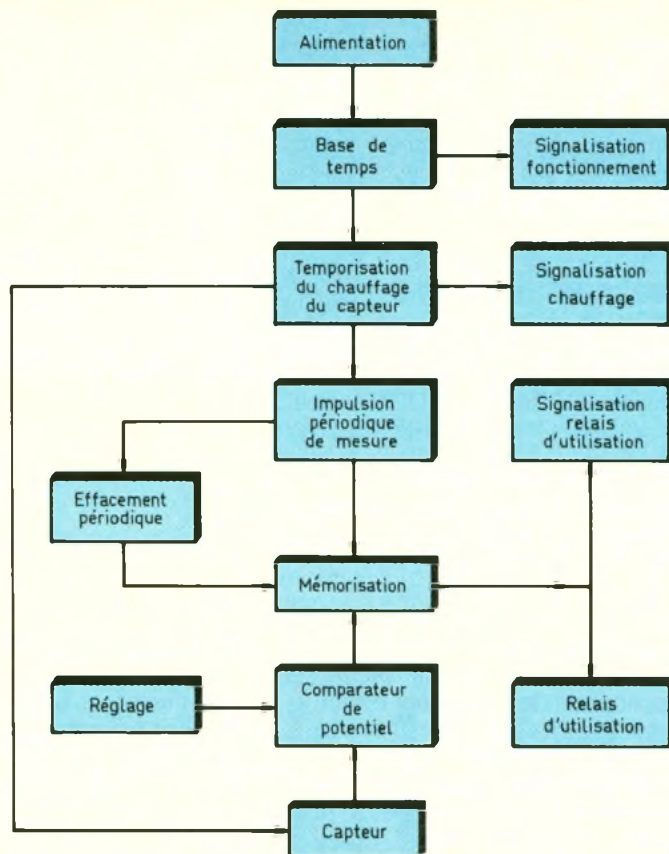
La source d'énergie est bien entendu le secteur 220 V. Un transformateur abaisse la tension à une valeur au secondaire de 9 V, qu'un pont de diodes redresse en mode bi-alternance. La capacité C_1 effectue un premier filtrage. Un régulateur de tension fournit sur sa sortie un potentiel continu et régulé à une valeur de 5 V. La capacité C_2 réalise un complément de filtrage tandis que C_3 écoule les fréquences parasites.

En dehors des périodes de chauffage du filament du capteur, la consommation est très faible : une vingtaine de milliampères si le relais d'utilisation est ouvert. Ce débit passe à environ 50 mA si le relais est fermé. En revanche, lors de l'alimentation périodique du filament du capteur, le régulateur est amené à fournir un courant dépassant 200 mA.

b) Base de temps

Un prélèvement de pulsations en provenance du secteur est effectué en amont du pont redresseur, par l'intermédiaire de la diode D_1 et du pont diviseur R_1/R_2 . On recueille ainsi les alternances d'un





sens donné, ce qui se traduit par des saturations périodiques du transistor T_1 à une fréquence de 50 Hz (période de 20 ms). Le collecteur du transistor délivre alors des créneaux de cette périodicité, calibrés à une valeur d'amplitude de 5 V. Les portes NOR IV et III de IC_1 constituent un trigger de Schmitt ; un tel

montage fournit sur sa sortie des créneaux se caractérisant par des fronts ascendants et descendants bien verticaux, grâce à la réaction positive introduite par R_5 lors des basculements des portes et qui accélère ces phénomènes.

Le circuit intégré IC_2 est un compteur binaire de 14 étages,

un CD 4020 dont le **figure 4** rappelle le brochage et le fonctionnement.

Si la période des signaux de comptage présentés sur l'entrée « horloge » est égale à « t », celle d'une sortie Q_n donnée s'exprime par la relation $T_n = 2^n \times t$. Ainsi, sur la sortie Q_{14} , les créneaux délivrés se caractérisent par une période de $2^{14} \times 0,02 = 327,68$ secondes, soit 5 minutes et 27,68 secondes.

Sur la sortie Q_6 , la période des créneaux disponibles est égale à $2^6 \times 0,02 = 1,28$ seconde. C'est à cette valeur que clignote la LED verte L_1 , montée dans le circuit émetteur de T_2 , témoignant par la même occasion du fonctionnement correct de l'alimentation et de la base de temps.

c) Temporisation du chauffage du filament

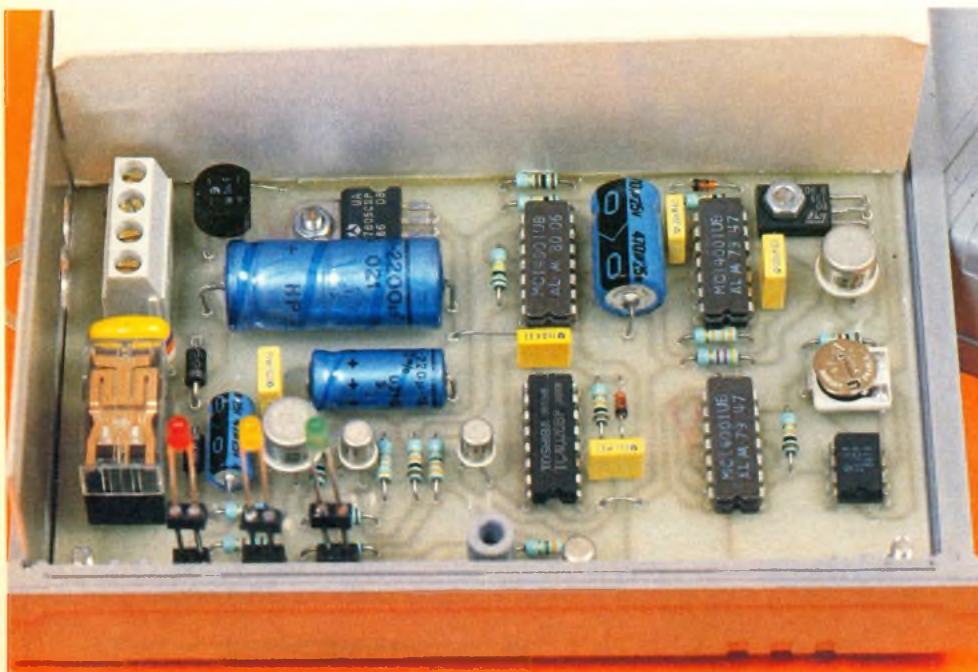
Toutes les 5 minutes et 27 secondes, on enregistre donc sur la sortie Q_{14} de IC_2 un front positif, aussitôt pris en compte par le circuit dérivateur que constitue C_5 et R_7 . Ce dernier fournit à l'entrée 1 de la porte NOR I de IC_1 une brève impulsion positive. Les portes NOR I et II de IC_1 forment une bascule monostable dont il convient de rappeler qu'elle délivre sur sa sortie un état haut de durée totalement indépendante de celle de l'impulsion de commande. En fait, cette durée dépend uniquement des valeurs de R_8 et de C_6 . Dans le cas présent, elle correspond à environ 30 secondes. Lors de cet état haut, on peut noter deux phénomènes : d'une part, l'allumage de la LED jaune L_2 montée dans le circuit émetteur de T_3 et, d'autre part, la saturation du Darlington constitué par les transistors T_4 et T_5 . Ces derniers comportent dans leur circuit collecteur le filament du capteur.

d) Mesure

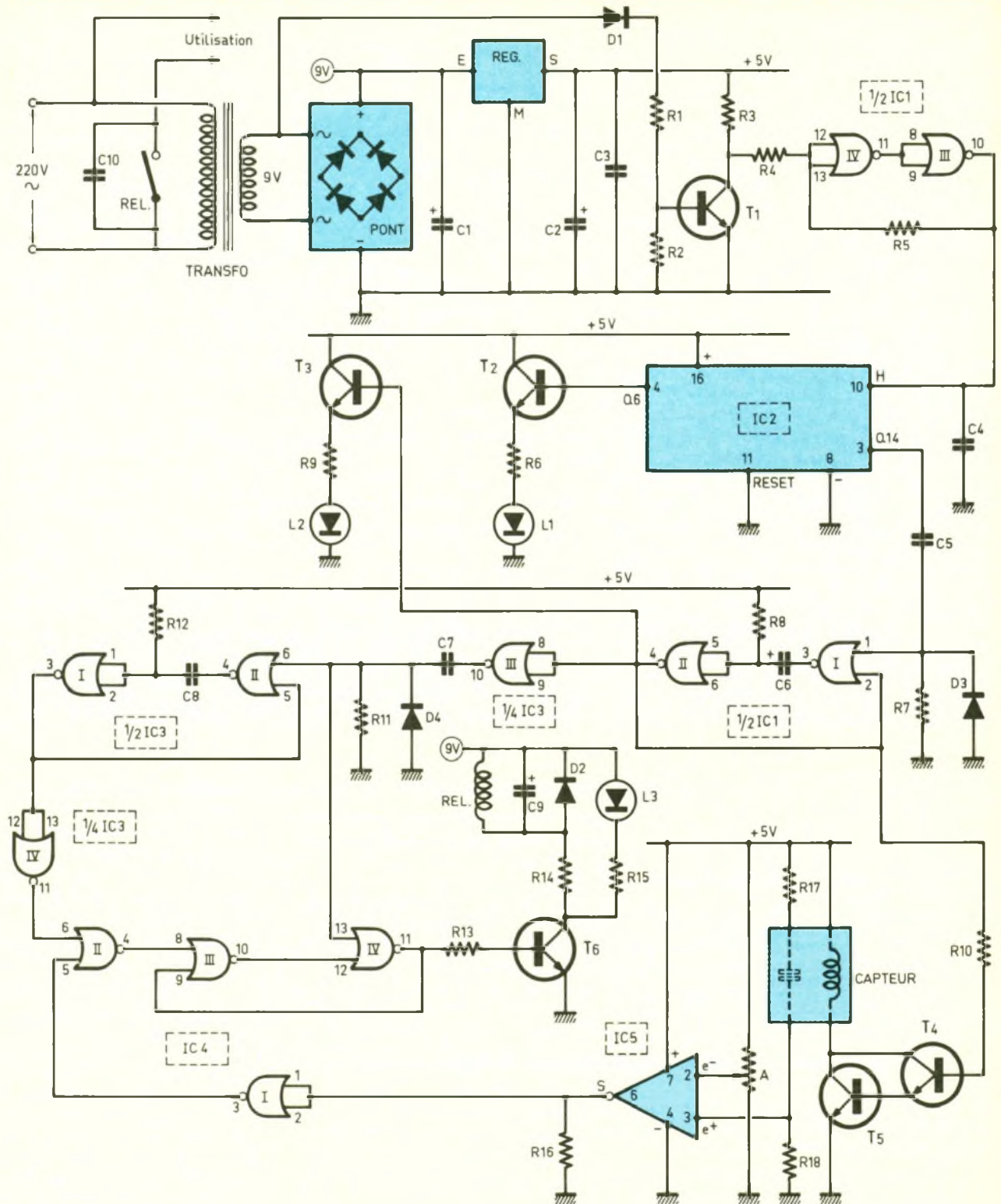
Elle consiste en une comparaison de deux potentiels :

- un potentiel fixe déterminé par le réglage du curseur de l'ajustable A et présenté sur l'entrée inverseuse de l'ampli-op IC_5 ;
- un potentiel variable issu du point commun du capteur et de R_{18} ; compte tenu du principe de fonctionnement du capteur évoqué au début de cet article, ce potentiel est d'autant plus élevé

Photo 2. - Les LED s'emboîtent dans des morceaux de support à wrapper.



2 Schéma de principe utilisant un capteur de gaz



que la concentration de fumées dans l'air analysé est grande. Ce potentiel est présenté sur l'entrée directe de IC₅. Deux cas peuvent alors se présenter :

- si l'air est considéré comme suffisamment sain, le potentiel disponible sur l'entrée directe est inférieur au potentiel de référence de l'entrée inverseuse : la

sortie IC₅ présente alors un état bas ;

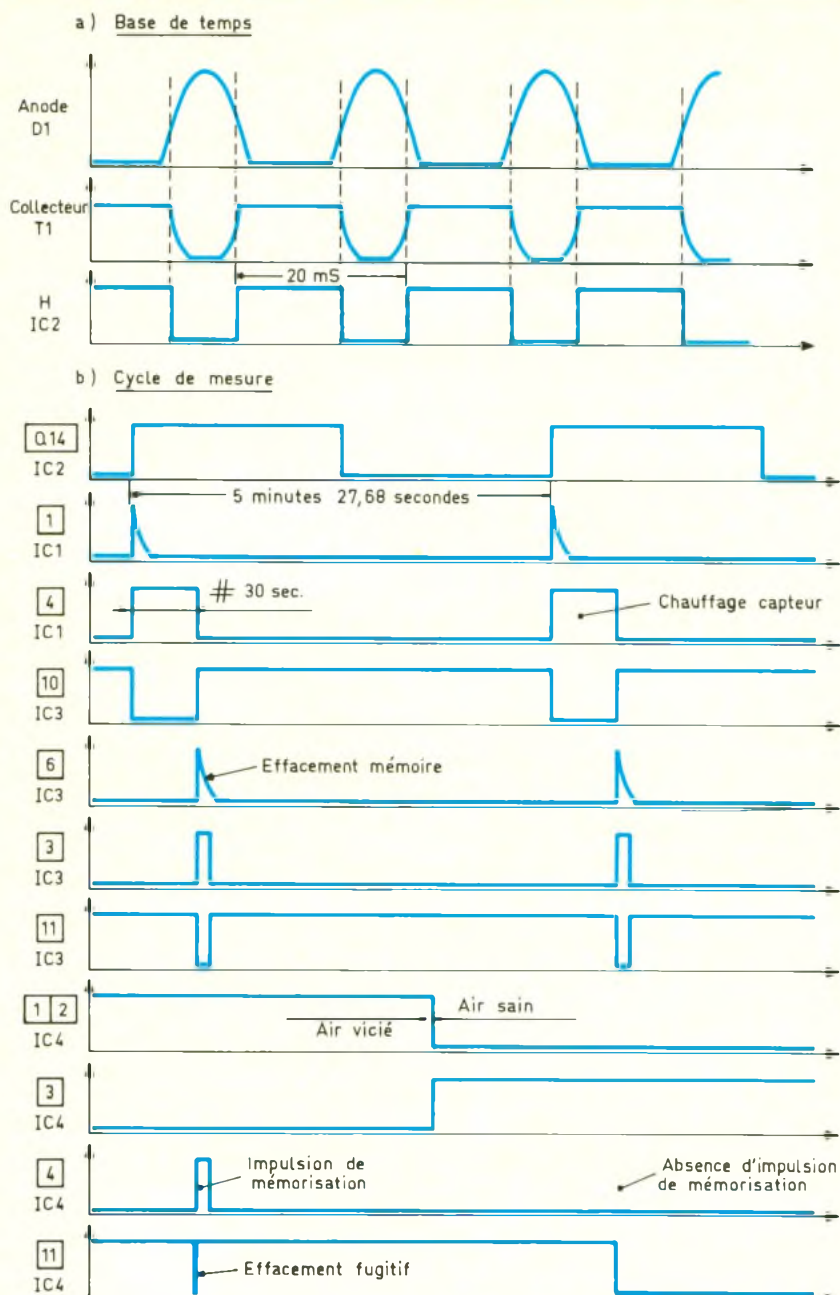
- si, au contraire, l'air est pollué, le potentiel de l'entrée directe est supérieur à celui de l'entrée inverseuse : IC₅ passe alors à un état haut.

La porte NOR I de IC₄ inverse ces états en éliminant par la même occasion les tensions de déchets issues de l'ampli-op, et en pré-

sentant des états logiques haut et bas respectivement égaux à 5 V ou 0 V.

En définitive, il convient de retenir de ce paragraphe les résultats suivants :

- un air sain se traduit par un état haut sur la sortie de la porte NOR I de IC₄ ;
- un air pollué fait présenter un état bas sur cette même porte.



e) Impulsion de mémorisation

La porte NOR III de IC₃ inverse l'état haut de temporisation de chauffage du filament en état bas. La fin de la temporisation se traduit donc par un front ascendant sur la sortie de cette porte NOR. Ce dernier est pris en compte par un second montage dérivateur constitué par R₁₁ et C₇. L'impulsion positive qui en résulte active la bascule monostable constituée par les portes NOR I et II de IC₃. Celle-ci délivre alors sur sa sortie une brève impulsion positive de l'ordre de 1 à

2 ms de durée. Elle est inversée en impulsion négative par la porte NOR IV de IC₃.

Deux cas peuvent alors se produire :

- si l'air est sain, la porte NOR II de IC₄ présente un état bas permanent : l'impulsion n'est pas transmise ;
- si l'air est **pollué**, la porte NOR présentera une brève impulsion positive sur sa sortie.

A noter que la comparaison de potentiels évoquée au paragraphe précédent est permanente, y compris en dehors des périodes de non-chauffage du filament du capteur. Mais cela n'a pas d'im-

portance puisque seul est pris en compte le résultat de la mesure, au moment précis de la fin du chauffage. Il s'agit donc bien d'une mesure ponctuelle.

f) Mémorisation

Les portes NOR III et IV de IC₄ forment un dispositif de mémorisation. En règle générale, l'entrée d'effacement 13 est soumise à un état bas. Toute impulsion positive présentée sur l'entrée de commande 8 a pour résultat :

- soit le passage à l'état haut de la sortie de la porte IV si auparavant elle présentait un état bas ;
- soit le maintien à l'état haut de la sortie de cette porte dans le cas où cet état haut était déjà présent.

En revanche, toute impulsion positive sur l'entrée 13 se traduit systématiquement par le passage à l'état bas de la sortie de la porte IV de IC₄ : c'est l'effacement du dispositif de mémorisation.

Dans le cas présent, toute mesure est donc précédée par un signal d'effacement de la mémorisation, grâce à l'impulsion positive issue du montage dérivateur R₁₁/C₇. Dans le cas d'un résultat de mesure positif, cet effacement très provisoire est aussitôt suivi par une nouvelle mémorisation. De plus, de par sa brièveté, l'effacement est tout à fait imperceptible et nous verrons au paragraphe suivant que le relais d'utilisation reste fermé.

En revanche, si le résultat de la mesure était négatif, l'effacement est alors définitif.

g) Circuit d'utilisation

Le dispositif de mémorisation évoqué précédemment alimente directement la jonction base-émetteur de T₆ qui se sature si la mémorisation est active. Ce transistor comporte dans son circuit collecteur le bobinage du relais d'utilisation. Etant alimenté par le potentiel non régulé (9 V), il est nécessaire de prévoir une résistance de limitation, du fait du potentiel nominal du relais de 6 V. Cette résistance R₁₄ peut se déterminer par calcul au moyen de la relation suivante, dans laquelle R est la résistance du bobinage :

$$R_{14} \# \frac{R}{2}$$

La capacité C₉ assure le maintien du relais en position fermeture

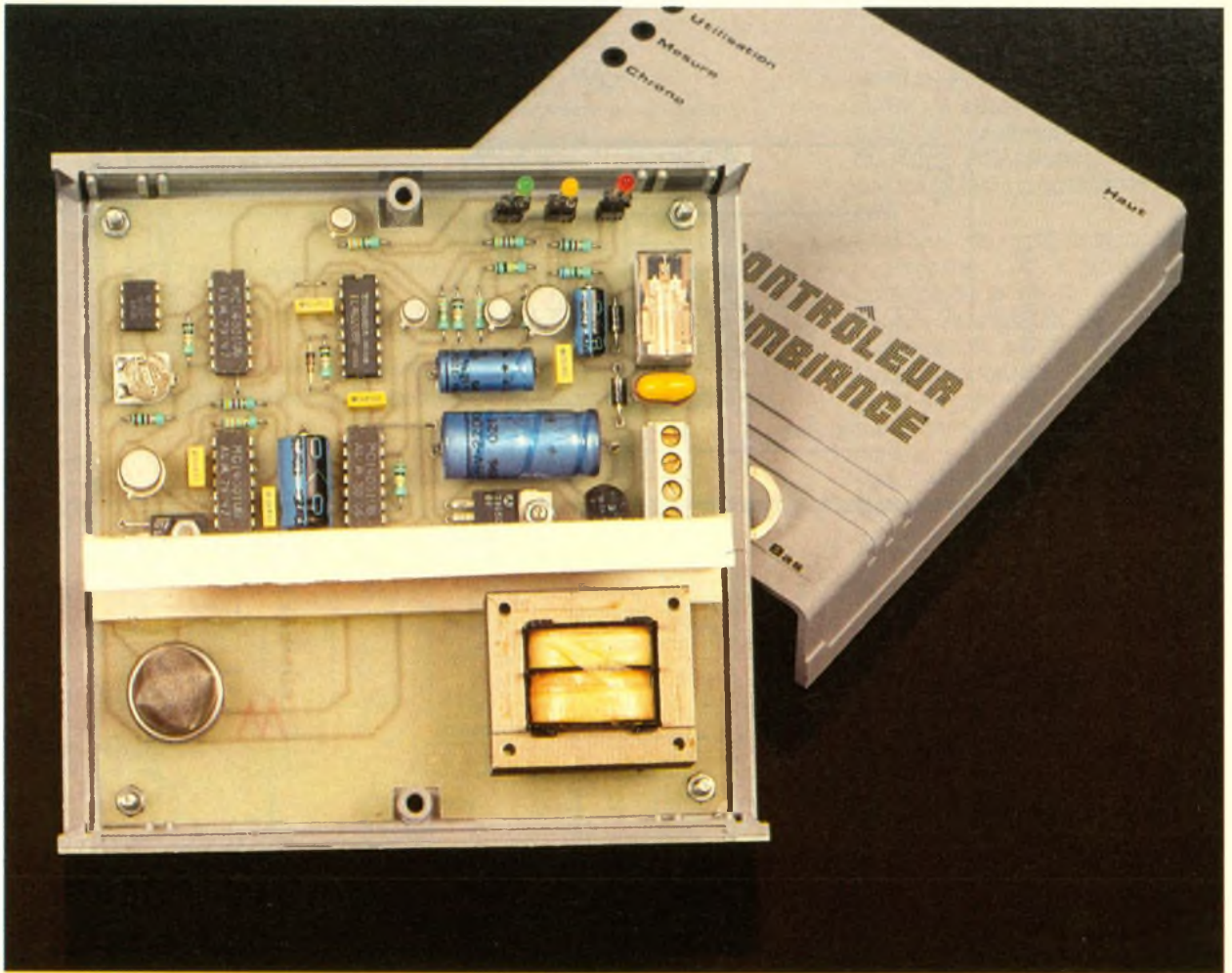
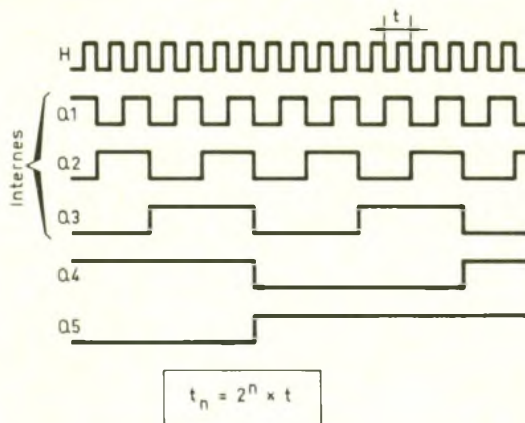
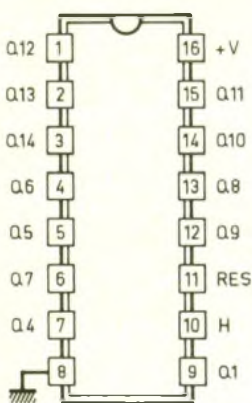
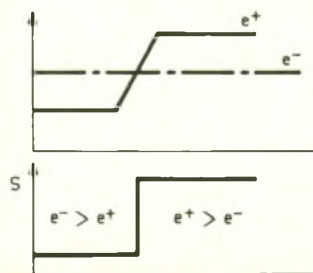
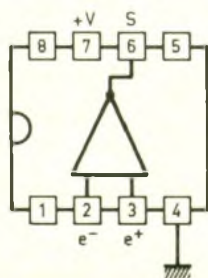


Photo 3. – Le Bristol disposé ainsi forme une cheminée à l'aide du transformateur.

CD 4020 Compteur binaire à 14 étages



LF 351 Ampli-op



pendant la brève impulsion d'effacement si ce dernier est suivi d'une confirmation de mémorisation positive. La diode D_2 a pour mission de protéger T_6 des effets liés à la surtension de self qui risquent de se manifester lors des ouvertures du relais.

Enfin, la LED L_3 signale la fermeture du relais d'utilisation. On peut d'ailleurs noter que cette fermeture a pour conséquence directe la présence du secteur 220 V sur les bornes de sortie, en vue d'une utilisation appropriée. La capacité C_{10} protège les contacts du relais lors des coupures du courant de puissance lié à l'utilisation.

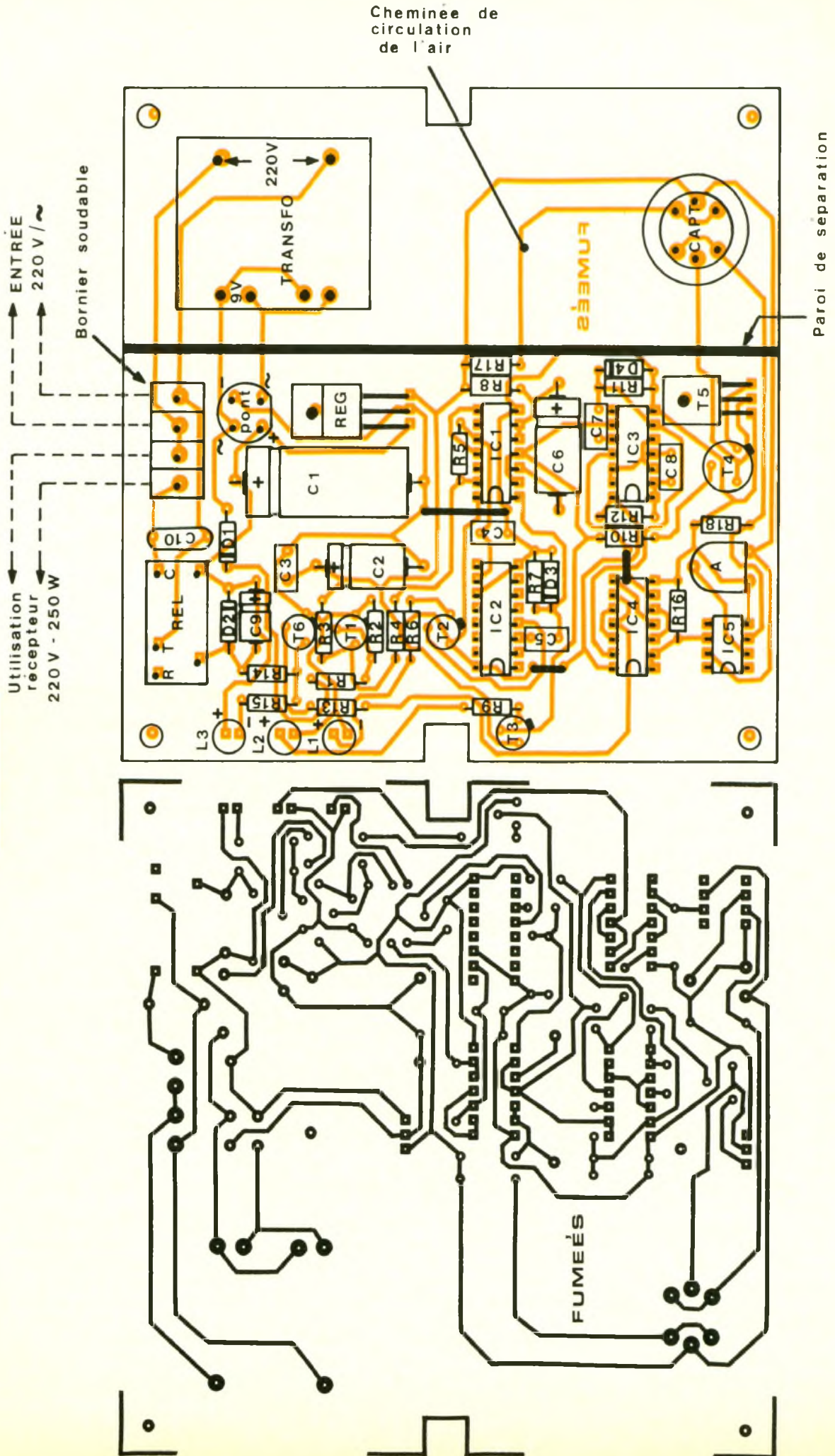
III – LA REALISATION PRATIQUE

a) Le circuit imprimé (fig. 5)

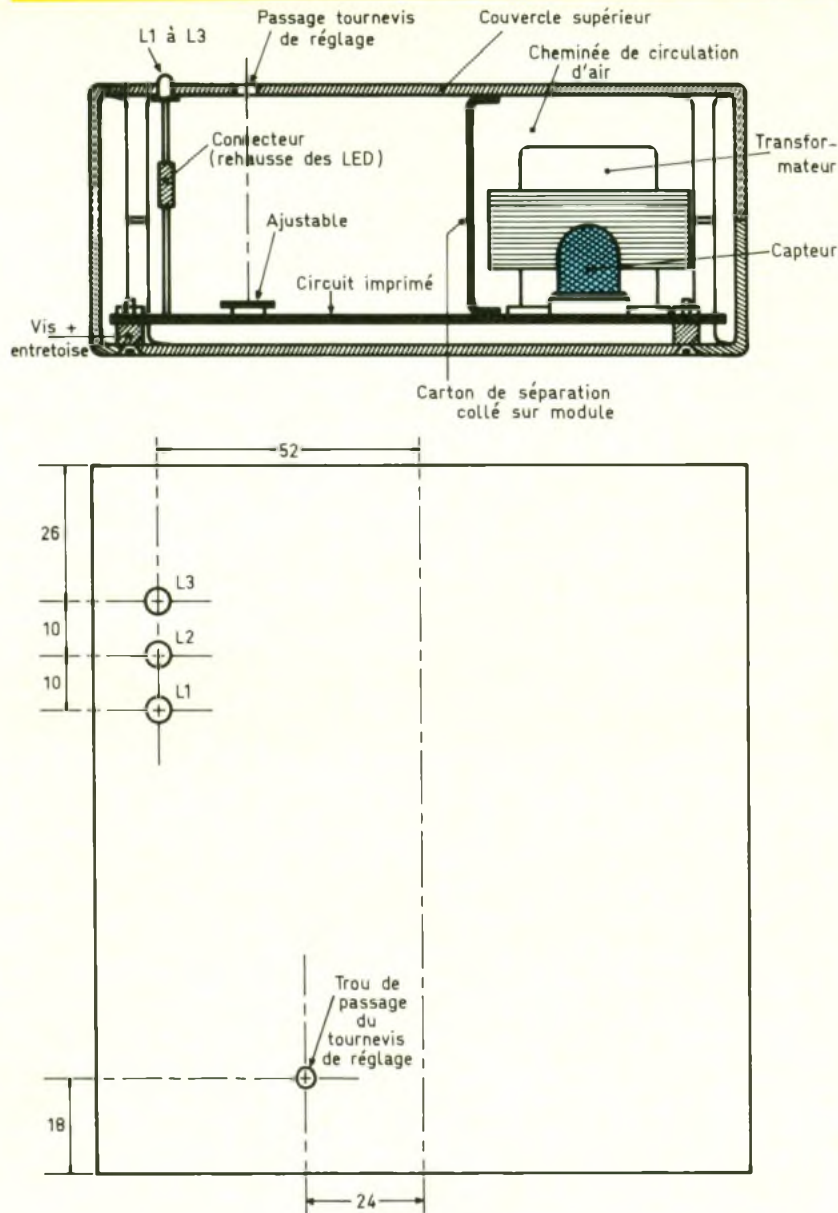
Les pistes n'étant pas très serrées, la réalisation du circuit imprimé peut être directe, c'est-à-dire qu'il est possible d'appliquer les éléments de transfert Mecanorma sur le cuivre bien dégraissé du verre époxy. Après la gravure dans le bain de perchlo-

5/6

Circuit imprimé
et implantation
du contrôleur
d'air ambiant.



7 Aménagement de la partie électronique dans le boîtier Teko, plan de perçage de la face supérieure.



tances et les capacités. Par la suite, ce sera le tour des transistors, de l'ajustable, du bornier et du relais. Attention à l'orientation de tous les composants polarisés.

Les LED de signalisation seront montées sur « échasses » compte tenu de la distance qui sépare le module du couvercle supérieur du boîtier Teko.

On notera que le transformateur et le capteur sont implantés à part, de manière à former par la suite une cheminée de circulation naturelle de l'air ambiant à contrôler : nous en reparlerons au paragraphe suivant.

Les circuits intégrés seront implantés en dernier. Indépendamment de la nécessité de respecter leur orientation, il convient de ménager un temps de refroidissement suffisant entre deux soudures consécutives, sur les broches d'un même boîtier.

c) Le montage (fig. 7)

Le module sera fixé au fond du boîtier Teko à l'aide de quatre vis et d'écrous formant entretoises de manière à ménager un petit espace entre les soudures et le boîtier.

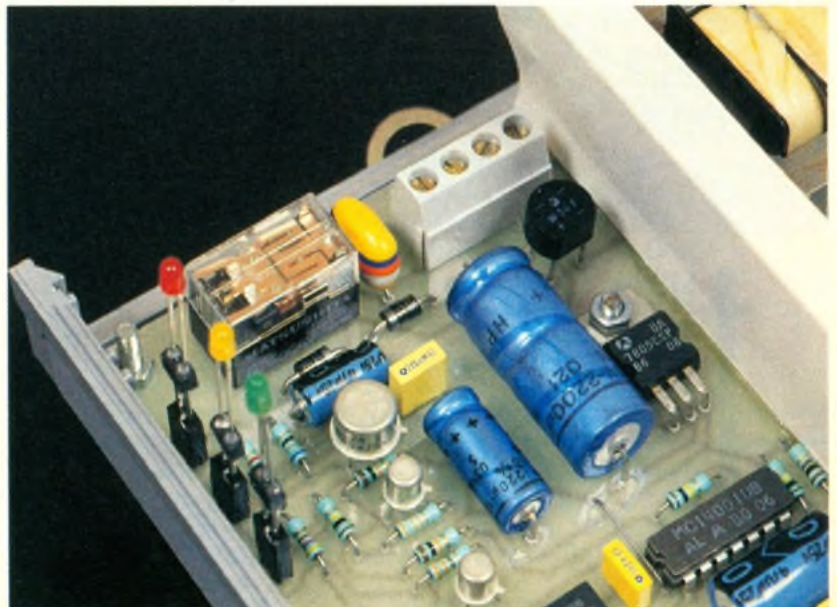
Par la suite, on formera par pliage une paroi de séparation en carton bristol, collé sur le module. En montant le couvercle, ce carton créera une sorte de cheminée verticale dans laquelle le capteur se trouve placé en position inférieure tandis que le transformateur occupe la partie supérieure. Le boîtier comportera donc un sens d'orientation obligatoire au

rure de fer et un bon rinçage, toutes les pastilles seront percées à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre. Certains trous seront à agrandir à 1 ou 1,3 mm si le diamètre des connexions de certains composants plus volumineux l'exige. Ce travail achevé, l'auteur recommande un étamage des pistes. Cette opération peut se réaliser directement à l'aide du fer à souder. Les traces laissées par le décapant contenu dans l'âme du fil de soudure peuvent être éloignées à l'aide d'un peu d'acétone.

b) L'implantation des composants (fig. 6)

Après la mise en place des trois straps de liaison, on implantera en premier les diodes, les résis-

Photo 4 – Les borniers soudables assurent la liaison entre les fils extérieurs et les pistes du circuit imprimé.



niveau du positionnement. Ainsi, la chaleur dégagée par le transformateur créera un mouvement ascendant de l'air ambiant, qui passera obligatoirement devant le capteur. Une mesure au thermomètre fait apparaître une différence de 3 °C entre la température du courant d'air entrant par rapport à celle du courant d'air sortant.

Pour permettre cette circulation naturelle de l'air, les forces avant et arrière en aluminium du boîtier Teko ont été percées de trous.

d) Le réglage

On commencera par placer le curseur de l'ajustable en position médiane. Ainsi l'entrée inverseuse de IC₅ est soumise à un potentiel de l'ordre de 2,5 V. Par la suite, le boîtier est installé dans la pièce dont on veut contrôler l'ambiance. On créera ensuite une atmosphère progressivement enfermée. En tournant l'ajustable légèrement dans le sens des aiguilles d'une montre on déclenchera, le moment venu, au moment de l'extinction de L₂, la fermeture du relais. On notera que ce réglage peut s'effectuer le couvercle du boîtier étant définitivement monté, grâce au trou pratiqué dans ce dernier et qui permet le passage du tournevis de réglage.

En réalité, ce réglage est un travail de longue haleine au cours duquel, et sur plusieurs heures de fonctionnement et d'alternances fumées/aérations, on affine progressivement la position du curseur de l'ajustable pour aboutir à un optimal souhaité.

Ainsi, dans l'exemple de la présente maquette, ce réglage a conduit en définitive à retenir un potentiel de 3,35 V appliqué par l'intermédiaire du curseur de l'ajustable sur l'entrée inverseuse de IC₅.

Robert KNOERR

LISTE DES COMPOSANTS

3 straps (1 horizontal, 2 verticaux)

R₁ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)

R₂ : 33 kΩ (orange, orange, orange)

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

R₅ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)

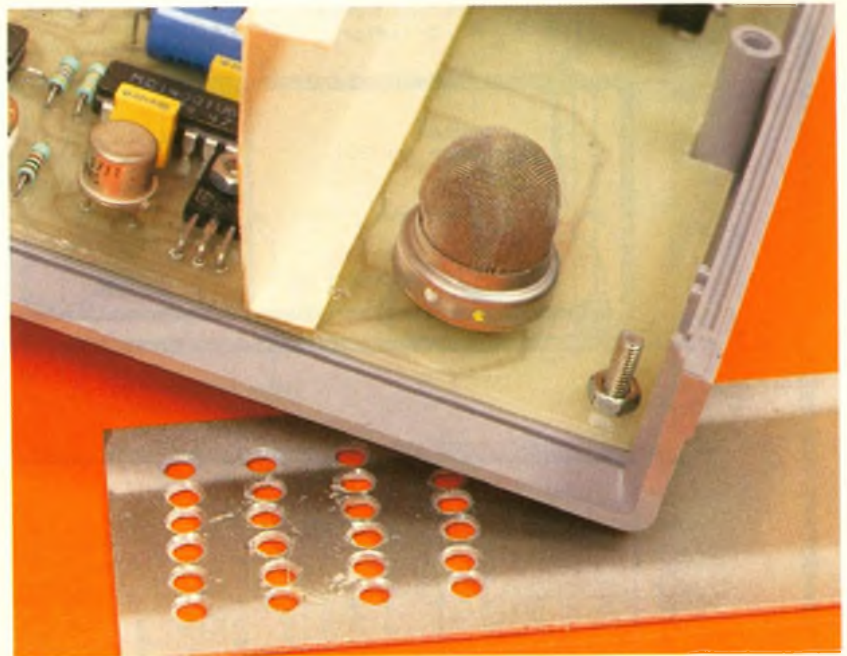


Photo 5 - Le capteur de gaz utilisé par l'auteur.

R₆ : 330 Ω (orange, orange, marron)

R₇ : 10 kΩ (marron, noir, orange)

R₈ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)

R₉ : 330 Ω (orange, orange, marron)

R₁₀ : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)

R₁₁ : 10 kΩ (marron, noir, orange)

R₁₂ : 33 kΩ (orange, orange, orange)

R₁₃ : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)

R₁₄ : 68 Ω (bleu, gris, noir) - voir texte

R₁₅ : 1 kΩ (marron, noir, rouge)

R₁₆ : 10 kΩ (marron, noir, orange)

R₁₇ : 100 Ω (marron, noir, marron)

R₁₈ : 1 kΩ (marron, noir, rouge)

A : ajustable de 47 kΩ, implantation horizontale (pas de 5,08)

Pont redresseur 1 A

D₁, D₂ : 2 diodes 1N4004, 4007

D₃, D₄ : 2 diodes-signal 1N4148, 1N914

L₁ : LED verte Ø 3

L₂ : LED jaune Ø 3

L₃ : LED rouge Ø 3

C₁ : 2 200 µF/16 V électrolytique

C₂ : 220 µF/10 V électrolytique

C₃ : 0,22 µF/milfeuillet

C₄ : 1 nF milfeuillet

C₅ : 22 nF milfeuillet

C₆ : 470 µF/10 V électrolytique

C₇ : 22 nF milfeuillet

C₈ : 0,1 µF milfeuillet

C₉ : 47 µF/10 V électrolytique

C₁₀ : 47 nF/400 V mylar

T₁ à T₃ : 3 transistors NPN BC108, 109, 2N2222

T₄ : transistor NPN 2N1711, 1613

T₅ : transistor NPN BD135, 137

T₆ : transistor NPN 2N1711, 1613

REG : régulateur 5 V, 7805

IC₁ : 4001 (4 portes NOR à 2 entrées)

IC₂ : 4020 (compteur binaire à 14 étages)

IC₃, IC₄ : 2 x 4001 (4 portes NOR à 2 entrées)

IC₅ : LF 351 (ampli-op)

Transformateur 220 V/ 9 V/ 2,5 VA

Capteur sensitif pour gaz TTP1 (magasin TSM à Franconville (95), notamment)

Relais 6 V/1 RT - National

Bornier soudable (4 contacts)

Fil secteur

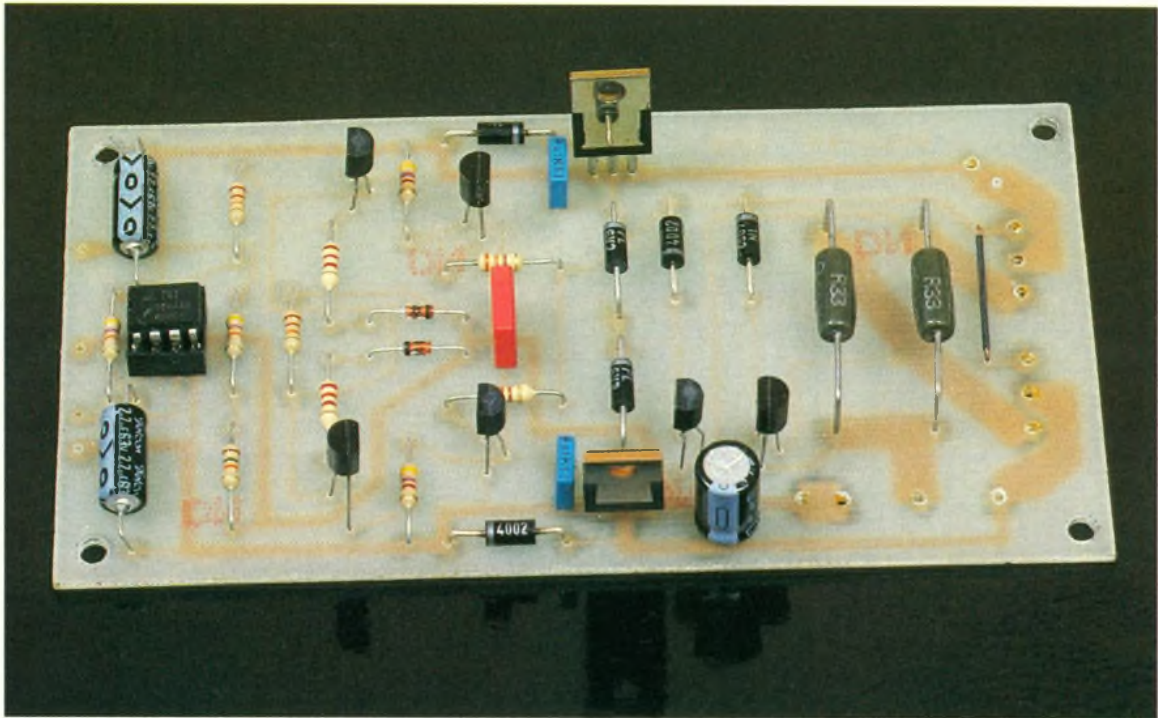
Fiche secteur

Boîtier Teko série CAB mod. 011 (128 x 135 x 46)

COMMANDE NUMERIQUE DE CONVOIS FERROVIAIRES : LE S.T.D. (I)



Le S.T.D. est un Système de Train Digital qui permet de piloter sept locomotives à courant continu, indépendamment, sur un réseau ferroviaire deux rails (ou trois rails). Sa réalisation est simple, donc facilement accessible par tout amateur.



Le prix de revient reste faible et très intéressant pour les modélistes possédant un réseau de moyenne importance et ne pouvant s'offrir un système du commerce complexe, tout en ayant des caractéristiques similaires mais limitées à sept locomotives. De plus, on peut effectuer une protection totale des convois circulant, ou non, sur le réseau par division en cantons.

Le montage est subdivisé en cinq parties

- Alimentation du réseau et transmission des données sur les rails.
- Codage des informations pour les sept locomotives.
- Indicateur du sens de marche des locomotives.
- Décodeur de locomotive.
- Protection des convois.

La description de ce système s'effectuera exceptionnellement

sur plusieurs numéros d'*Electronique pratique*, afin de rester clairs et pédagogiques dans nos explications. Le présent volet traite de l'alimentation et de l'amplificateur de sortie, éléments fondamentaux dans tout réseau.

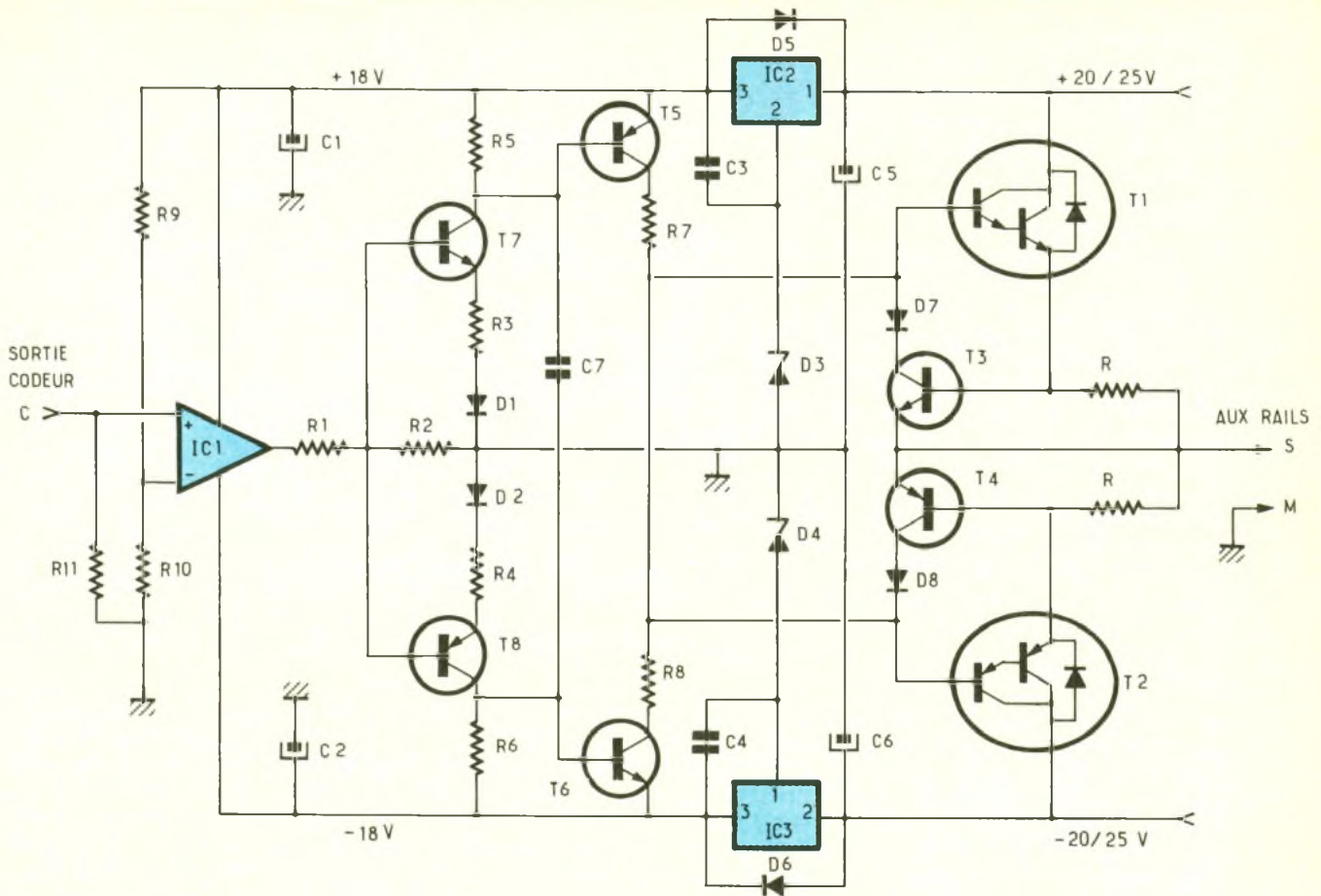
L'AMPLIFICATEUR DE PUISSANCE ET L'ALIMENTATION

L'alimentation d'un réseau ferroviaire à commande digitale est fondamentalement différente de celle utilisée sur un réseau miniature conventionnel. En effet, sur un réseau normal, la tension est dite continue variable afin de régler une vitesse unique pour tous les trains se trouvant sur le réseau ; alors que sur un réseau digital, la tension de circulation ne cesse de passer de quelque + 16 V à - 16 V, ce qui permet

glage indépendant des locomotives. La prise en compte de cette commutation de la tension est l'une des fonctions de l'amplificateur de puissance.

On comprend mieux alors qu'un tel circuit remplisse un rôle extrêmement important dans le fonctionnement sans heurt d'un réseau ferroviaire miniature.

Grâce à l'amplificateur de puissance, les instructions de commande provenant du codeur ne comportent pas seulement les informations pour les locomotives, mais aussi l'énergie nécessaire à l'activation de ces locomotives. Il est vital de veiller à ce qu'un tel dispositif de puissance soit protégé contre les courts-circuits si l'on veut se mettre à l'abri d'incidents de parcours « fumants ». Des déraillements, qui vont de pair avec des courts-circuits



francs, sont, en effet, plus fréquents sur un réseau miniature que dans la réalité.

L'information de commande d'une locomotive étant en fait intimement imbriquée dans la structure de commutation de la tension véhiculée par les rails, il est indispensable alors que l'amplificateur fournisse un signal impeccable, et cela en toute circonstance, même lorsqu'il est confronté à des charges complexes. Il faudra donc veiller à un parfait filtrage de l'alimentation.

Principe de fonctionnement de l'amplificateur de puissance

On se reporte à la figure 1. L'étage de sortie est constitué de deux transistors Darlington (T₁ et T₂), qui autorisent un courant maximale de sortie de 5 A, montés en émetteur-suiveur. Les transistors T₅ et T₆ portent la base de ces transistors à des tensions de l'ordre de + 18 V et - 18 V. Cette double tension auxiliaire est produite, pour la bran-

che positive, par le régulateur intégré IC₂ associé à la diode Zener D₃ et par IC₃ associé à D₄ pour la branche négative. La tension de sortie effective aura une valeur égale à celle de la tension auxiliaire diminuée de la chute de tension sur la jonction base-émetteur des transistors de puissance (1,5 V environ) et de la chute de tension aux bornes des résistances d'émetteur (0,6 V au maximum).

En pratique, on doit obtenir une tension constante de ± 16 V. Cette dernière varie tout de même légèrement en fonction de la charge à cause des résistances R.

Ces résistances R servent à la mesure du courant, information qu'utilise ensuite le dispositif de protection contre les courts-circuits. Concrètement, ce dispositif prend la forme des transistors T₃ et T₄. Dès que le courant d'émetteur de T₁ ou T₂ tend à devenir trop important, la tension aux bornes des résistances R augmente au point de rendre passant le transistor T₃ (ou T₄). Cette entrée en conduction pro-

voque une diminution du courant de base des transistors de sortie qui, à son tour, entraîne bien évidemment une baisse du courant de collecteur, et partant du courant d'émetteur. La valeur à adopter dépend du courant nominal désiré : pour 5 A, on prendra R = 0,1 Ω, 5 W ; ce qui provoquera l'entrée en action du dispositif de protection aux alentours de 6 A (chute de tension de 0,6 V) ; et pour 2 A, on prendra R = 0,33 Ω, 2 W.

T₇ et T₈ constituent l'étage d'entrée qui, en raison de sa structure, exige un signal d'entrée symétrique.

Lors de l'application d'une tension d'entrée positive (5... 20 V), les transistors T₇, T₅ et T₁ deviennent conducteurs ; la sortie passe à + 16 V. Si au contraire la tension appliquée à l'entrée est négative, ce sont les transistors T₈, T₆ et T₂ qui entrent en fonctionnement ; la sortie passe à une tension de - 16 V.

Le signal de sortie du codeur n'étant pas symétrique, il est nécessaire d'ajouter un amplificateur opérationnel monté en com-

parateur de tension, qui fournira une tension de sortie symétrique, alors que la commutation à l'entrée se fera sur un signal non symétrique. La tension de référence V_- est fixée à 3 V. Il est à rappeler que si $V_- > V_+$ alors $V_S = -V_{CC}$ et inversement, si $V_- < V_+$ alors $V_S = +V_{CC}$.

Tous les transistors, exception faite de T_5 et T_6 , travaillent dans leur domaine linéaire, de sorte que l'on ne risque pas l'apparition de phénomènes de saturation ; on dispose ainsi d'une vitesse de commutation élevée. Il est malheureusement nécessaire au contraire des transistors T_5 et T_6 se fasse dans leur domaine de saturation. Le condensateur C_7 améliore la vitesse de commutation de T_5 et T_6 au-delà du strict indispensable.

L'alimentation

La **figure 2** donne le schéma d'une alimentation, dite alimentation double alternance, répondant aux exigences de l'amplificateur. Il est préférable que le transformateur que vous allez employer soit un transformateur torique à **deux enroulements secondaires** de 18 V. En effet, un modèle classique de caractéristiques similaires coûterait un peu moins cher mais serait d'un encombrement nettement supérieur et posséderait de moins

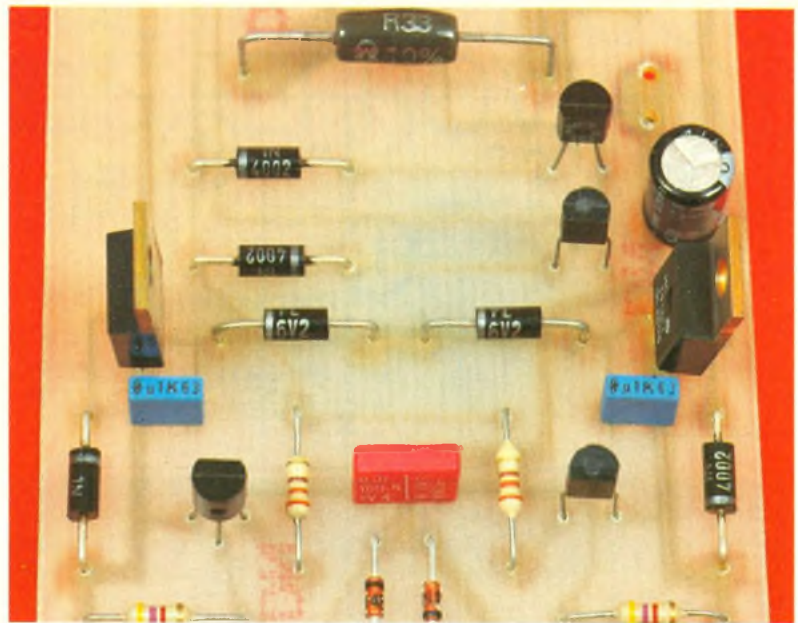


Photo 2. – L'amplificateur de sortie utilise deux régulateurs de tension complémentaires.

bonnes performances concernant la chute de tension.

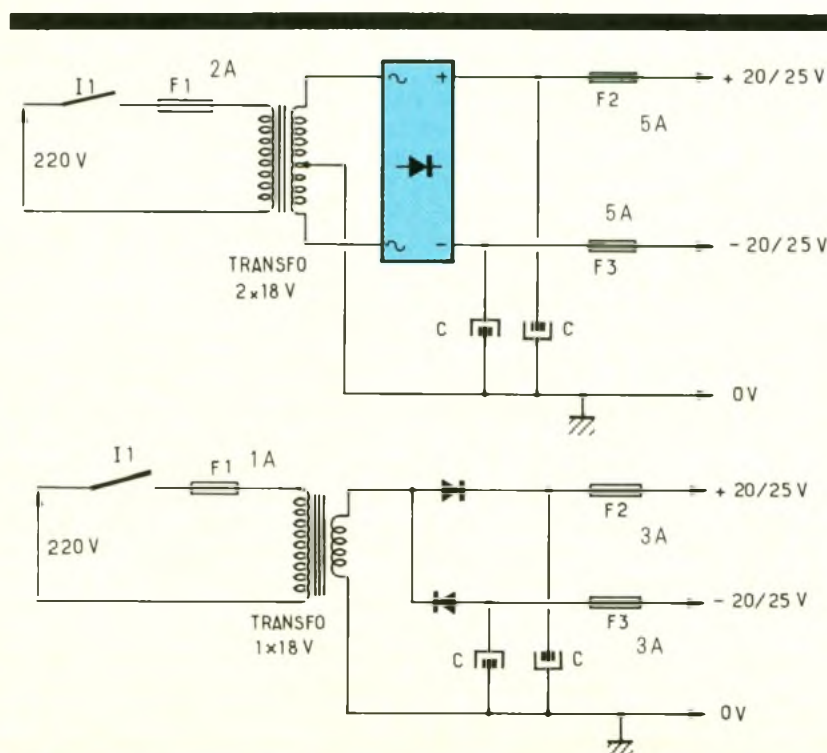
Il nous faut en outre un pont redresseur de puissance pouvant supporter un courant minimal de 5 A et quelques condensateurs de forte capacité. L'adjectif qualificatif « forte » sous-entend pour chaque branche, positive et négative, une capacité de 2 200 μF minimum par ampère, soit en charge nominale une capacité de 10 000 μF avec une tenue en tension de 35 V minimum. On re-

trouve en **figure 6** et **7** le tracé du circuit imprimé ainsi que l'implantation des composants de cette alimentation.

Il est aussi possible de câbler cette partie sans faire appel à un circuit imprimé si l'on veut monter le pont de diodes sur un refroidisseur, et utiliser des condensateurs de forte valeur à cosses.

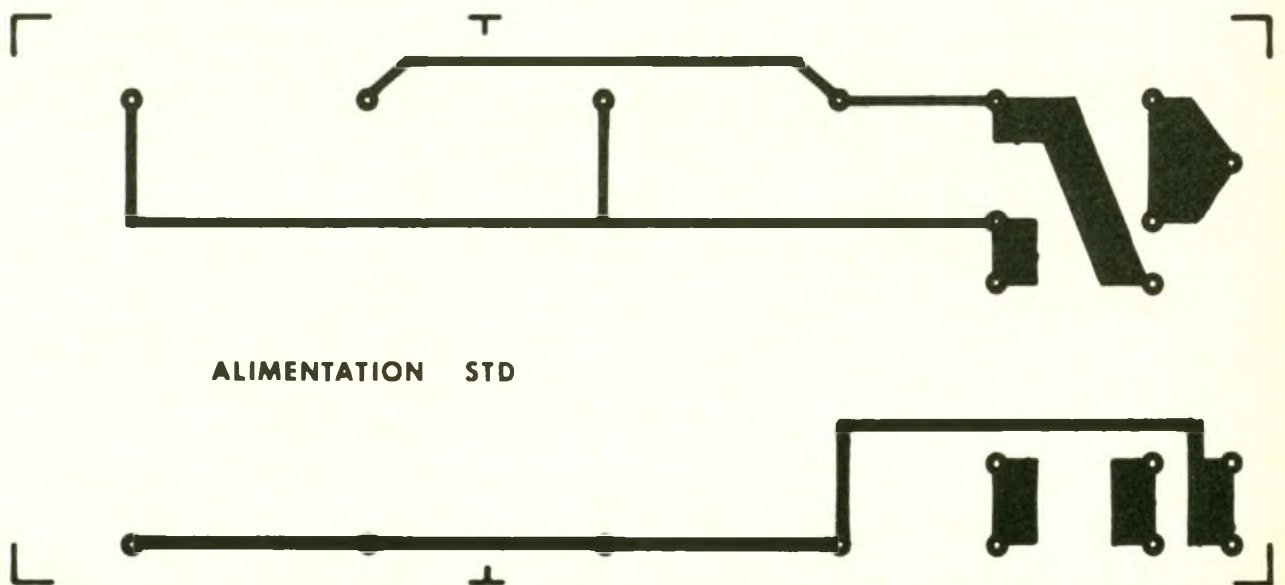
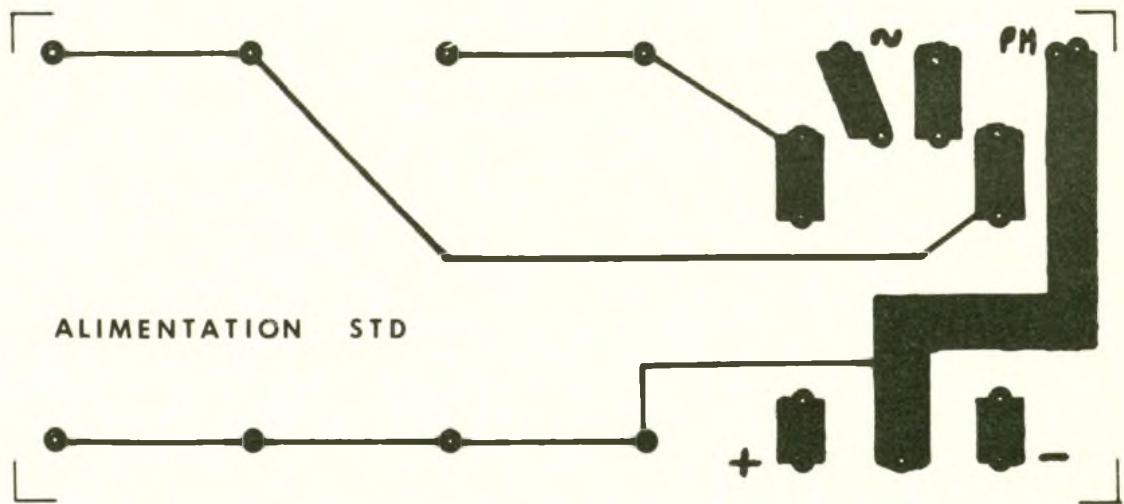
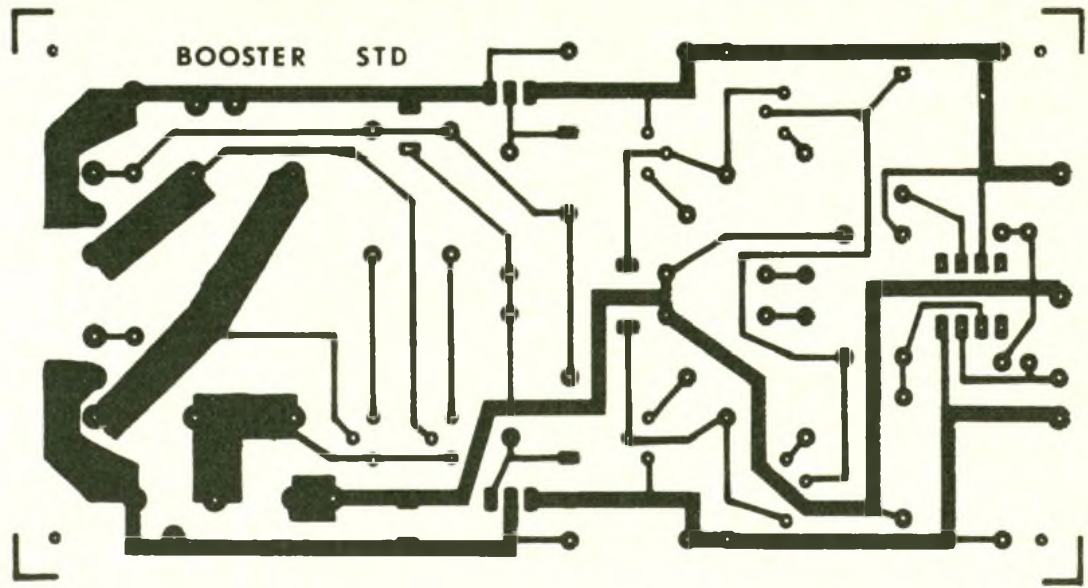
Certains ferromodélistes possèdent peut-être déjà un transformateur à unique enroulement qu'ils aimeraient mettre à contribution. Pour être utilisable, ce transformateur doit fournir une tension de sortie comprise entre 16 V et 18 V alternatifs maximum en charge nominale. Il faudra veiller à ce que l'élément puisse débiter le courant demandé par le réseau sans qu'il ne chauffe trop et surtout sans que la tension de sortie ne descende en dessous de 16 V alternatifs. S'il s'agit d'un transformateur de 50 VA, le courant maximal qu'il pourra fournir ne dépassera guère 2,5 A. La **figure 3** montre le branchement d'un tel transformateur, pour son utilisation avec l'amplificateur.

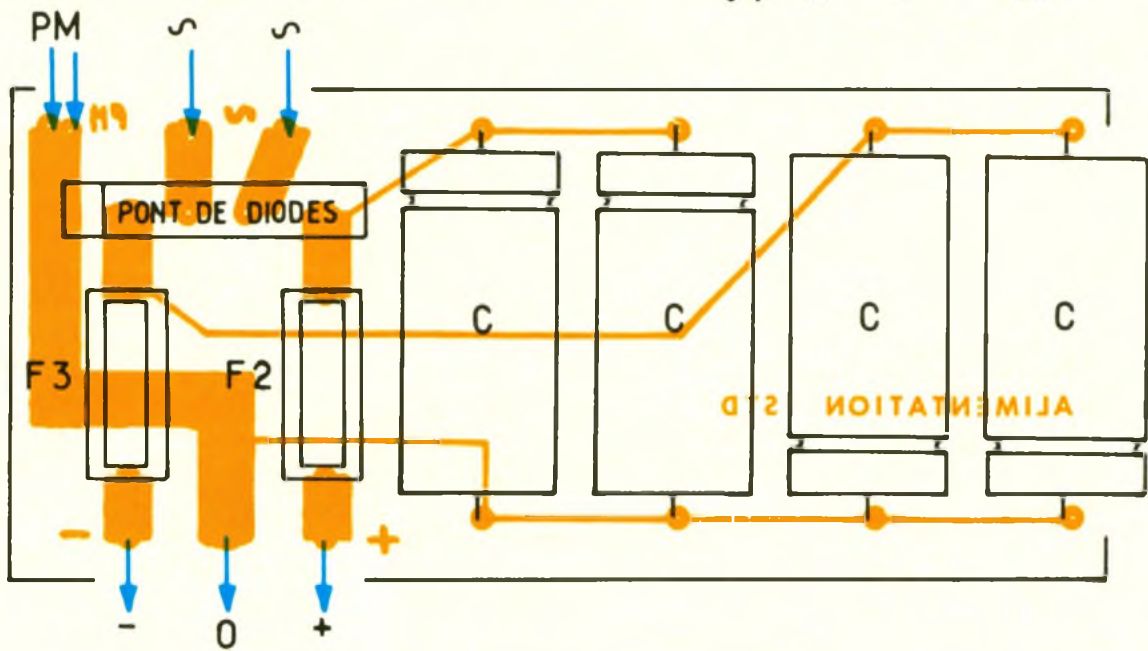
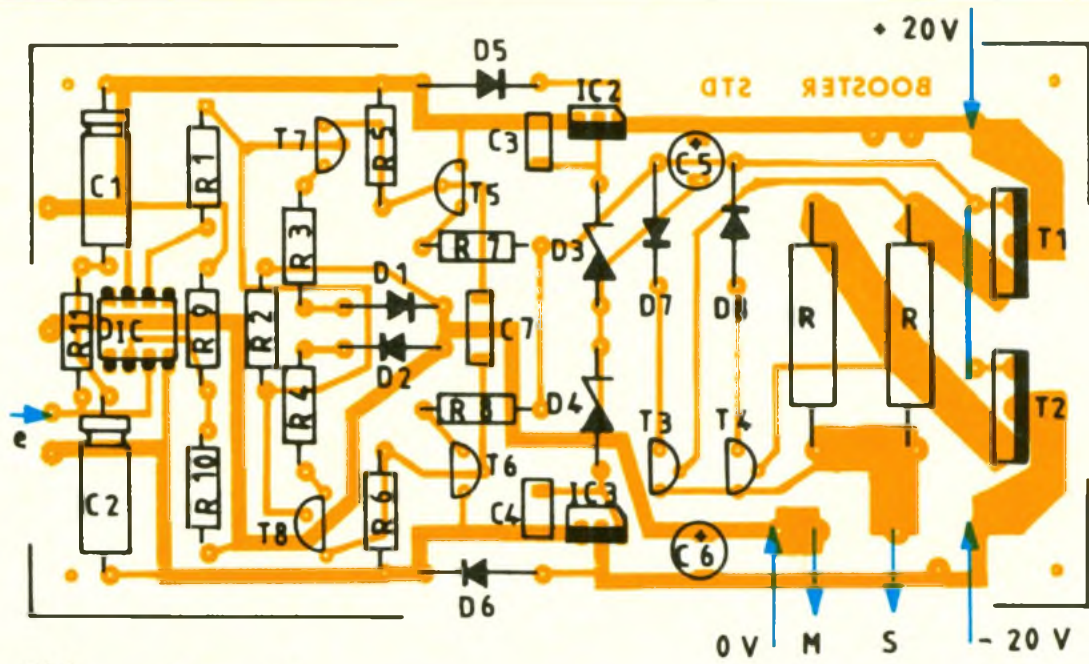
Il est à remarquer que l'on procède à un redressement mono-alternance, et, de ce fait, les capacités tampons doivent être de 4 700 μF minimum par ampère pour obtenir un filtrage de bonne qualité. On retrouve en **figure 8** et **9** le tracé et l'implantation du circuit imprimé de cette alimentation.



2/3

Voici deux schémas d'alimentation possibles, utilisant un transformateur simple ou double enroulement.





OU

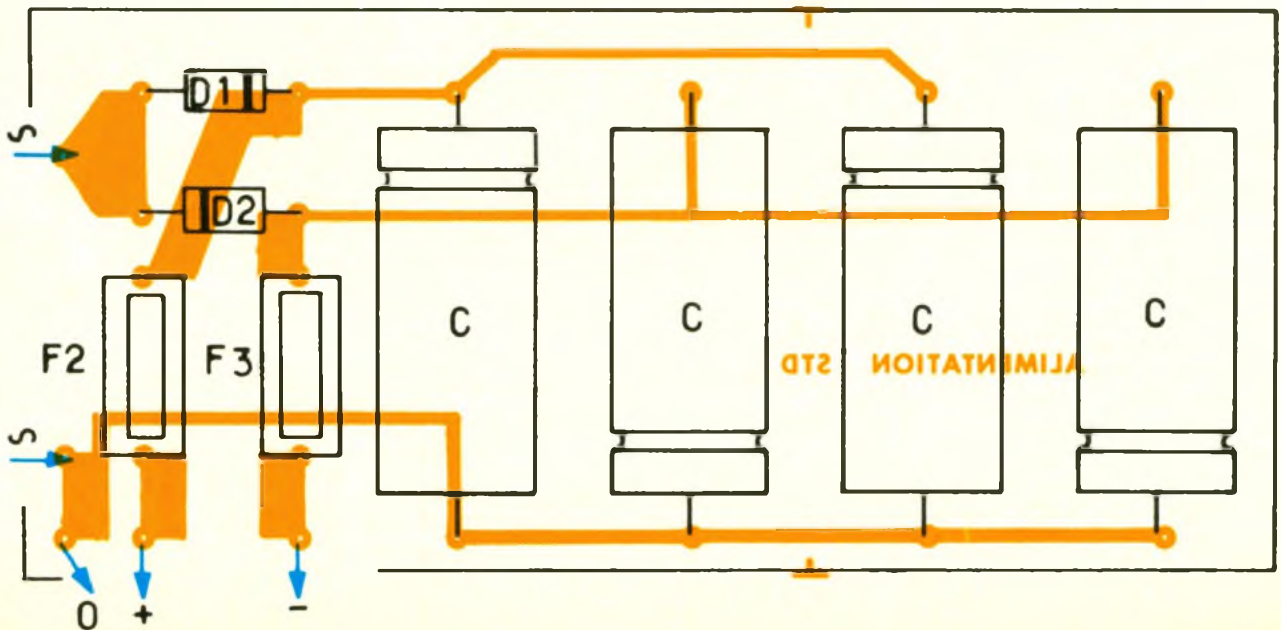




Photo 3 – Vue d'une capacité électrochimique de 10 000 $\mu\text{F}/40\text{ V}$, utilisable dans l'alimentation de puissance.

Il est préférable de considérer le schéma de la **figure 3** comme solution de secours ou d'essai, permettant de faire fonctionner un petit réseau miniature, mais dans des conditions qui sont loin d'être optimales.

Nota : Le montage en parallèle de plusieurs transformateurs pour augmenter le courant disponible en sortie est **fortement déconseillé**.

REALISATION PRATIQUE

Les circuits imprimés

On les réalisera de préférence en verre époxy de manière à obtenir une bonne tenue mécanique des pistes de cuivre.

Les tracés seront reproduits sur le cuivre, précédemment dégraissé, à l'aide de bandelettes et pastilles, type Mécanorma.

On plongera ensuite les supports dans du perchlore de fer, tiède, de façon à procéder à la gravure.

L'opération effectuée, on rincera abondamment à l'eau claire puis, après séchage, on percera de 0,8 à 1,3 mm suivant les composants.

Implantation de l'amplificateur de puissance

La première étape de la réalisation consiste en l'implantation du pont de câblage entre les deux bases des transistors de sortie.

Les deux résistances R seront positionnées de façon à laisser un espace entre le corps de la résistance et la platine ; celles-ci peuvent, en effet, atteindre une température relativement élevée.

En raison de l'importance du courant, les diverses connexions extérieures devront être de forte section (0,75 mm² minimum). Les régulateurs IC₂ et IC₃ ne nécessitent pas de refroidisseur si l'on ne charge pas trop la sortie symétrique.

On évitera de trop raccourcir les broches des transistors T₁ et T₂. On pourra ainsi, si on le désire, les positionner parfaitement sans câblage sur un radiateur de dimensions suffisantes. C'est indispensable pour le fonctionnement correct du montage, vu l'importance de la puissance dissipée par ces transistors de sortie (25 W environ en charge nominale). La caractéristique importante du radiateur choisi est sa résistance thermique ; elle doit être inférieure à 1 W/°C si l'on prévoit de demander en permanence à l'amplificateur le courant de sortie maximal de 5 A.

Quel que soit le radiateur adopté, il faudra veiller à une parfaite isolation des transistors de puissance : on fera appel à des plaquettes d'isolation en mica ou en céramique et on utilisera des canons d'isolation pour la fixation du radiateur. Cette isolation peut être supprimée si l'on choisit de mettre un refroidisseur pour chaque transistor de sortie. Il est tout de même préférable de la maintenir étant donné la valeur du potentiel présent sur le boîtier du transistor (> 22 V).

Implantation de l'alimentation

Vous avez le choix entre deux circuits imprimés, l'un correspondant à celle utilisée avec un transformateur possédant deux enroulements en **figure 6** et **7** (redressement double alternance) ; l'autre utilisé avec un transformateur à un seul enroulement en **figure 8** et **9** (redressement mono-alternance).

L'alimentation de l'amplificateur de puissance est connectée au secteur ; on veillera pour cette raison à une parfaite isolation du montage vis-à-vis de lui lors de la mise en boîtier. On branchera l'alimentation, les fusibles F₁, F₂ et F₃ associés leurs supports, l'interrupteur secteur I₁, en res-

pectant le plan de la **figure 7** ou **9**. On veillera à bien isoler, à l'aide d'un petit morceau de gaine thermorétractable, les points de soudure des fils du secteur.

On branche en série les deux enroulements du secondaire du transformateur, que l'on connecte ensuite à la plaque de l'alimentation supportant le pont redresseur et les capacités tampons si l'on a adopté la solution avec un circuit imprimé ; autrement, le câblage devra se faire avec du fil de 0,75 mm² minimum. Avant de relier l'amplificateur de puissance à l'alimentation, il est prudent de vérifier la valeur de la tension fournie par l'alimentation. Pour ce faire, on enfiche le cordon secteur dans une prise de courant, on bascule l'interrupteur secteur en position marche, et on mesure la tension redressée et filtrée présente aux bornes des condensateurs : elle devrait être comprise entre 20 et 30 V. Vérifiez la tension entre le + et le -, qui doit être le double de la précédente. Si vous mesurez 0 V, il faudra intervertir le branchement de l'un des deux enroulements.

Si vous obtenez une tension supérieure, il serait prudent de changer de transformateur afin d'obtenir une valeur plus faible pour ne pas risquer de détruire les régulateurs IC₂ et IC₃.

Une fois la tension requise, on coupe l'alimentation, on laisse aux condensateurs le temps de se décharger, et on relie l'amplificateur de puissance à l'alimentation avec du fil de 0,75 mm².

Après remise sous tension de l'ensemble, on vérifiera la présence des niveaux de tension en sortie des régulateurs IC₂ (+ 18 V) et IC₃ (- 18 V).

TESTS ET ESSAIS

Dans l'état actuel des choses, en l'absence de signal du codeur, on doit obtenir - 16 V environ en sortie, c'est-à-dire entre les points S et M.

Charger la sortie par la mise en place d'une résistance de quelque 100 Ω , 5 W.

Vérifier que l'on obtient toujours une tension de - 16 V et la plus lisse possible (à l'aide d'un oscilloscope).

Appliquer à l'entrée une tension comprise entre 5 et 20 V (présente en sortie du régulateur IC₂)

et observer le changement de signe de la tension de sortie (+ 16 V).

Si les valeurs mesurées sont correctes, il vous faudra passer à la fabrication du codeur, objet de notre prochain volet.

CONCLUSION

A l'intention des fanatiques du respect de l'échelle, les ± 16 V (environ 14 V maxi aux bornes du moteur de la locomotive), que nous avons adopté, comme tension de sortie, on été choisis en vue de donner aux convois la même vitesse que celle des trains d'un système conventionnel (non digital). En y regardant de plus près, on se rend compte cependant que très souvent, vu l'échelle, les trains miniatures roulent bien plus vite que dans la réalité. Pour abaisser la vitesse de déplacement à l'échelle de la réalité, il suffit d'opter pour une tension de sortie plus faible en remplaçant les diodes Zener D₃ et D₄ (6,2 V) par leur homologue de 3,9 V. La tension de sortie diminue alors de 2 V pour atteindre 14 V (12 V maxi sur la locomotive).

J.-L. TISSOT

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

L'amplificateur de puissance

R₁, R₂ : 22 k Ω , 1/4 W (rouge, rouge, orange)

R₃, R₄ : 2,2 k Ω , 1/4 W (rouge, rouge, rouge)

R₅, R₆ : 4,7 k Ω , 1/4 W (jaune, violet, rouge)

R₇, R₈ : 330 Ω , 1/4 W (orange, orange, marron)

R₉, R₁₁ : 47 k Ω , 1/4 W (jaune, violet, orange)

R₁₀ : 10 k Ω , 1/4 W (marron, noir, orange)

R : voir texte, résistance de puissance

C₁, C₂ : 2,2 μ F, 25 V axiaux

C₃, C₄ : 100 nF, 63 V, pas 5,08 mm

C₅, C₆ : 47 μ F, 63 V radiaux

C₇ : 10 nF, 63 V, pas 5,08 mm

D₁, D₂ : 1N4148

D₃, D₄ : Zener 6,2 V ou 3,9 V, 400 mW

D₅, D₆, D₇, D₈ : 1N4001... 7

T₁ : transistor Darlington de puissance 5 A, 25 W TIP 121 ou équivalent

T₂ : transistor Darlington de puis-

sance 5 A, 25 W TIP 126 ou équivalent

T₃, T₅, T₈ : BC 308 ou équivalent

T₄, T₆, T₇ : 2N2222 ou équivalent

IC₁ : ampli opérationnel 741 + support 8 broches

IC₂ : régulateur de tension positive + 12 V

IC₃ : régulateur de tension négative - 12 V

Refroidisseur(s) pour T₁ et T₂

L'alimentation (voir texte)

1 interrupteur

2 porte-fusibles pour C.I., 5 x 20 mm

1 porte-fusible pour châssis, 5 x 20 mm

Version figure 2

F₁ : fus. temporisé 2 A

F₂, F₃ : Fus. temporisés 5 A

1 pont moulé rectang. 5 A, 100 V

C : condensateur 4 700 μ F, 35 V mini-axial

Transformateur 220 V, 2 x 18 V, 225 A thorique

Version figure 3

F₁ : fus. temporisé 1 A

F₂, F₃ : fus. temporisés 3 A

2 diodes 3 A, 100 V

C : 4 700 μ F, 35 V mini-axial

1 transfo 220 V, 18 V, 50 VA

Selectronic

BP 513 59022 LILLE Tél. : 20.52.98.52

NOUVEAUTÉS

MODULE SUBMINIATURE DE DETECTION I.R. SGM 5910

A peine plus grand qu'un timbre-poste, ce nouveau module est équipé d'origine d'une lentille de FRESNEL hémisphérique

- Dim : 30 x 35 mm e = 22 mm
- Alim : 5 à 10 V/mA
- Temporisation laissée au choix de l'utilisateur
- Portée : 6 m. Sortie : collecteur ouvert

Idéal pour l'allumage automatique de lampes, ouverture de portes, surveillance, etc. (Ne convient pas pour système d'alarme)

2 versions sont disponibles :



- Montage mural : SGM 5910 RE :
Détection sur 100° en horizontal et 60° en vertical

Le module SGM 5910 RE 121.9409 **149,50 F**

- Montage en plafonnier : SGM 5910 SB
Cône de détection de 100° d'ouverture
Détection sur 360° en horizontal
Le module SGM 5910 SB 121.9415 **149,50 F**

COFFRET SIG-BOX :

Il remplace désormais le coffret GIL - BOX - Même utilisation
Pour lentille CE 24CE 26
Dimensions : 103 x 52 x 62 mm
Couleur : crème
Le coffret SIG-BOX 121.9379 **30,00 F**



GENERATEUR DE FONCTIONS WOBBLER

(Décrit dans ELEKTOR 143)
Le générateur que l'on attendait avec impatience !

- Gamme de fréquence : 10 Hz à 200 kHz en 4 gammes
- Fréquence de balayage : 0,1 à 100 Hz
- Sinus, carré, triangle
- Taux de distorsion en sinus : < 0,5 %
- Impédance de sortie : 50 Ω
- Etc...

Fourni avec coffret percé et sérigraphié, alimentation, boutons et accessoires
Le kit complet 121.9350 **739,00 F**



Pour faciliter le traitement de vos commandes, veuillez mentionner la REFERENCE COMPLETE des articles commandés

CONDITIONS GÉNÉRALES DE VENTE : Voir notre publicité annexe

FIATLUX

Système miniature d'allumage automatique de lampes, basé sur le SGM 5910 décrit ci-contre

- Minuterie programmable intégrée
- P max. : 800 W
- Dimensions : 85 x 56 x 35 mm

La solution à vos problèmes de couloir, palier, etc...

Le Kit complet avec boîtier :

Version Murale 121.9346 **249,00 F**

Version Plafond 121.9353 **249,00 F**



GENERATEUR DE COURANT

Encore une innovation SELECTRONIC qui s'imposera dans tous les labos

Fourni un courant stable quelque soit la charge (30 Vmax)

- De 1 mA à 1,2 A réglable par potentiomètre multivoies
- Affichage LCD

Le kit complet avec tôle percée et sérigraphiée



..... 121.9340 **825,00 F**

KIT VOLTMETRE + AMPEREMETRE NUMERIQUE A LED



Ce double module d'affichage 1000 points à LED vous sera précieux pour mesurer simultanément une tension et un courant (0 à 99,9 V et 0 à 99,9 A)

- Encombrement : 48 x 158 mm

- Fourni avec lentilles spéciales, plaqi rouge, alim secteur etc...

Le Kit complet (sans boîtier) 121.1100 **275,00 F**

POURQUOI S'EN PRIVER ?

PERCEUSE

Black & Decker

MINI-PLUS

Modèle MB 0520

- Alimentation : 9 à 16 V DC
- 17 000 tr/mn sous 16 V
- Puissance utile : 100 W max
- Couple maxi : 14 N. cm
- Mandrin auto-serrant de 0,4 à 6 mm
- Double roulement à billes
- Cordon spiralé extra-souple



La perceuse : 121.9327 **149,50 F**

UN COMMUTATEUR VIDEO 3 VOIES



Un nombre croissant de périphériques vidéo cerne de plus en plus le téléviseur de votre salon, il est vrai. On y trouve magnétoscope, ordinateur et jeux vidéo, entre autres. Cependant, comment les relier à l'unique péritel sans effectuer quotidiennement de multiples branchements et débranchements ?



La solution consiste à utiliser un commutateur vidéo. Celui-ci comportera n entrées, ici trois, que l'on pourra aiguiller vers la sortie se connectant sur le téléviseur, maillon final de la chaîne.

Pour ce genre d'applications, il existe déjà nombre de circuits spécialisés sur le marché. Toutefois, ceux-ci ne restent accessibles qu'auprès des professionnels, ce qui nous empêche de les utiliser dans l'une de nos réalisations (peut-être un jour ?).

Aussi, nous avons voulu, une fois de plus, nous cantonner à un schéma simple. On utilise ainsi des multiplexeurs analogiques CMOS 4053, très classiques. Les résultats de nos mesures sur

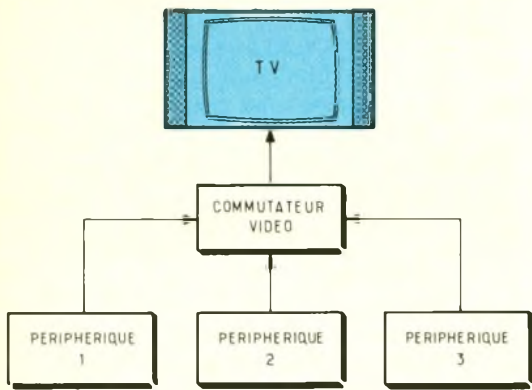
ce montage vous sont livrés ci-dessous :

- bande passante vidéo : 10 MHz ;
- accentuation des fréquences hautes : + 3 dB à 2 MHz ; + 7 dB à 4 MHz ;
- gain de la voie audio : - 6 dB à 20 kHz ;
- voies d'entrée : 3, par péritel ;
- voies de sortie : 2, par péritel en parallèle ;
- diaphonie sur la voie vidéo : - 50 dB à 6 MHz, pour 1 V crête en entrée ;
- diaphonie sur la voie audio : - 50 dB à 30 kHz, pour 775 mV crête en entrée ;
- impédances : 75 Ω sur la voie vidéo ; 600 Ω sur la voie audio.

- alimentation : 220 V, 50 Hz ;
- Pour finir cette description, indiquons que, pour des raisons de simplicité, le commutateur reste unidirectionnel, à savoir que la transmission des signaux ne s'effectue que dans le sens entrées \rightarrow sortie.

FONCTIONNEMENT GENERAL

- Conformément au schéma donné à la figure 2b, le commutateur péritel utilise deux sections identiques pour l'audio et la vidéo, toutes deux commutées simultanément par un seul rotac-tueux. Celui-ci applique les niveaux logiques de commande sur les



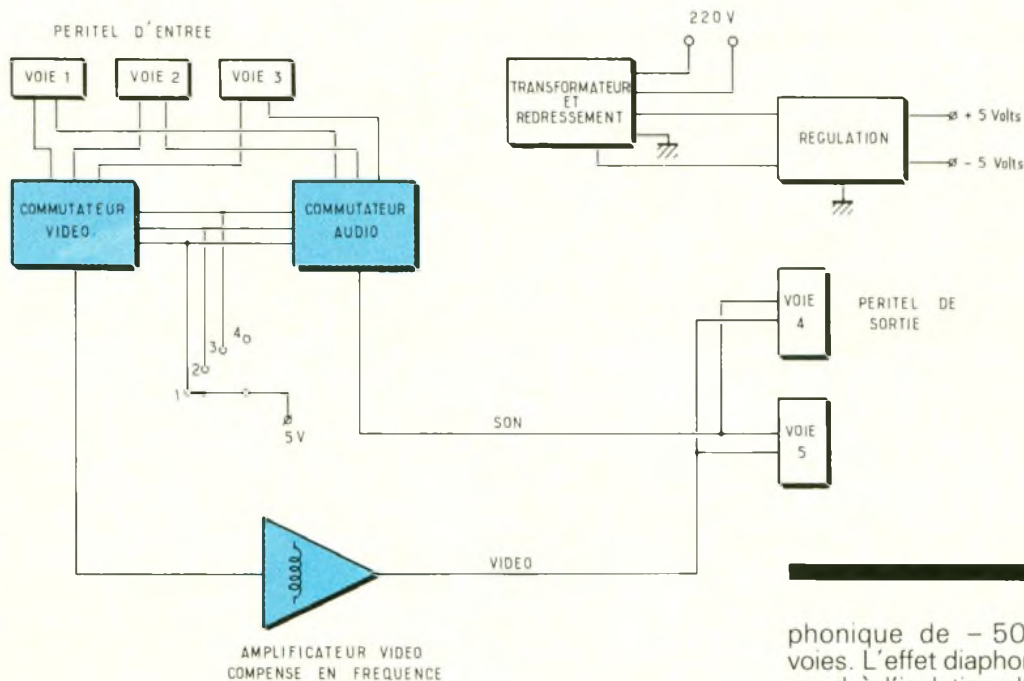
Après essais, il s'est avéré opportun d'insérer un amplificateur à la sortie. Le rôle de celui-ci consiste à rehausser le niveau général et à effectuer une amplification sélective des fréquences hautes. L'alimentation symétrique utilisée ici autorise un transfert non altéré des signaux de synchronisation du signal vidéo,

FONCTIONNEMENT DETAILLE

Disposant de trois sources vidéo et audio de niveau standard, nous les injectons simultanément aux broches 13,3 et 1 des multiplexeurs. La conception du circuit imprimé et la structure de C14 et C15 fournissent une qualité dia-

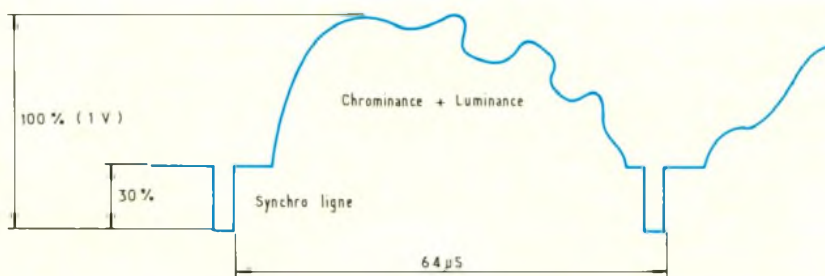
1 Synoptique du commutateur Péritel 3 voies.

2 Architecture du système présenté.



3

Aspect d'une ligne vidéo Secam dans le système L français.



multiplexeurs, ce qui comporte l'avantage de ne pas véhiculer les signaux le long de câbles coaxiaux vers un rotacteur mécanique comme sur certains appareils équivalents, rencontrés dans le commerce.

ceux-ci présentent en effet des fronts négatifs raides dont l'amplitude correspond à 30 % de l'amplitude du signal vidéo, dans le système Secam, L français. La figure 3 représente un signal au standard L français 625 lignes.

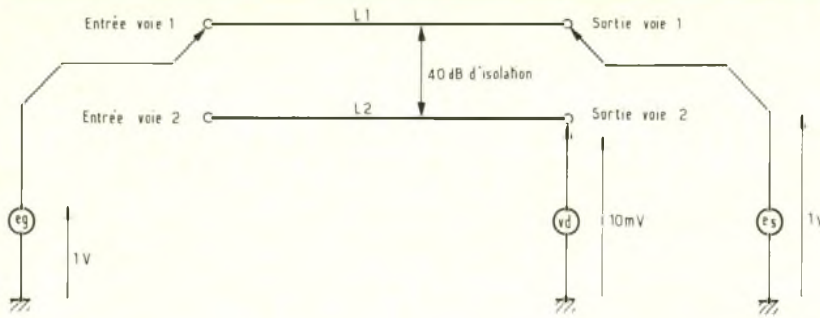
phonique de - 50 dB sur les voies. L'effet diaphonique correspond à l'isolation d'une voie en fonction par rapport à une voie hors fonction, comme l'explique la figure 4. La tension « eg » parcourant la ligne L₁ induit la ligne L₂ de telle façon que la tension « Vd » corresponde à la tension diaphonique du système. Exprimée en décibels nous obtenons :

$$\text{Diap en dB} = 20 \log \left[\frac{Vd}{eg} \right]$$

Pratiquement une diaphonie de - 40 dB

équivalait à une tension « Vd » de 10 millivolts pour une tension « eg » de 1 V, ce qui *a priori* reste insuffisant si la ligne L₂ se situe en aval d'un préamplificateur. D'autre part, la diaphonie augmente avec la fréquence pour une caractéristique donnée des lignes L₁ et L₂.

Considéré comme un circuit spécialisé pour le multiplexage analogique le 4053 comporte trois cir-



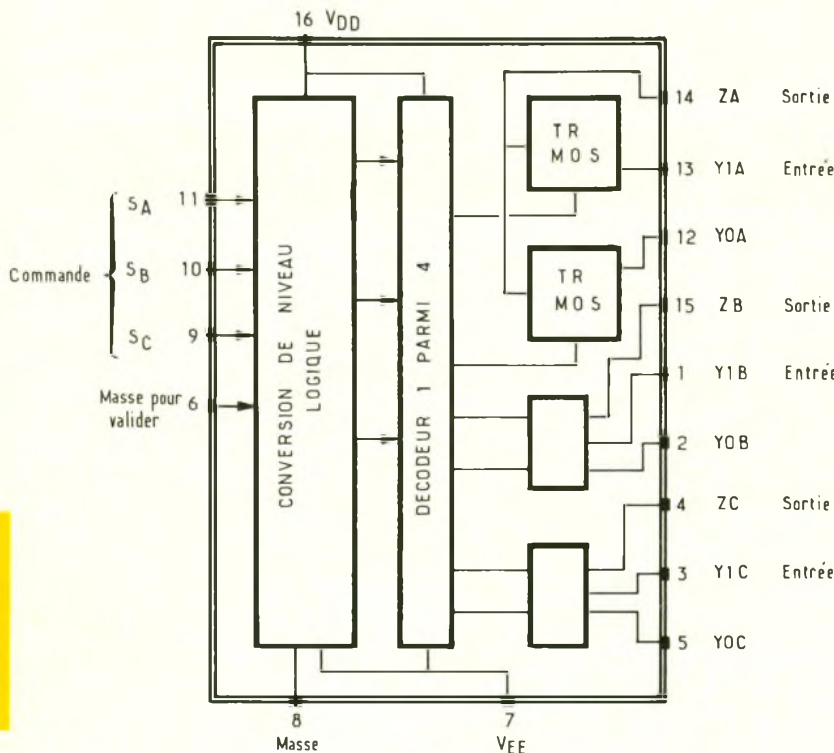
cuits : deux entrées → une sortie réversibles. Le synoptique interne fourni par la **figure 5** permet de mieux appréhender le schéma complet de la **figure 6**. L'aiguillage des signaux analogiques s'effectue à partir de portes en technologie CMOS, garantissant une faible consommation de courant.

Toutes les sorties Z_a à Z_c se retrouvent couplées simplement en parallèle pour attaquer l'amplificateur vidéo. Les entrées de commande comportent une résistance de rappel à la masse, pour forcer un niveau logique bas en l'absence de commande (+5 V). L'amplificateur vidéo compensé

ces insérées dans les collecteurs des transistors. La réactance atteint alors une valeur d'autant plus grande que la fréquence augmente. La solution semble simpliste mais fort efficace contre les copies pâles et nécessaires ! L'amplificateur vidéo utilisé ici permet une excellente stabilité de fonctionnement tant au niveau statique que dynamique. En effet, la contre-réaction agit en courant entre la base de T_1 et l'émetteur de T_2 grâce à une liaison directe sans condensateur. D'autre part, l'impédance d'entrée se retrouve diminuée alors que celle de sortie augmente, d'où la présence de T_3 dans le rôle d'adaptateur pour abaisser l'impédance à une valeur convenable. Le gain global de cet amplificateur augmente progressivement de 50 Hz à 10 MHz. Celui de l'étage T_2 , sans l'inductance, vaut -1 lorsque la fréquence atteint 330 kHz, tandis que la réactance de L_2 vaut 100Ω . Le gain passe à $-1,1$, pour arriver à $-2,2$ à 4 MHz. Le signe moins signifie un déphasage de 180° . Les trois sorties audio couplées également en parallèle traversent le 4053 sans adaptation ni amplification. Le gain de l'amplificateur vidéo s'ajustera à l'aide de R_9 en série avec R_8 et C_{13} . En régime dynamique, ce groupement série vient en parallèle sur R_6 pour en modifier la valeur.

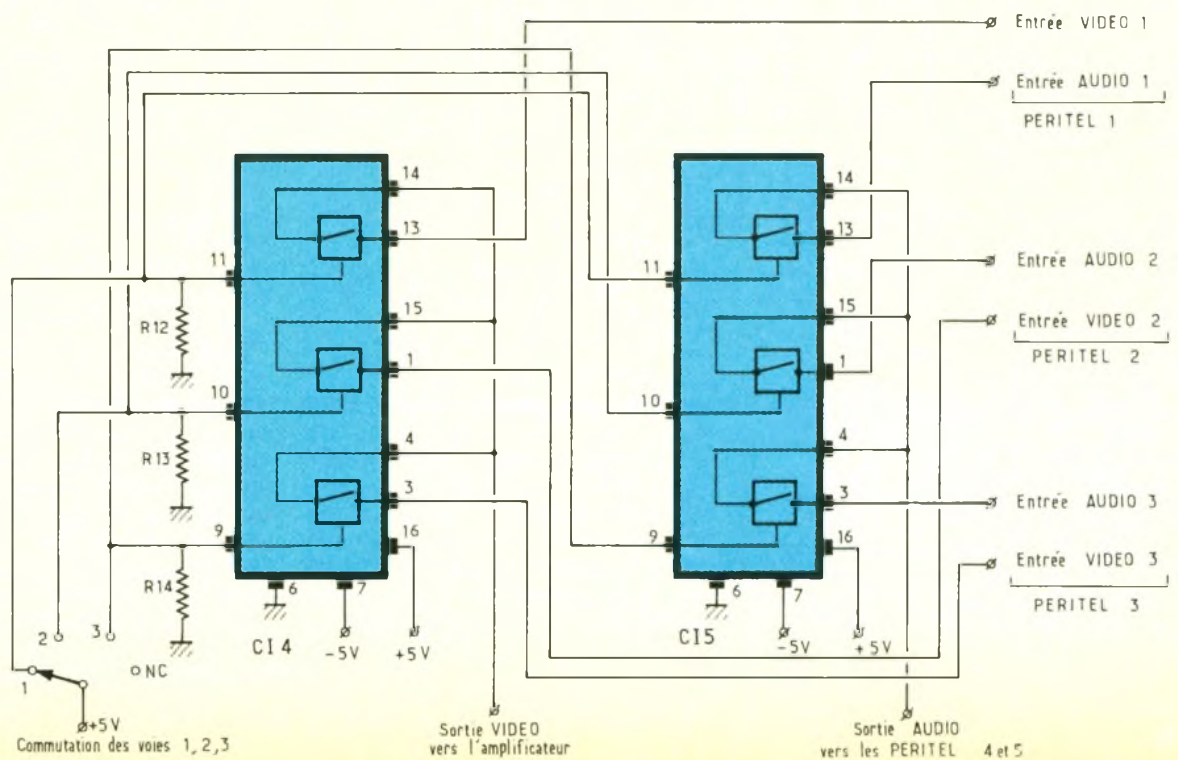
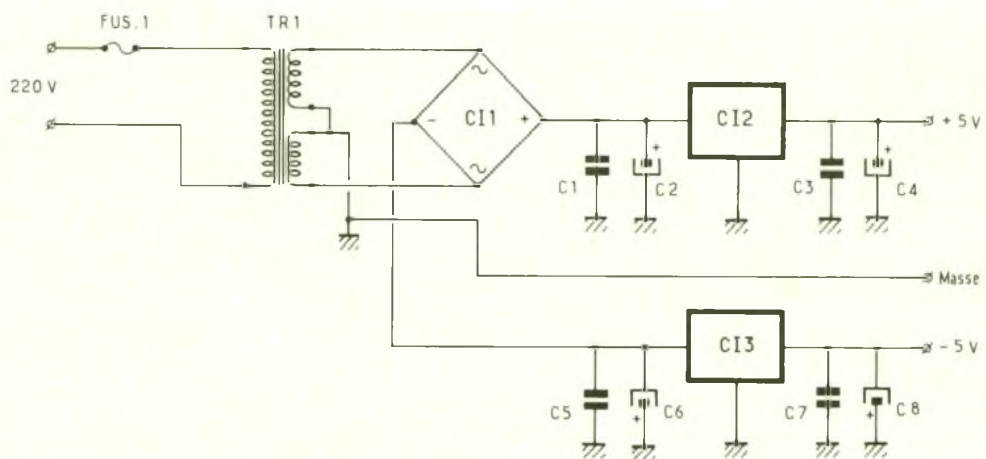
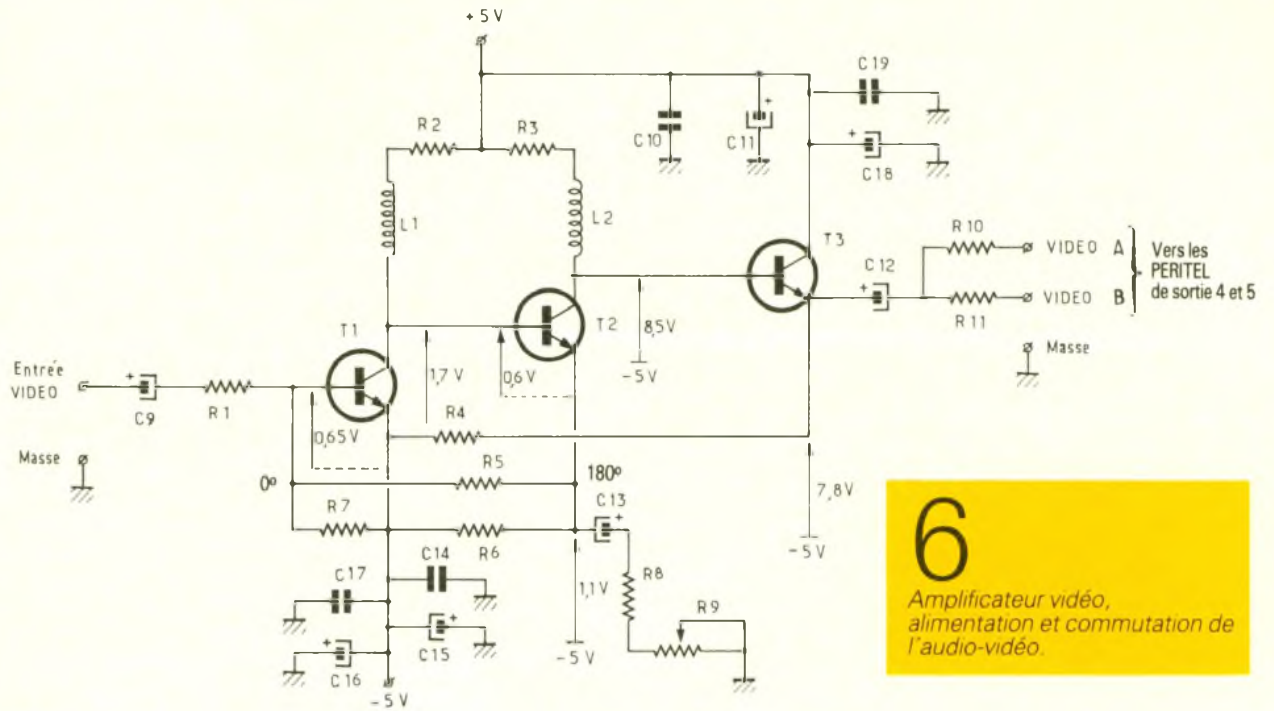
REALISATION PRATIQUE

Les tracés des deux circuits imprimés sont représentés à la **figure 7** pour la carte d'entrée et d'alimentation, puis à la **figure 8** pour la carte de sortie et l'amplificateur vidéo. Après réalisation des CI, votre tâche consistera alors à percer à 0,8 mm et à 1,1 mm pour le transformateur, le support de fusible, le commutateur, les picots, puis à 4 mm pour les vis de fixation des deux circuits imprimés (voir les photographies). Cela fait, il faudra bien nettoyer les circuits pour les rendre brillants et exempts de gras. Ensuite, selon les indications fournis par les **figures 9 et 10**, vous soudez les composants en commençant par les éléments passifs ; supports de circuits intégrés, prises péritel, condensateurs, résistances, sans oublier les straps. La partie mécanique consiste à fixer la



COMMANDES		VOIE EN FONCTION
\bar{E}	S_A	
0	0	Y0A vers ZA
0	1	Y1A vers ZA
1	indifférent	aucune

et contre-réactionné autorise une bande passante large de 10 MHz. Les selfs de compensation relèvent les fréquences hautes. La copie de cassettes vidéo demande du gain sur les signaux de chrominance. Or, vers les 4 MHz, la structure retenue favorise l'amplification grâce à des inductan-



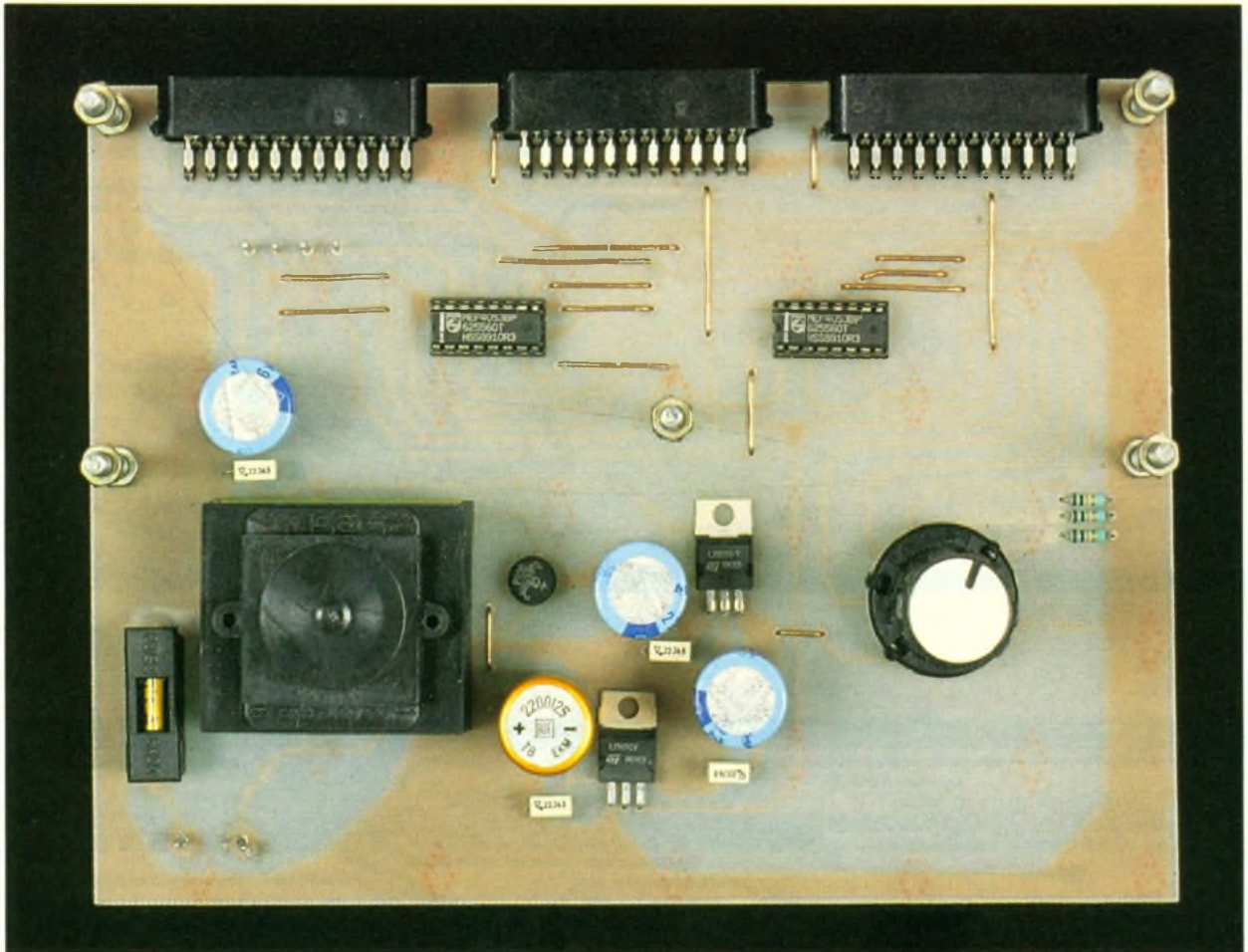


Photo 2. – La platine inférieure constitue la « carte d'entrée » et reçoit également la partie alimentation.

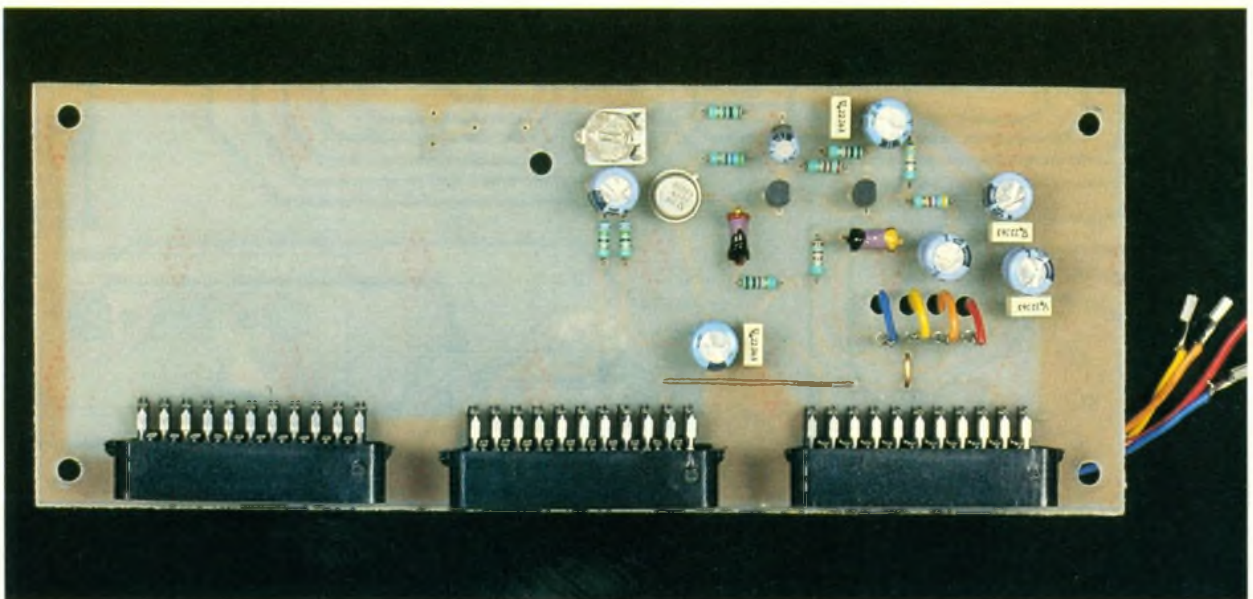
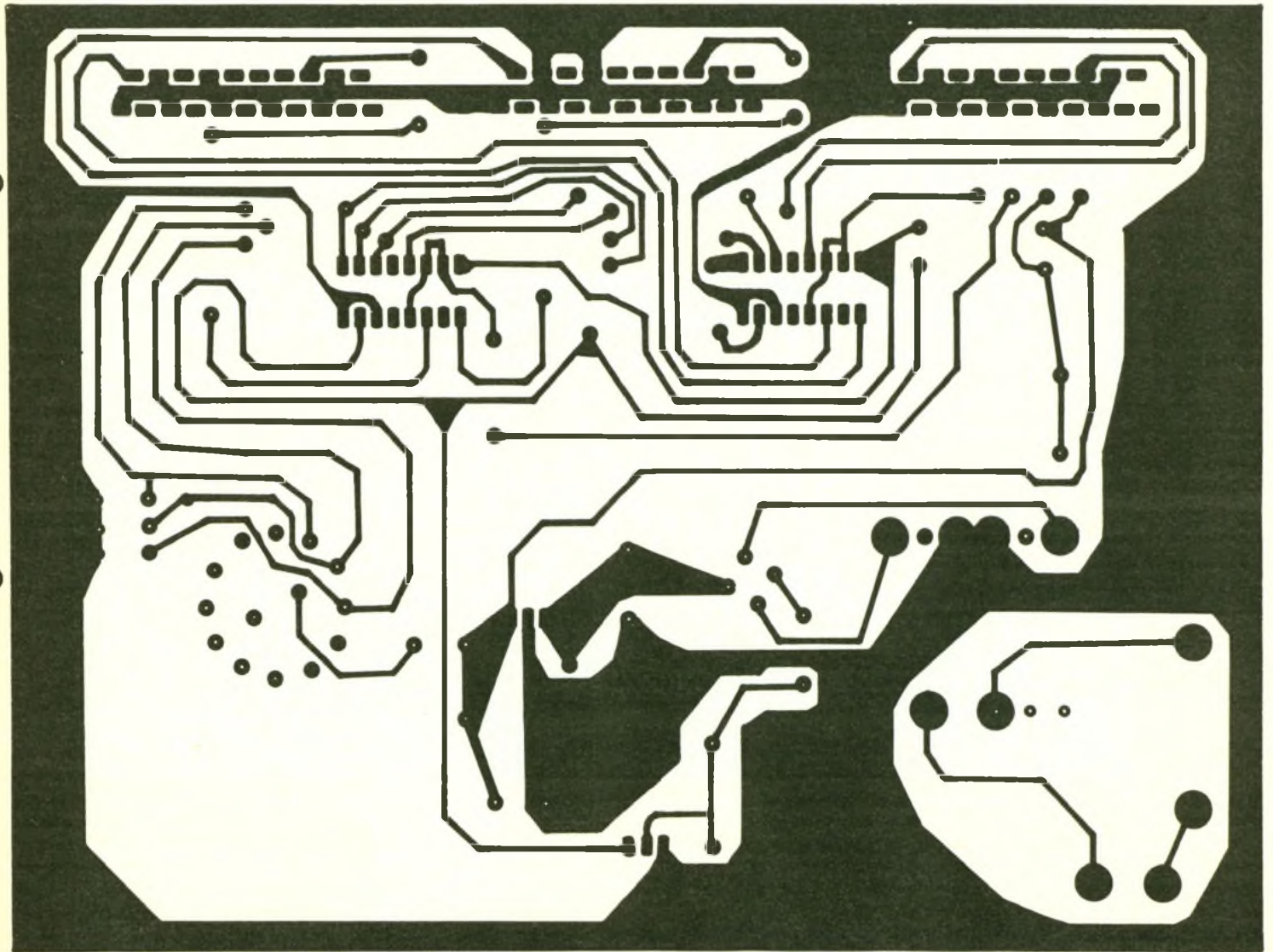
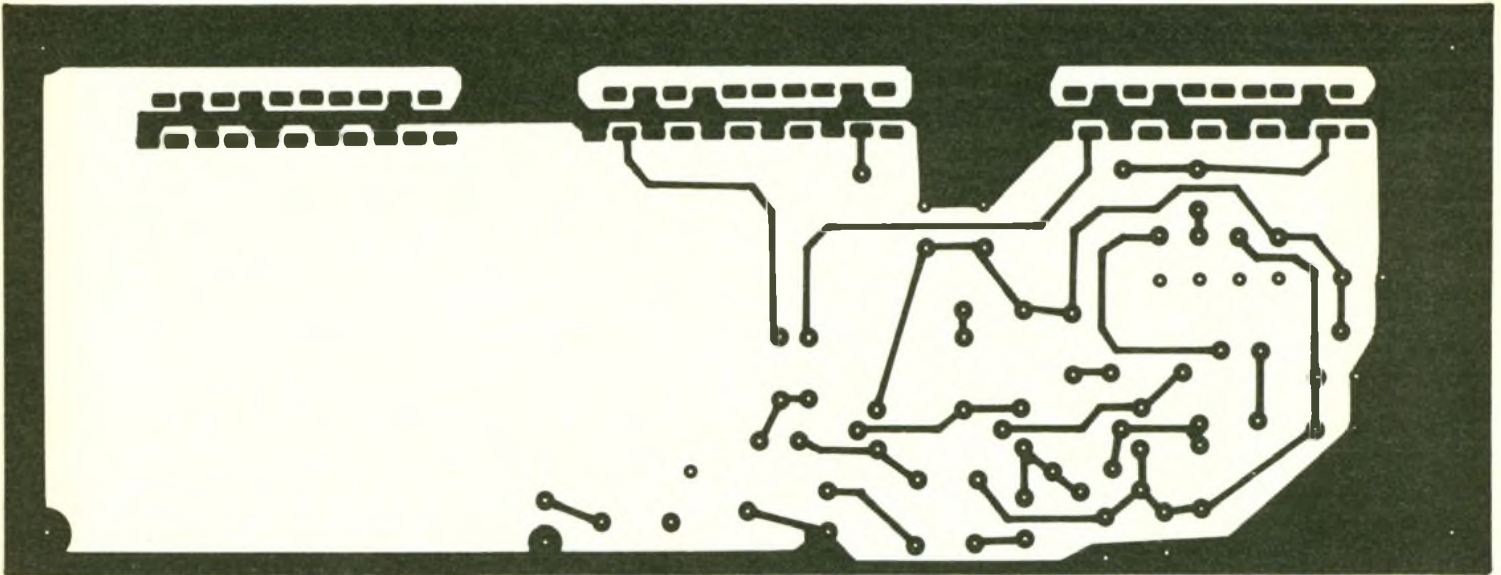


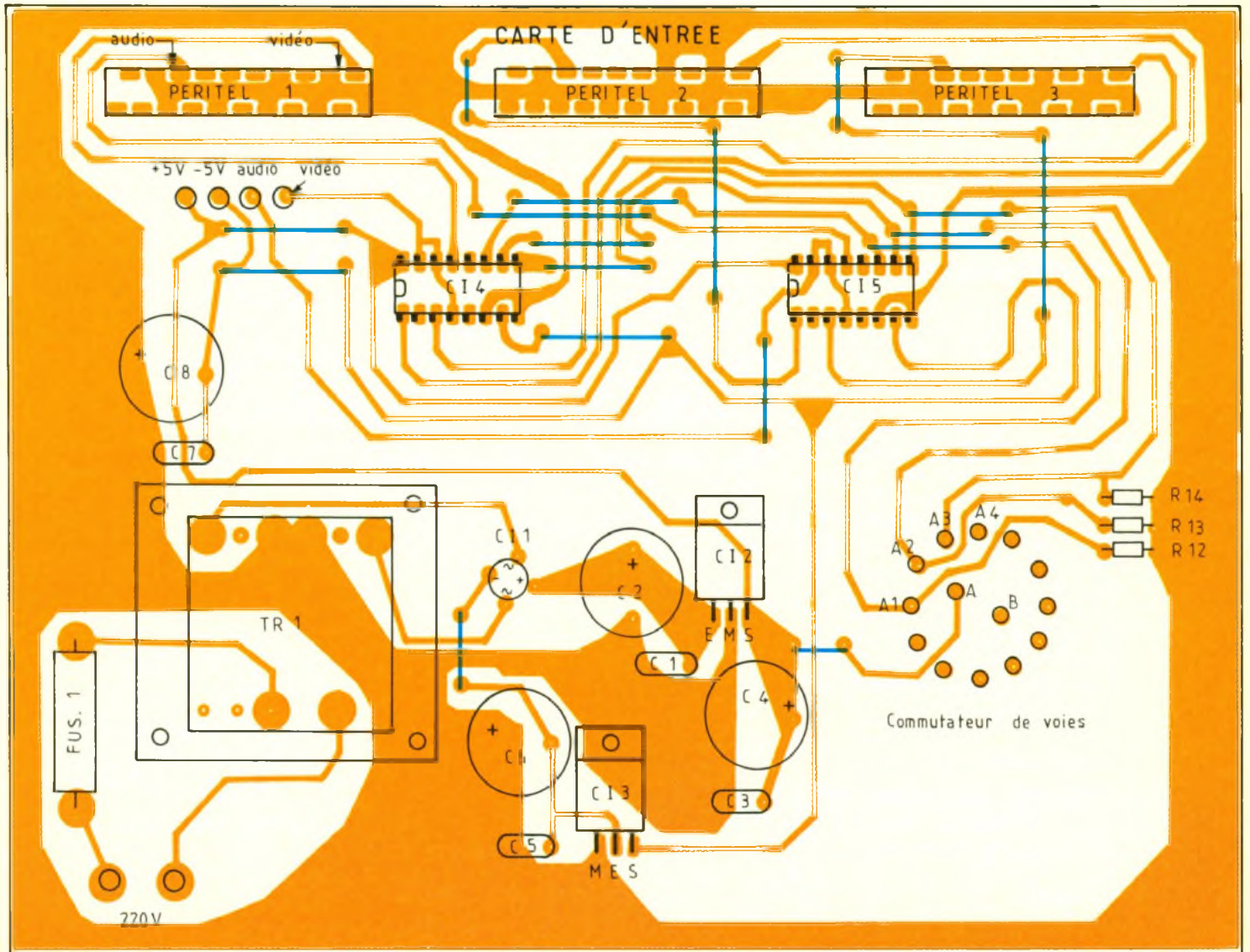
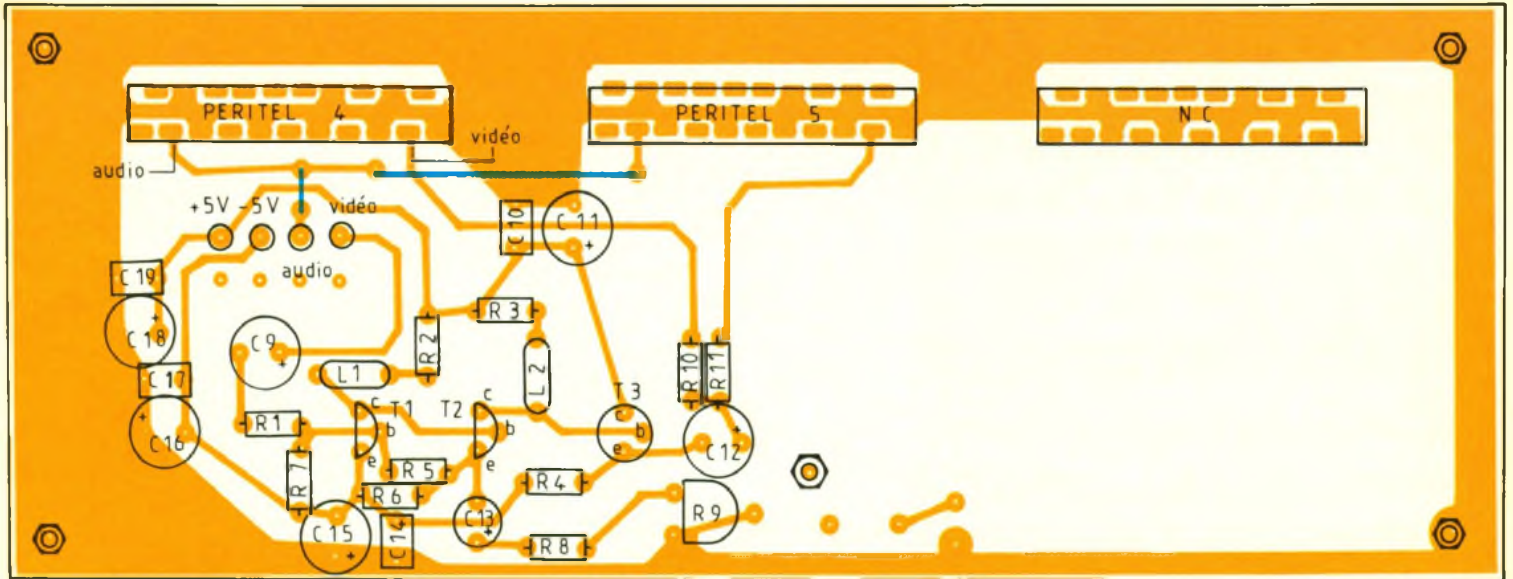
Photo 3 – La carte supérieure supporte une prise Péritel non connectée sur laquelle pourra se brancher un futur préampli.

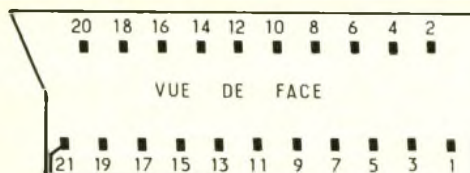
carte de sortie au-dessus de la carte principale par l'intermédiaire d'entretoises ou de vis, avec leurs rondelles et écrous. Les deux cartes se rejoignent électriquement par quatre fils d'une longueur de 60 mm, la

continuité de la masse se faisant par les entretoises métalliques. Ces fils traversent la platine supérieure par quatre trous d'un diamètre de 3 mm (voir les photographies). Si vous possédez suffisamment de « savoir-faire »

en mécanique, un petit boîtier adéquat rendra à cet appareil un bel aspect. D'autre part, les figures 9 et 10 représentent les brochages des différents semi-conducteurs ainsi que les polarités des condensateurs







chimiques. Vérifiez enfin votre câblage, les soudures, les éventuels court-circuits et faux-contacts. Lorsque tout vous paraîtra convenable, branchez et passez à la suite.

MISE AU POINT

Par le biais de trois cordons, connectez vos sources audiovisuelles sur les trois fiches périTel de la carte principale. Branchez en sortie sur la carte supérieure, un ou deux moniteurs vidéo ou téléviseurs. En tournant dans le sens horaire le rotacteur, vous sélectionnerez les sources 1 à 3. Ajustez le gain vidéo en actionnant R_9 pour obtenir une image convenable, sans tache. Ce réglage s'effectuera pour une image présente sur une entrée dont la luminosité s'avère très prononcée, il s'agit du réglage sur un « blanc ».

Ph. BAJCIK

LISTE DES COMPOSANTS

Résistances

R_1 : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)
 R_2 : 2,2 k Ω (rouge, rouge, rouge)
 R_3 : 1 k Ω (marron, noir, rouge)
 R_4 : 560 Ω (vert, bleu, marron)
 R_5 : 2,2 k Ω (rouge, rouge, rouge)
 R_6 : 1 k Ω (marron, noir, rouge)
 R_7 : 3,3 k Ω (orange, orange, rouge)
 R_8 : 100 Ω (marron, noir marron)
 R_9 : 4,7 k Ω ajustable horizontale
 R_{10}, R_{11} : 75 Ω (violet, vert, noir)
 R_{12}, R_{13}, R_{14} : 10 k Ω (marron, noir, orange)

Condensateurs

$C_1, C_3, C_5, C_7, C_{10}, C_{14}, C_{17}, C_{19}$: 220 nF
 C_2, C_4, C_6, C_8 : 2 200 μ F, 16 V, vertical

Broches	Fonctions
1	Sortie audio 775 mV, 600 Ω
2	Entrée audio 775 mV, 10 k Ω
3	Sortie audio 775 mV, 600 Ω
4	Masse audio
5	Masse composante bleue
6	Entrée audio 775 mV, 10 k Ω
7	Entrée composante bleue, 700 mV/75 Ω
8	Télécommande : TV = 1 V, moniteur = 10 V
9	Masse composante verte
10	Non connecté (NC)
11	Entrée composante verte, 700 mV, 75 Ω
12	Non connecté (NC)
13	Masse composante rouge
14	Non connecté (NC)
15	Entrée composante rouge, 700 mV, 75 Ω
16	Commutation rapide : TV = 0,4 V, périTel = 3 V
17	Masse vidéo composite
18	Masse commutation rapide
19	Sortie composite, 1 V, 75 Ω
20	Entrée vidéo composite 1 V, 75 Ω
21	Blindage (masse) de la broche

$C_9, C_{11}, C_{12}, C_{15}, C_{16}, C_{18}$: 220 μ F, 16 V, vertical
 C_{13} : 10 μ F, 16 V, vertical

Semi-conducteurs

T_1, T_2 : BC550C
 T_3 : 2N2219A
 Cl_1 : pont de diodes moulé
 Cl_2 : 7805 régulateur + 5 V
 Cl_3 : 7905 régulateur - 5 V
 Cl_4, Cl_5 : 4053 multiplexeur analogique CMOS

Inductances et transformateur

TR_1 : transformateur moulé 220 V/2 x 8 V, 250 mA
 L_1, L_2 : 47 μ H (jaune, violet, noir)

Divers

6 fiches femelles périTel pour circuit imprimé
 1 commutateur, 2 circuits/6 positions à picots
 1 bouton (pour le rotacteur)
 1 support fusible pour circuit imprimé
 1 fusible 100 mA
 Colonnnettes \varnothing 4 mm
 Cordon secteur
 2 supports pour circuit intégré
 16 broches
 10 picots mâles pour circuit imprimé
 Epoxy, fil, boîtier, soudure, etc.

UN SYNTHETISEUR VOCAL EN ANGLAIS

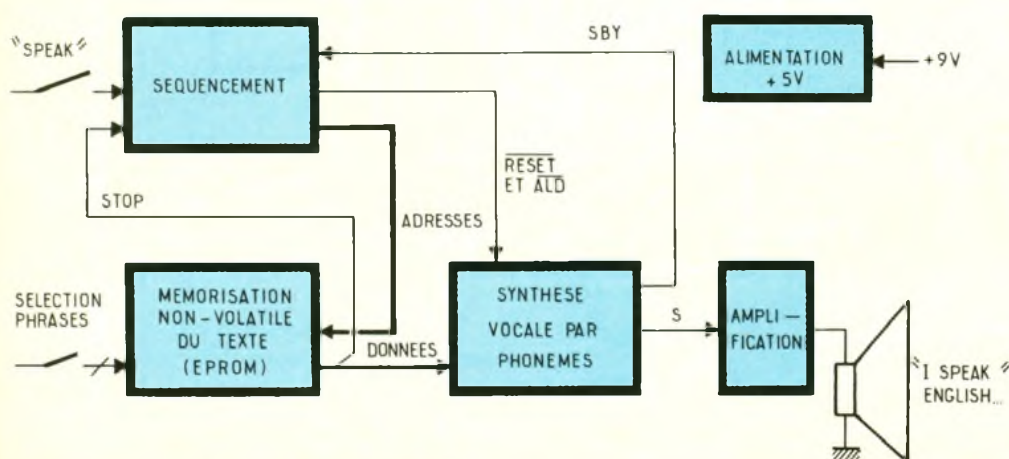
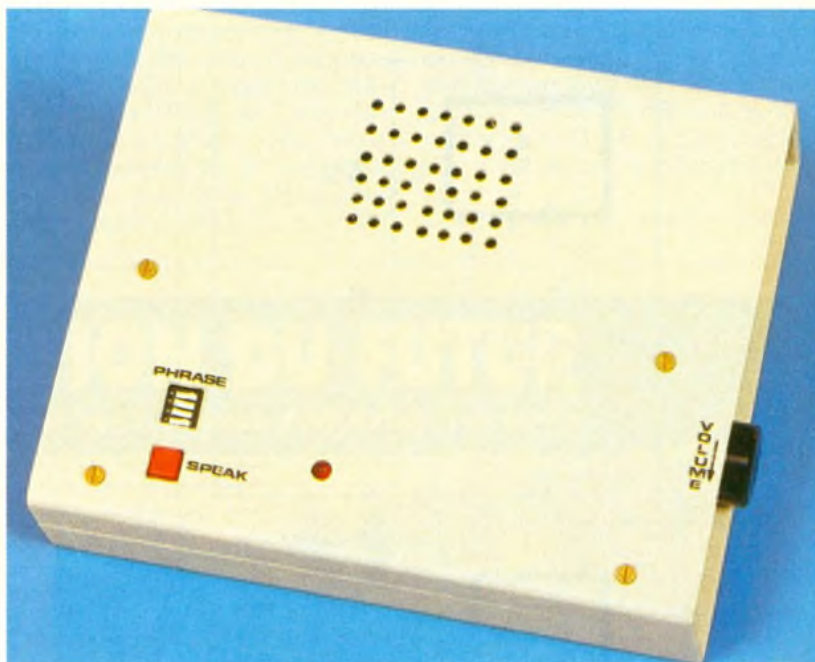


Ce synthétiseur vocal est une application particulière d'une EPROM 2716 et d'un circuit spécialisé. Sous un format légèrement supérieur à celui d'une télécommande de téléviseur (carte imprimée), ce montage peut prononcer jusqu'à seize phrases, intégrées dans l'EPROM, qui assure une mémorisation non volatile. Avec cette réalisation, vous pourrez faire parler votre sonnette d'entrée, votre voiture ou votre alarme, réaliser un répondeur sans cassette... seule limitation, il parle anglais.

PRINCIPE

Le schéma fonctionnel est présenté en figure 1. Un circuit spécialisé se charge de la synthèse vocale par phonèmes. Un phonème est un élément sonore caractéristique de la voix parlée. Le circuit utilise 59 phonèmes (pour chacun desquels est affecté un code binaire), ce qui permet d'obtenir une diction compréhensible.

Pour former un mot, une phrase, il faut fournir une succession de codes à un rythme dicté par le circuit, ce qui nécessite la mémorisation des codes et un séquençement particulier. Des interrupteurs permettent de sélectionner plusieurs phrases (16 phrases de 128 phonèmes maximum), dont le nombre peut être réduit afin d'en augmenter la longueur (jusqu'à une phrase de 2 048 phonèmes maximum).



Les données de l'EPROM commandent le circuit de synthèse vocale (bits D_0 à D_5) et le séquenceur (bit $D_7 = \text{STOP}$ indiquant la fin de la phrase).

Un poussoir 'speak' démarre la synthèse vocale. Le séquenceur assure la génération des signaux de commande de l'EPROM (A_0 - A_{10}) et du synthétiseur de voix (RES , ALD), selon l'état des signaux de contrôle (STOP , SBY) et du poussoir 'speak'.

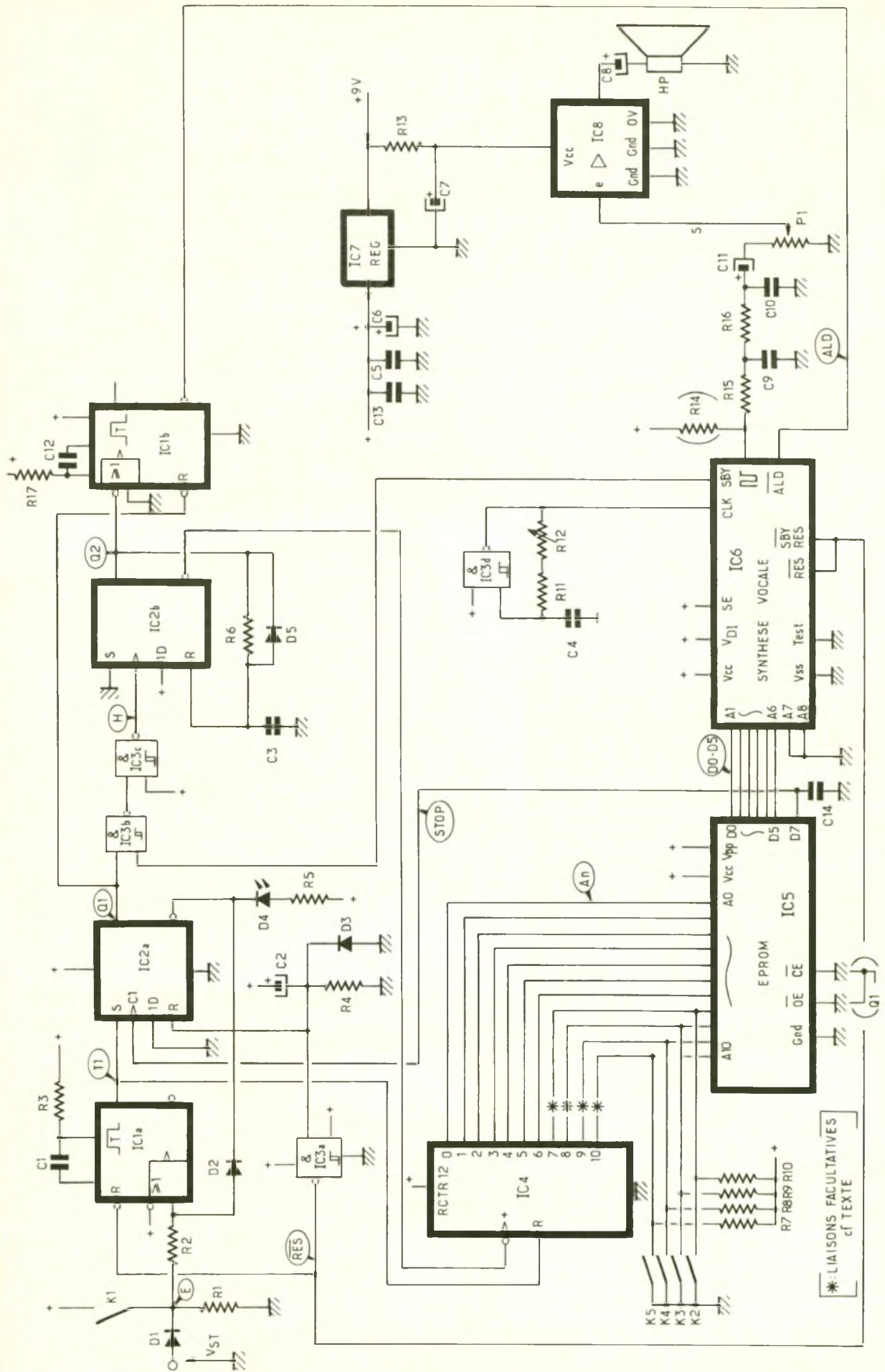
Le signal vocal est filtré, amplifié et traduit sur un haut-parleur. L'alimentation fournit le +5 V à tous les circuits logiques, ce qui étend la plage d'alimentation de 8 V à 22 V, autorisant l'utilisation

1

Schéma fonctionnel de la carte-synthétiseur

2

Schéma de principe : on utilise principalement une Eprom 2716 et un SPO 256.



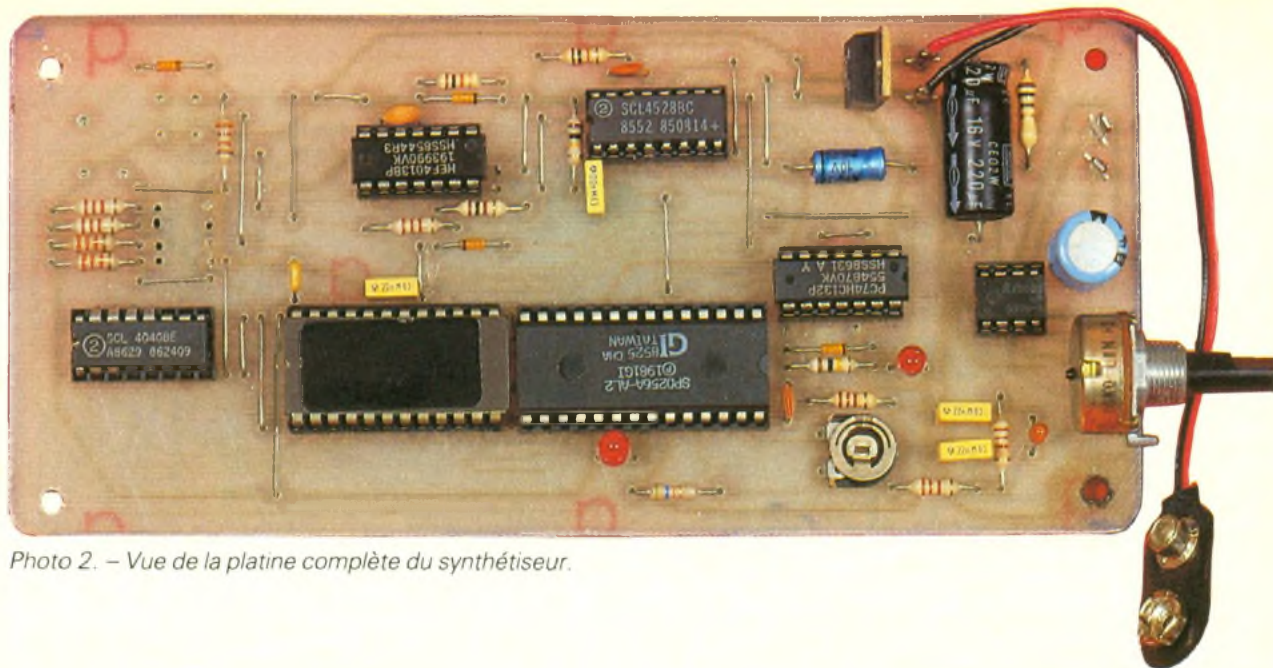


Photo 2. - Vue de la platine complète du synthétiseur.

d'une pile. La sélection des phrases et le démarrage de la synthèse vocale peuvent être commandés par des signaux logiques externes

LE SPO 256AL2

C'est la référence du circuit choisi pour effectuer la synthèse de parole. Un article descriptif a

été publié dans le n° 142 d'E.P., auquel nous vous invitons à vous référer. Voici le résumé de son fonctionnement électrique, en tenant compte de notre utilisation. Ce circuit MOS intègre une mémoire morte (ROM) de 2 Ko définissant les paramètres des phonèmes (l'amplitude, le timbre de la voix...), une unité logique et arithmétique (ULA) qui traite ces

paramètres, un générateur de phonèmes, un filtre digital à 12 pôles, un modulateur PWM (convertisseur 1 bit comme dans les lecteurs de compact-discs ; une dynamique de 45 dB, un rapport S/B de 35 dB, une bande passante de 0 à 5 kHz) et une logique qui assure son fonctionnement. Les broches Vcc et V_{DI} sont re-

LA TRADITION DU FUTUR

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

CDA 9208 :

Enseignement - Industrie
Maintenance

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



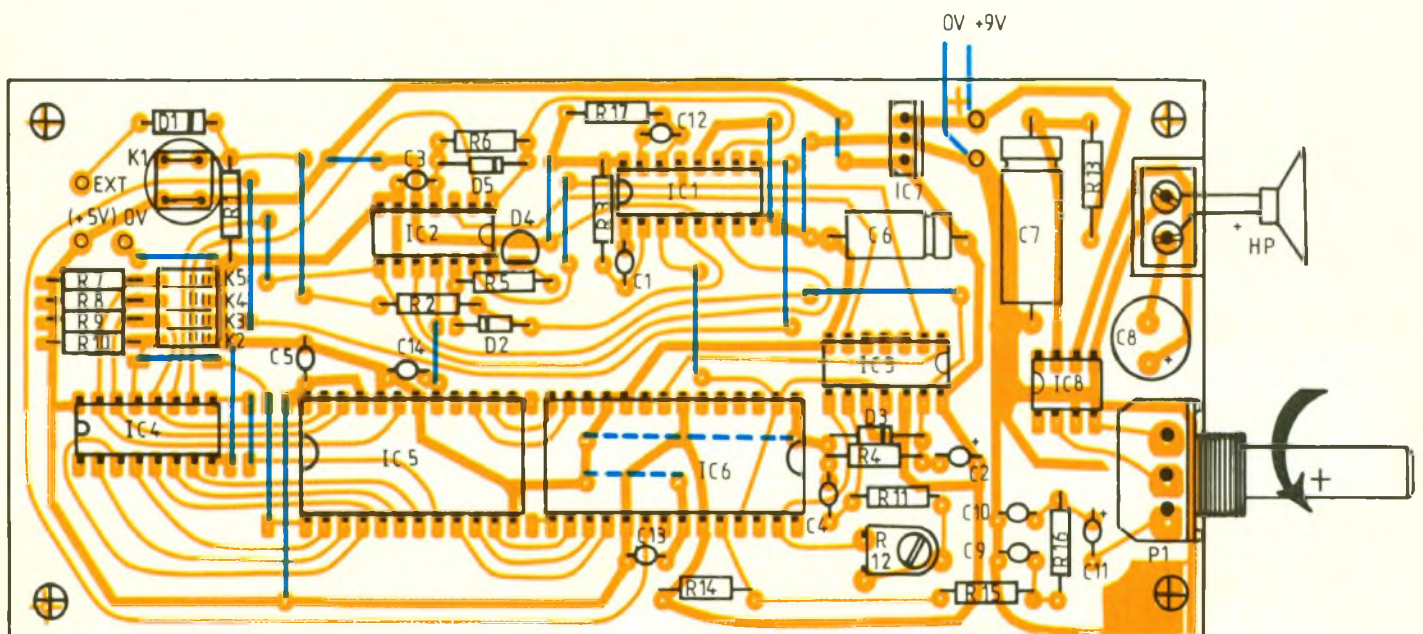
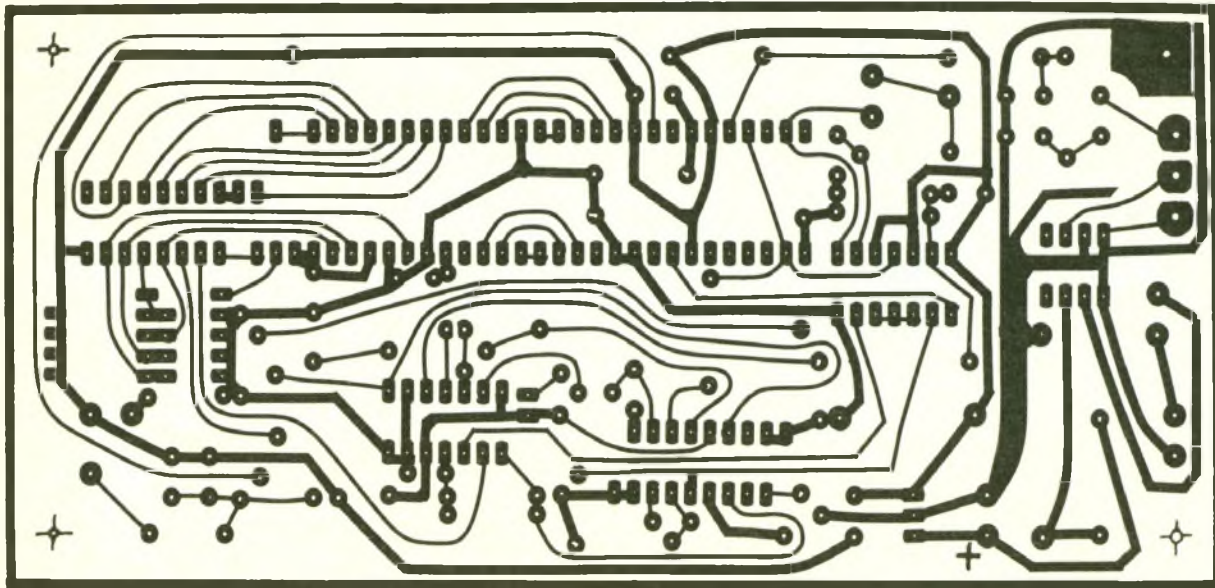
Gamme complète pour le laboratoire :
Alimentations stabilisées, générateur de fonctions...

Liste des distributeurs et documentation détaillée sur demande :



Un spécialiste et ses distributeurs à votre service

CDA - 5, rue du Square Carpeaux 75018 PARIS - Tél : (1) 46 27 52 50 - Télécopie : (1) 46 27 73 89



liées au + 5 V, la masse en Vss. Les bornes de connexion d'une ROM externe sont inutilisées et non connectées (broches ROM DIS, ROM CLK, SERin, SERout, C1, C2, C3).

L'initialisation du circuit s'effectue en appliquant un état ϕ sur les bornes RESET et SBY RESET. La borne TEST est fixée à 0 V, SE à + Vcc pour assurer le fonctionnement du circuit. Il nécessite une horloge pour synchroniser ses opérations internes ; ce peut être un quartz de 3,12 MHz connecté entre les bornes OSC1 et OSC2, mais dans notre cas, c'est un signal externe appliqué en OSC1 (OSC2 non connecté).

Le code du phonème est défini sur les 6 bits A₁ à A₆, A₇ et A₈ devant être à 0 V (le SPO 256AL2 limite le nombre de sons générés à 64, dont 59 phonèmes) ; on applique une impulsion d'état ϕ (800 ns minimum) sur l'entrée $\overline{A}LD$ pour mémoriser ce code et générer le phonème ; tant qu'on ne peut réinscrire un nouveau code (durée du phonème variable de 10 ms à 420 ms), la sortie SBY est à l'état bas ; son passage à l'état haut indique que le circuit est prêt à recevoir un autre code. La sortie LRO a un rôle semblable, mais n'est pas utilisée. Le signal vocal PWM est disponible sur la borne notée \square ; c'est un

signal logique, dont le rapport cyclique varie.

ANALYSE DU SCHEMA

La figure 2 reprend la disposition du schéma fonctionnel. Hormis les circuits IC₅, IC₆, IC₇, IC₈ et leurs composants associés, tous les autres composants forment le séquenceur. Pour l'analyse, on distingue la partie analogique (amplification et alimentation) et la partie logique (séquencement, mémorisation), le circuit SPO 256AL2 effectuant la liaison entre ces deux parties.

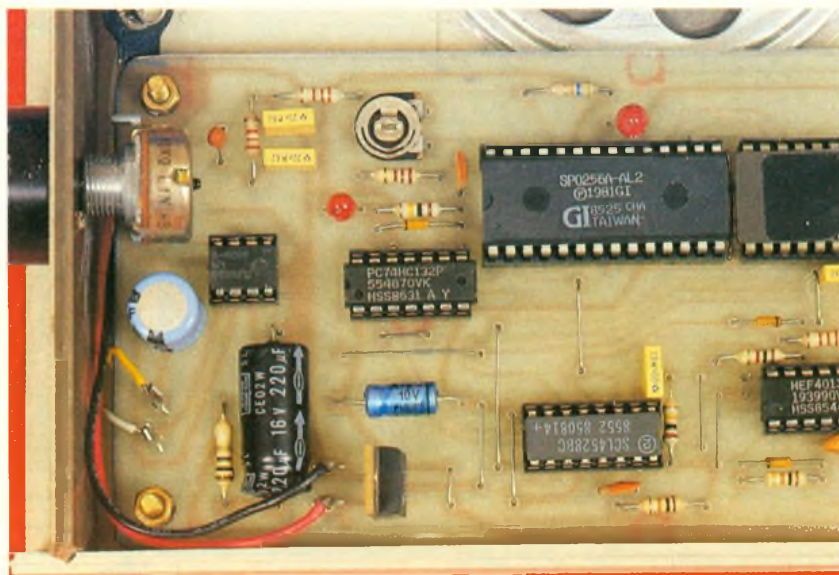


Photo 3. – Le timbre de la voix générée pourra être fixé à l'aide d'une résistance ajustable.

Partie analogique

Le signal vocal logique issu du SPO 256AL2 est filtré par deux cellules $R_{15}\text{-}C_9/R_{16}\text{-}C_{10}$ (filtre sommaire – 40 dB/déc.). Ce filtre extrait le signal analogique vocal de la modulation PWM et C_{11} élimine la composante continue résultante (signal PWM de valeur moyenne non-nulle).

Le potentiomètre P_1 permet l'atténuation du signal vocal (réglage « volume »), avant de commander l'amplificateur intégré IC_8 . Ce circuit DIL de huit broches fournit une puissance maximale de 2 W dans le haut-parleur (amplification 35 dB).

Le circuit $R_{13}\text{-}C_7$ filtre les parasites et ondulations résiduelles, qui apparaissent sur l'alimentation. Le régulateur IC_7 fournit une tension stable de + 5 V à tous les circuits logiques, ainsi qu'au SPO 256AL2. Les condensateurs C_5, C_6, C_{13} découplent ce + 5 V en des points stratégiques.

Partie logique

A la mise sous tension, le circuit $R_4\text{-}C_2\text{-}D_3$ fournit une impulsion (durée 0,7 s environ) d'état 1 à la bascule IC_{2a} (remet Q_1 à ϕ) et d'état ϕ au monostable IC_{1a} (remet T_1 à ϕ) ainsi qu'à IC_6 . C'est la phase d'initialisation au repos du montage.

L'appui sur K_1 débute la synthèse vocale. Le signal E passe à 1 et déclenche le monostable IC_{1a} . Le circuit $R_2\text{-}D_2$ réalise un ET logique pour empêcher un redéclenchement. La durée de l'impulsion

T_1 est de 7 ms (moins de 10 ms, durée minimale du phonème le plus court). Cette impulsion T_1 remet à zéro le compteur IC_4 et positionne la bascule IC_{2a} à l'état 1 ; la sortie Q_1 de cette bascule est à l'état 1 durant toute la synthèse vocale, la DEL D_4 s'allume et l'entrée du monostable IC_{1a} est inhibée.

L'initialisation de IC_6 le met au repos et sa sortie SBY est à l'état 1, indiquant l'attente d'un code. Comme $Q_1 = 1$ et SBY = 1, le signal H (ET logique entre Q_1 et SBY) passe à 1, ce qui déclenche (front montant) la bascule IC_{2b} , montée en monostable (!) ; elle génère une impulsion de 4 μ s en Q_2 . Normalement, la sortie complémentaire $\overline{Q_2}$ commande l'entrée de comptage du compteur d'adresse IC_4 , mais l'impulsion en T_1 inhibe son effet (remise à zéro synchrone), garantissant l'adresse 0 pour le premier phonème.

IC_4 est un compteur asynchrone binaire à 12 bits, dont 11 sont utilisés pour commander l'EPROM, en définissant l'adresse d'un octet (code phonème). Les bits D_0 à D_5 définissent le premier phonème et sont appliqués à IC_6 . Le front descendant de l'impulsion Q_2 déclenche le monostable IC_{1b} qui fournit l'impulsion de commande \overline{ALD} (env. 1 μ s) au SPO 256. Ce dernier mémorise le code $D_0\text{-}D_5$ et SBY bascule à ϕ . Quand la synthèse du phonème est effectuée, le signal SBY repasse à 1.

Comme Q_1 est encore à 1, un nouveau front montant apparaît en H, qui redéclenche IC_{2b} . L'impulsion Q_2 incrémente, cette fois, le compteur IC_4 . L'adresse a augmenté et l'EPROM fournit le code du phonème suivant. Après l'impulsion T_2 , qui permet aux données de l'EPROM de se stabiliser (dont D_7 à cause de C_{14}), une nouvelle impulsion \overline{ALD} déclenche le SPO 256AL2. SBY repasse à ϕ pendant la génération vocale et, à son passage à 1, le cycle reprend.

Le cycle complet prend fin quand le bit D_7 de l'EPROM passe à 1. Cet état 1 déclenche la bascule IC_{2a} qui passe à ϕ (comme l'entrée de commande de la bascule IC_{2a} est sensible aux fronts, le condensateur C_{14} supprime les pics parasites très brefs, 'glitches' de durée inférieure à 500 ns, qui apparaissent lors de la commutation des adresses, et pourraient provoquer une remise à zéro aléatoire du cycle ; mais le retard occasionné par C_{14} nécessite une durée de Q_2 supérieure). La DEL D_4 s'éteint, le monostable IC_{1b} est inhibé. L'impulsion \overline{ALD} ne pourra donc pas être fournie au SPO 256AL2 pour l'octet ayant D_7 à 1. Le phonème du code $D_0\text{-}D_5$ n'est donc pas généré et l'état de ces bits est quelconque. Le SPO 256AL2 est au repos, le monostable IC_{1a} n'est plus inhibé, un nouveau cycle de synthèse vocale peut reprendre en agissant sur K_1 .

Remarque

Une EPROM non programmée a tous ses bits à 1 ; par le choix du bit de STOP $D_7 = 1$ et du code $D_0\text{-}D_5$ ignoré dans ce cas, il suffit de programmer uniquement les octets utiles ; comme le code phonème est compris entre 0 et 63 ($D_7\text{-}D_0 = \phi\phi\phi\phi\phi\phi\phi\phi$), le bit D_7 sera à ϕ . Il passera à l'état 1 pour l'octet ($D_7\text{-}D_0 = 11111111$ car non programmé) qui suit celui du dernier phonème de la phrase (nota : une phrase peut en fait associer plusieurs phrases, le point étant une pause vocale qui est codée comme un phonème). L'avantage de cette conception est de pouvoir rallonger une phrase, sans remodifier le contenu précédent, puisqu'il suffit de compléter avec les codes des nouveaux phonèmes, sans se soucier du bit D_7 . Inutile donc d'effacer ou de reprogrammer

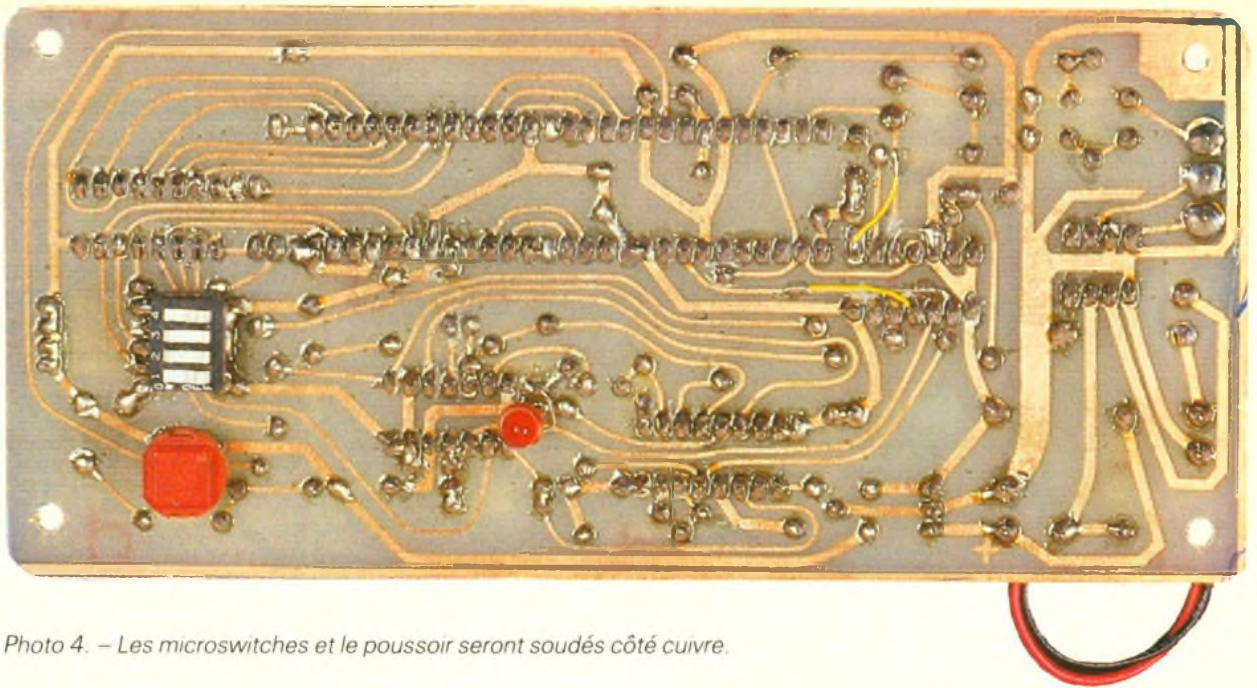


Photo 4. – Les microswitches et le poussoir seront soudés côté cuivre.

toute l'EPROM, il suffit de redémarrer au dernier phonème. Le bit D₆ est libre pour une extension.

Les liaisons notées * sont à effectuer selon le nombre de phrases désiré. K₂ à K₅ autorisent la sélection binaire de 16 phrases (4 bits). Pour 16 phrases, aucune liaison * n'est câblée. Pour un nombre plus faible (8, 4, 2 ou 1), on effectue la liaison * et on laisse ouvert l'interrupteur associé, en commençant par la sortie 7 de IC₄ et K₂.

La réalisation présente une manière originale de réaliser ce choix. En modifiant le circuit et en augmentant le nombre d'interrupteurs, on augmente le nombre de phrases, par multiples de deux, tout en diminuant d'autant la longueur (par exemple 128 mots de 16 phonèmes maximum).

Le circuit R₁₁-R₁₂-C₄ et la porte IC_{3d} forment un astable, horloge qui orchestre le fonctionnement interne du SPO 256AL2. Comme la fréquence atteint les 4 MHz, on choisit un circuit CMOS (74HC132 : 4 portes ET-NON 'trigger'). La diode D₁ permet la commande du séquenceur par un état 1 externe. Une tension V_{st} ≥ 3 V démarre le cycle, tout comme K₁. Attention, V_{st} est un signal logique 0 V/+ 5 V maximum.

Une valeur supérieure risquant de détruire le montage en pressant K₁. Si vous voulez sélectionner les phrases de manière externe, le plus simple est de souder un connecteur en parallèle des inter-

rupteurs K₂ à K₅ et de laisser ces mêmes interrupteurs en position ouvert.

REALISATION PRATIQUE

Réalisation du circuit imprimé

L'ensemble est monté sur une plaque d'époxy de 70 x 160 mm. Le tracé étant fin, il est préférable d'utiliser la méthode photographique, bien que les autres soient possibles. On reproduit le tracé du C.I. de la figure 3 sur un support transparent à l'aide de pastilles et rubans. Après vérification minutieuse, le « transfert » est appliqué sur la plaque d'époxy présensibilisée et l'ensemble est exposé aux UV pendant 90 secondes environ. Le circuit est ensuite passé au révélateur, le tracé devant alors apparaître bien net. L'époxy est ensuite plongé dans un bain de perchlorure de fer porté à 40 °C, pour une gravure nette et rapide. La plaque est ensuite soigneusement rincée. Pour la protection contre une oxydation ultérieure des pistes, on pourra soit laisser la résine photosensible qui autorise la soudure, soit étamer à chaud, ou à froid. Il ne reste plus qu'à percer les trous avec un foret de 1 mm, sauf pour les bornes de connexion (1,2 mm) et de fixation (3,2 mm).

Implantation

C'est un montage dense, de fonctionnement complexe, aussi il n'est pas question de tout câ-

bler et de l'essayer, solution possible que si le circuit imprimé et les composants sont de qualité irréprochable. Mais le charme de l'électronique est de manipuler et de procéder aux essais. Voici donc la démarche proposée, qui garantit la réussite de votre réalisation.

Si l'une des étapes ne fournit pas les signaux adéquats, ce sera cette partie qui sera en cause et qu'il faudra vérifier.

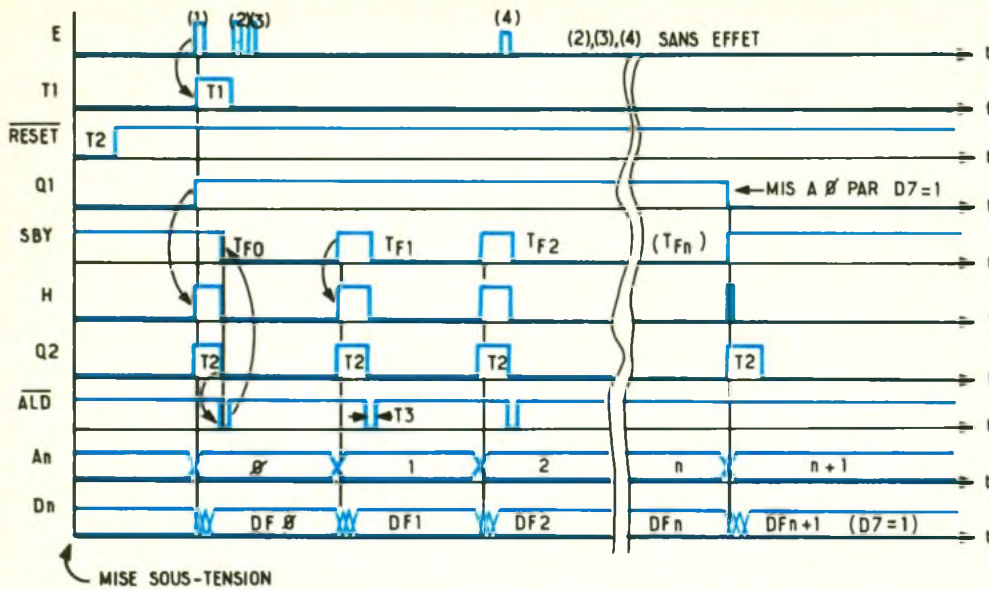
Entre chaque étape, il faudra couper l'alimentation, car on soude de nouveaux composants ; si le fer n'a pas sa panne reliée à la terre, il faudra également retirer les circuits des supports le temps de l'opération. Si l'étape nécessite un câblage provisoire pour l'essai, on utilisera des fils rigides qu'on insèrera dans les broches des supports indiqués.

On les retire à la fin de l'essai, avant de passer à l'étape suivante. Le matériel nécessaire est un oscilloscope (bicourbe si possible) et une alimentation 12 V.

Le montage s'effectue comparativement à la figure 4.

- Câblez d'abord les 21 straps (dus à l'utilisation d'une plaque simple face !), les supports de circuits (support de IC₅ de bonne qualité car l'EPROM pourra être retirée fréquemment) et les picots de connexion.

- Câblez R₁₃, R₁₅, R₁₆, C₇, C₈, C₉, C₁₀, P₁, C₁₁, HP, IC₈ ; reliez un signal sonore (sortie de baladeur, GBF...) à la borne 24 du support de IC₆ et à la masse puis alimentez avec une pile de 9 V ;



P₁ règle le volume et le HP restitue le signal injecté ; l'amplificateur fonctionne !

- Câblez C₅, C₆, C₁₃ et IC₇ (dissipateur inutile) ; vérifiez le + 5 V et le 0 V disponibles aux bornes d'alimentation des circuits, sur leurs supports (cf. brochage en fig. 6).

- Câblez K₁ (attention au sens), R₁, D₁ et vérifiez le signal E (ϕ au repos, 1 en pressant K₁ ou en appliquant + 5 V en Vst).

- Câblez R₄, R₅, R₆, C₂, C₁₄, D₃, D₄, IC₂ ; reliez la broche 6 du support de IC₁, 6 de IC₃ et 17 de IC₅ à la masse (câblage d'essai) ; à la mise sous tension, la DEL D₄ est éteinte ; reliez maintenant la broche 6 de IC₁ au + 5 V, la DEL D₄ s'allume et ne s'éteint plus, même en reliant la broche 6 à nouveau à la masse.

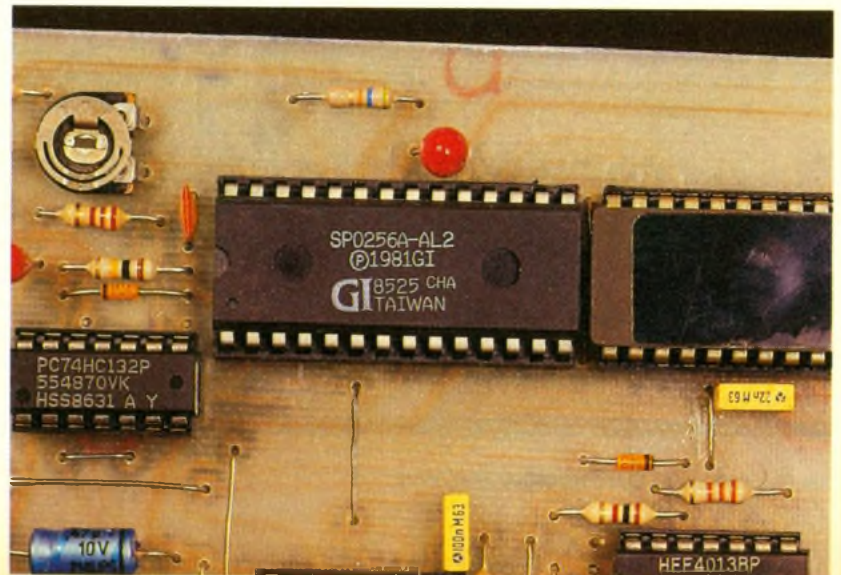
- Câblez IC₃ ; vérifiez le signal RES sur la broche 2 de IC₆ ; c'est un état 1 (+ 5 V) qui dure 0,7 s à la mise sous tension ; cette durée n'a pas besoin d'être précise.

- Câblez R₂, R₃, R₁₇, C₁, D₂, IC₁ ; reliez la broche 17 de IC₅ au 0 V ; en mettant sous tension, D₄ est éteinte, il y a 0 V en T₁ (broche 11 de IC₄) ; appuyez sur K₁, une impulsion de 7 ms (inférieure à 10 ms, sinon diminuez R₃) apparaît en T₁, et la DEL s'allume. Si on appuie à nouveau sur K₁, il n'y a pas de modification ; en reliant la broche 6 de IC₁ au + 5 V, on éteint la DEL, et on peut recommencer le test.

- Câblez D₅, C₃, C₁₂ ; reliez la broche 8 de IC₆ à un astable (générateur signal carré, 0 V/+ 5 V) de fréquence 10 kHz, la broche 17 de IC₅ au 0 V ; mettez

sous tension, Q₁ = 0 V, le signal H vaut 0 V (broche 6 IC₃) ; appuyez sur K₁, Q₁ passe à + 5 V, H change d'état au rythme du générateur ; en synchronisant l'oscilloscope sur H, on observe une impulsion en Q₂ (durée 4 μ s environ ; broche 1 de IC₂ ; complètement sur broche 10 de IC₄ pour chaque front montant de H ; en synchronisant l'oscilloscope sur Q₂ (broche 1 de IC₂), on relève une impulsion en ALD (broche 20 de IC₆ ; durée minimale 1 μ s) pour chaque front montant de Q₂. Sans modifier le câblage d'essai, insérez IC₄ dans le support ; à la mise sous tension, ses sorties sont à ϕ ; quand Q₁ = 1, on relève un sous-multiple de la fréquence du générateur (5 kHz sur broche 8, 2,5 kHz sur broche 7... jusqu'à 39 Hz broche 1, 20 Hz broche 23, 10 Hz broche 22, 5 Hz broche 19, toujours sur IC₅), preuve du comptage binaire.

Photo 5. - Le synthétiseur vocal SPO 256.

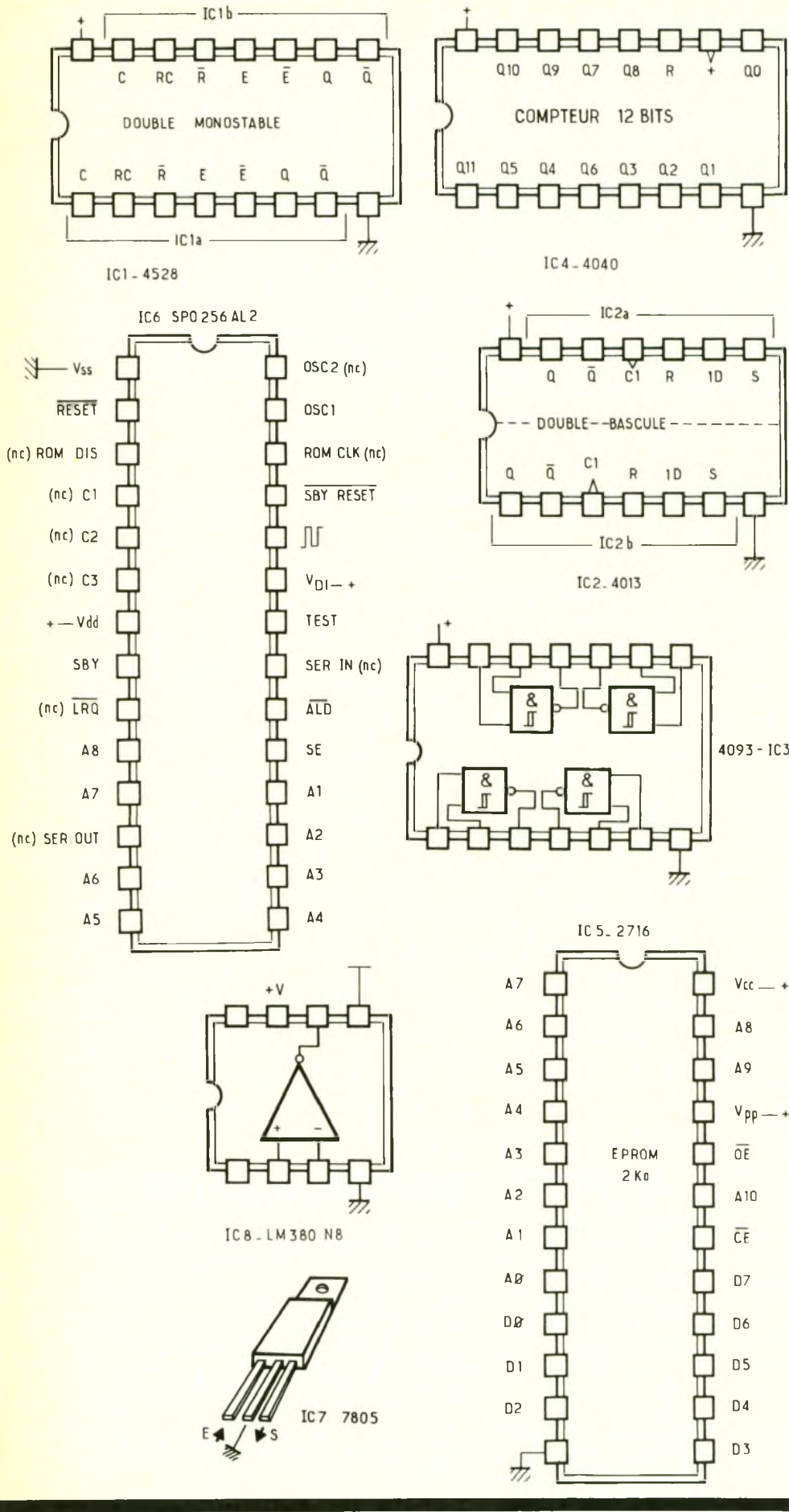


- Programmez une EPROM 2716 vierge (sinon effacez-la), en partant de l'adresse 0, avec la succession de codes suivants : 6, 3, 55, 55, 9, 19, 2, 41, 0 ; insérez l'EPROM dans son support ; reliez ensemble les broches 8 et 17 de IC₆ et soudez, le temps de l'essai, un condensateur de 10 μ F tantale, en parallèle à C₁₂ (le + relié à R₁₇) ; appuyez sur K₁, le séquenceur fournira dix impulsions en Q₂ et neuf impulsions en ALD, au rythme de 0,1 s par impulsion ; la sortie Q₁ reste à l'état 1 environ 0,9 s et passe à 0. Si une onzième impulsion apparaît en ALD (due au retard introduit par C₁₄), augmentez C₃.

- Câblez R₁₁, R₁₂, C₄ et ajustez R₁₂ pour obtenir une fréquence de 3,12 MHz (période 320 ns) à la broche 27 de IC₆. Enfin, câblez IC₆ ; appuyez sur K₁ et écoutez le message « I SPEAK » qui correspond aux neuf codes dans l'EPROM ; le montage fonctionne.

Si vous voulez plusieurs phrases, câblez les interrupteurs K₂ à K₅ et R₇ à R₁₀, repliez les broches 12 à 14 de IC₄ pour qu'elles ne soient plus en contact avec les plots du support. Les interrupteurs peuvent être surélevés pour affleurer la face du boîtier, en les montant sur un support à wrapper ; mais ils peuvent, ainsi que D₄, être montés côté cuivre, comme en témoigne la réalisation.

- Ajoutez un interrupteur A/M selon le type d'alimentation. En modifiant R₁₂, vous changez la fréquence de restitution de la parole, ce qui permet de passer d'une voix féminine à celle d'un robot grippé ! Le résistor R₁₄ est facultatif. Les chronographes de



la figure 5 présentent les signaux importants en fonctionnement normal, par exemple pour la séquence proposée (T_{FN} est la durée du phonème, D_{FN} est le code du phonème).

Le montage consomme moins de 160 mA pour une alimentation comprise entre 10 V et 15 V, pour un faible niveau sonore. La tension d'alimentation minimale est de 8 V et maximale de 22 V, la valeur recommandée étant 12 V pour un meilleur rendement de l'amplificateur.

Programmation des phonèmes

La précédente suite de codes définissait les phonèmes permettant de dire « I SPEAK », soit la suite de codes 6, 3, 55, 55, 9, 19, 2, 41, 0 et la correspondance en phonèmes est AY-pp-SS-SS-PP-IY-pp-KK2-pp (pp est une pause et non un phonème).

La conversion du texte n'est pas aussi simple que d'écrire le code des lettres d'un mot. Il faut lui fournir le code de consonances vocales. Cela nécessite des expérimentations, car le son d'un groupe de lettres change selon la position dans le mot ; par exemple, la lettre 'a' se prononce différemment dans les mots 'fat' et 'clear'. Pour 'July', on prononce « joulaï », ce qui donne JH-UW1-LL-AY, soit 10, 22, 45, 6 ; autre exemple : 'August' se prononce 'Aogueust' soit AO-AO-oo-GG2-AX-SS-ooo-TT1 et la correspondance 23, 23, 1, 61, 15, 55, 2, 17. La documentation, généralement fournie avec le circuit présente la liste des phonèmes et la traduction de mots usuels. Vous parviendrez vite à de bons résultats après quelques essais.

Pour vous aider, voici, en figure 7, une table alphabétique qui permet une recherche rapide en partant initialement des lettres qui composent le mot. En cherchant dans quel contexte vocal elle est définie, vous trouvez le code du phonème approprié, noté derrière les exemples phonétiques caractéristiques. Un exemple, le mot 'sky' ; on commence par 's' et on choisit 55 car il est prononcé comme dans 'sat' et non comme dans 'shirt' ; pour 'k' on choisit 41, notez que la même valeur se retrouve dans 'c' ; pour 'y', le code 6 ; tout ceci nous donne 'sky' = 55-41-6 ou 55-55-41-6 en faisant traîner le

TABLE DE CORRESPONDANCE	
a	aught 23, fat 26, great 20, hair 47, farm 59, clear 60, pinta 51
b	rib 28, big 63
c	computer 42, sky 41, crane 8, church 50
d	could 21, do 33
e	bend 7, see 19, great 20, label 62, computer 51, herd 52, clear 60
f	fire 40
g	beige 38, guest 36, go 6, wig 34, bang 44
h	he 27, hoe 57, whig 48, church 50, they 18, bathe 54, thin 29, shirt 37
i	fitting 12, sky 6, hair 47, bird 52, wig 48
j	judge 10
k	computer 42, sky 41, crane 8
l	label 62, luck 45
m	milk 16
n	earn 11, no 56, bang 44
o	aught 23, cot 24, cook 30, toy 5, to 22, food 31, out 32, snow 53, store 58
p	pub 9
q	42, 46 (particulier)
r	hair 47, computer 51, bird 52, store 58, farm 59, clear 60, read 14, bread 39
s	sat 55, shirt 37
t	they 18, bethe 54, thin 29, its 17, to 13
u	computer 49, succed 15, aught 23, out 32, curd 52, guest 36, sue 22
v	even 35
w	whig 48, wool 46
x	41, 55 (particulier)
y	sky 6, toy 5, bay 20, typical 12, yes 25
z	zoo 43

Hello, 27.7.45.53.2	this 18.12.55.4	is 12.55.4	my 16.6.4	speech 55.9.19.50.4	card 8.59.21.2
Zero 43.60.53	one 46.37.38.11	two 13.31	three 29.14.19	four 40.40.58	five 40.40.6.35
six 55.55.12.12.2.41.55	seven 55.55.7.7.35.12.11	eight 20.2.13	nine 11.24.6.11	ten 13.7.7.11	
alarm 15.45.59.16	start 55.55.2.13.59.2.13	clock 42.45.24.24.2.41			
adresse	page	codes			
0	0	6.3.55.55.9.19.2.41.0			
128	1	27.7.45.53.2.18.12.55.4.12.55.4.16.6.4.55.9.19. 50.4.8.59.21.2.0			
256	2	55.55.2.13.59.2.13.0			
512	4	29.14.19.4.4.13.31.4.4.4.46.37.38.11.4.4.4.43.60.53.0			
1024	8	15.45.59.16.4.4.15.45.59.16.0			

s... mais n'oubliez pas de terminer la phrase, ou le groupe de mots, par une pause, car le SPO 256 ne stoppe pas le dernier son émis, malgré l'arrêt du séquenceur (code 0 à 4).

Expérimentez les exemples proposés en **figure 8**, ainsi que ceux de la documentation du circuit. Pour faire les essais simplement, sans chaque fois reprogrammer une EPROM, l'auteur connectait le port parallèle de son micro-ordinateur à la place de l'EPROM (bits D₀ à D₅ pour le code phonème, bit D₆ pour ALD, entrée BUSY pour tester SBY du SPO 256 ; seuls les circuits IC₆

et IC₈ étaient dans leur support, les connexions vers la prise parallèle se faisant sur les supports libres. Un programme Basic simple permettait d'essayer les successions de codes avant programmation. Une autre solution sera possible prochainement en utilisant une « EPROM », fausse EPROM, mais qui n'a pas besoin d'être effacée et dont le contenu est sauvegardé.

Pour ranger les phrases dans l'EPROM, il faut calculer leurs adresses. La première se trouve en adresse 0, mais la suivante débute à l'adresse A, A dépendant du nombre p de phrases, soit $A = 2 \cdot 048/p$; pour les sui-

vantes, on ajoute chaque fois A. La table de la **figure 8** fournit le contenu de l'EPROM d'essai du module : remplissez-la depuis les adresses indiquées ; la sélection de la phrase se fait selon son numéro.

CONCLUSION

Par oubli de l'auteur, le circuit ne dispose pas du contrôle de volume. Sur le prototype, le bit D₆ de l'EPROM contrôlait le volume et permettait de faire prononcer plus doucement certains mots ; il commande une porte 4066 qui atténue le signal aux bornes de C₁₀ (un résistor en série avec la

porte définit l'atténuation) Pour cette option, vous câblez un 4066 en « câblage volant », en le plaçant près de IC₅ et IC₆; programmez l'EPROM en conséquence (+ 64 fixe D₆ à 1). En interchangeant les EPROM, vous pouvez vous constituer une « bibliothèque » de phrases selon l'application voulue. Et pourquoi ne pas le faire parler français ? la tentative réalisée par l'auteur n'est pas convaincante : faire crier une alarme « au vol-leur » avec un ton britannique plus plaisant que méchant tient du comique

P. WALLERICH

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

Résistances 1/4 W 5 % sauf indication

R₁ : 33 kΩ (orange, orange, orange)
 R₂ : 33 kΩ (orange, orange, orange)
 R₃ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
 R₄ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
 R₅ : 330 Ω (orange, orange, marron)
 R₆ : 10 kΩ (marron, noir, orange)

R₇ : 33 kΩ (orange, orange, orange)
 R₈ : 33 kΩ (orange, orange, orange)
 R₉ : 33 kΩ (orange, orange, orange)
 R₁₀ : 33 kΩ (orange, orange, orange)
 R₁₁ : 2,7 kΩ (rouge, violet, rouge)
 R₁₂ : 10 kΩ ajustable
 R₁₃ : 15 Ω 1/2 W (marron, vert, noir)
 R₁₄ : 56 kΩ facultatif (vert, bleu, orange)
 R₁₅ : 33 kΩ (orange, orange, orange)
 R₁₆ : 33 kΩ (orange, orange, orange)
 R₁₇ : 10 kΩ (marron, noir, orange)
 P₁ : 10 kΩ linéaire

Condensateurs

C₁ : 0,1 μF milfeuill
 C₂ : 10 μF 10 V tantale
 C₃ : 470 pF céramique
 C₄ : 100 pF céramique
 C₅ : 0,1 μF céramique
 C₆ : 47 μF 10 V électrochimique axial
 C₇ : 220 μF 16 V électrochimique axial
 C₈ : 220 μF 16 V électrochimique radial
 C₉ : 22 nF milfeuill
 C₁₀ : 22 nF milfeuill

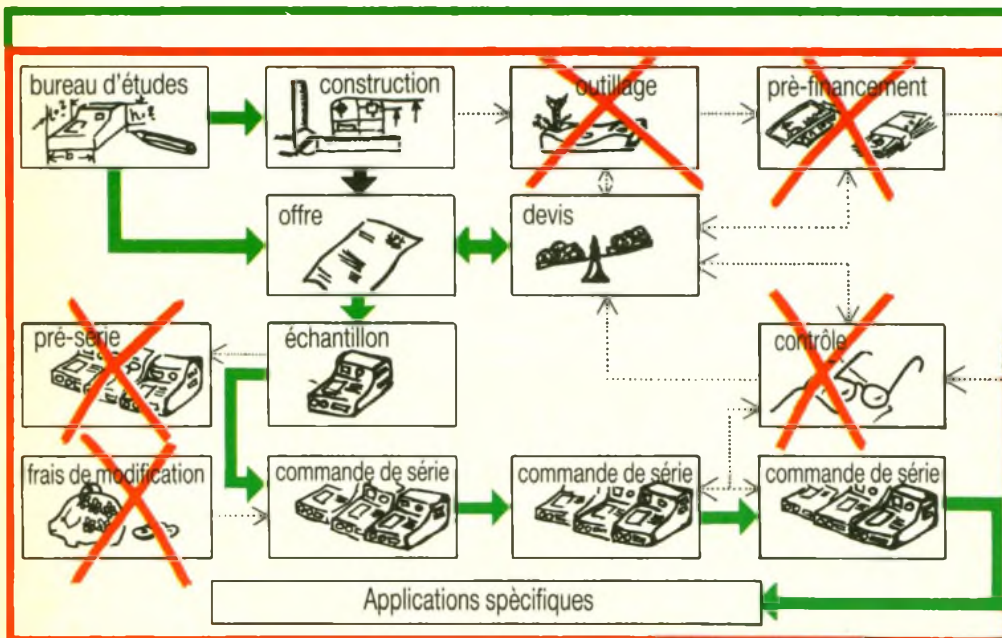
C₁₁ : 1 μF 16 V tantale
 C₁₂ : 150 pF céramique
 C₁₃ : 10 μF 10 V tantale
 C₁₄ : 22 nF milfeuill

Semi-conducteurs

D₁ : 1N4148
 D₂ : 1N4148
 D₃ : 1N4148
 D₄ : DEL rouge ø 5 mm
 D₅ : 1N4148
 IC₁ : 4528B
 IC₂ : 4013B
 IC₃ : 74HC132
 IC₄ : 4040B
 IC₅ : 2716
 IC₆ : SPO 256AL2
 IC₇ : 7805
 IC₈ : LM380 N8

Divers

2 supports DIL 14 broches
 2 supports DIL 16 broches
 1 support DIL 24 broches
 1 support DIL 28 broches
 1 support DIL 8 broches
 (1 support DIL 8 broches à wrapper)
 1 bloc de quatre interrupteurs DIL
 1 poussoir miniature (K₁)
 1 plaque d'époxy 70 x 160 mm
 1 haut-parleur 8 Ω/0,25 W
 Cosses-poignard, fil de câblage, soudure, boîtier



COFFRETS PLASTIQUES

Pour vos coffrets plastiques, nous vous proposons une technologie souple, à vos mesures, sans frais d'outillage, personnalisée, sérigraphiée, de l'unité à la série, conception de prototype à partir de 72 heures. Usage numérique.

LA TOLERIE PLASTIQUE

Z.I. Route d'Etretat 76930 OCTEVILLE
 Tél. 35 44 92 92 - Fax 35.44.95.99



VISULOGIC 8 VOIES



La réalisation dont il est question ici rendra de grands services aux heureux possesseurs d'un oscilloscope confrontés à la mise au point de montages faisant appel à des circuits logiques, qu'ils soient de la famille TTL ou CMOS. Il permet en effet la visualisation simultanée sur l'écran d'un oscilloscope monotrace, de huit signaux tout ou rien. Malgré sa simplicité et son prix de revient très modeste, ce montage se révélera précieux pour la conception de circuits, le diagnostic de pannes ou même l'initiation aux circuits logiques.



I - LE PRINCIPE

Le principe de fonctionnement s'inspire de celui, bien connu, des oscilloscopes double trace (fig. 1a et 1b) : dans la grande majorité de ces appareils, le tube comporte un seul canon et ne permet donc la visualisation que d'un seul signal. Les derniers étages d'amplification sont précé-

dés d'un commutateur électronique permettant d'explorer alternativement et à grande vitesse les deux voies A et B : les deux signaux sont donc hachés et juxtaposés sur une même voie avant visualisation. Le hachage, qui n'est pas synchronisé avec le balayage de l'oscilloscope, ne produit pas de trace stable et reste généralement invisible. En

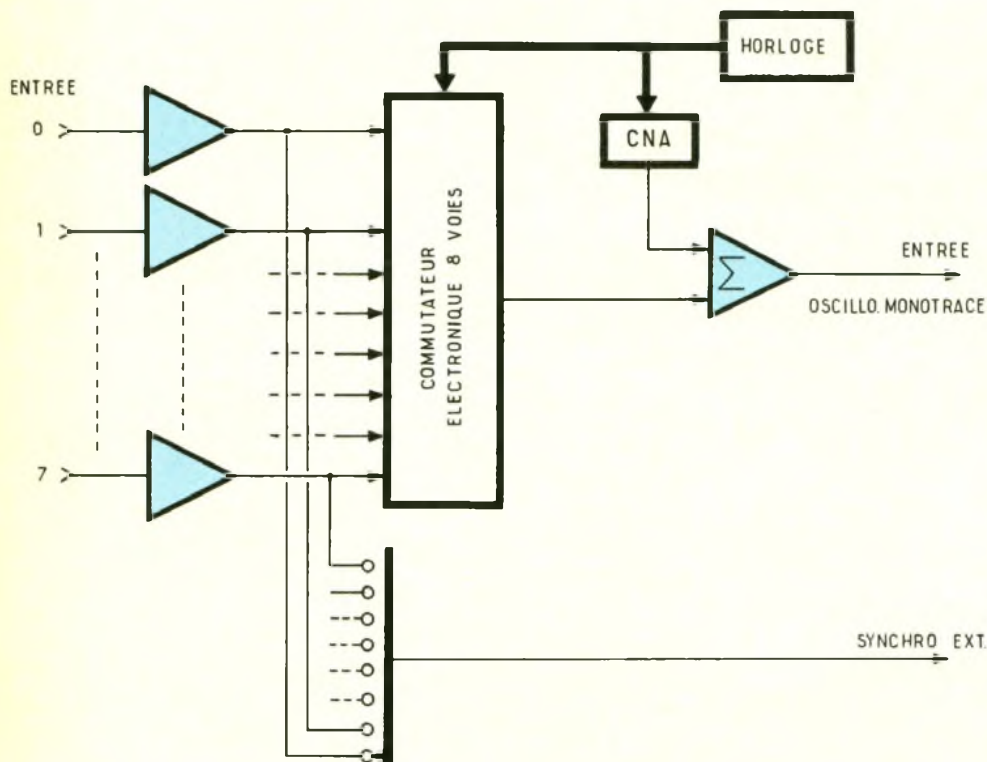
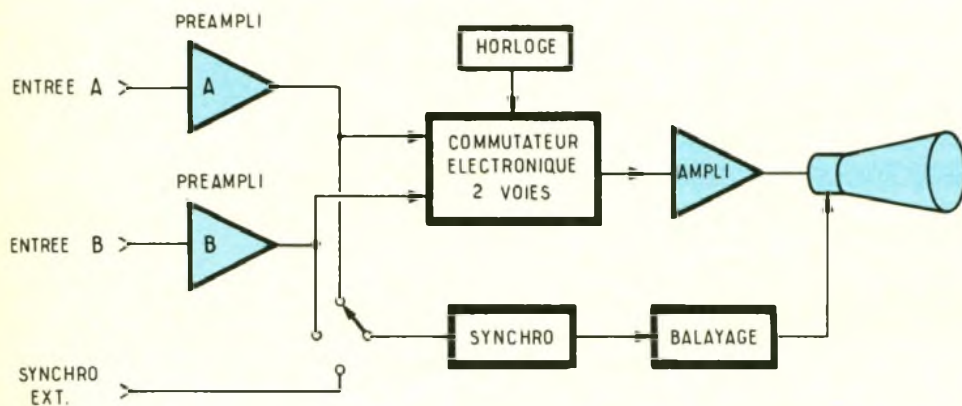
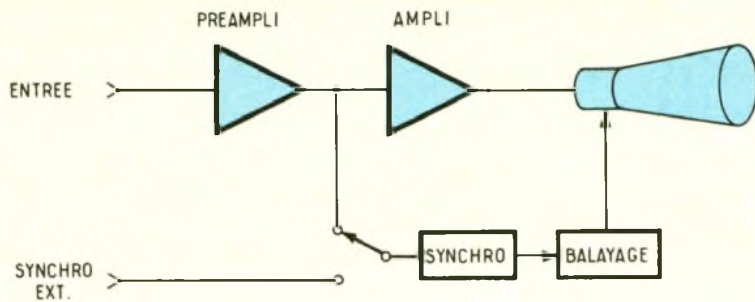
revanche, les deux traces A et B convenablement synchronisées apparaissent parfaitement indépendantes par la magie de la rémanence de l'écran et de la persistance rétinienne.

Notre montage (fig. 1c) est la simple extrapolation de ce principe à 8 voies, explorées successivement par un multiplexeur au rythme d'une horloge. Toutefois, En

1a Oscilloscope monotrace

1b Oscilloscope double trace

1c Principe du montage



la restriction à l'examen de signaux logiques permet une simplification extrême des circuits, comme nous allons le voir. Le signal complexe envoyé à l'oscilloscope est tout à fait impropre à sa synchronisation. Il est donc prévu une connexion directe entre les circuits de synchro de l'os-

cilloscope et l'une des voies (choisie à l'aide d'un commutateur) en amont du multiplexeur. L'oscilloscope utilisé devra en conséquence être impérativement muni d'une prise de synchronisation externe (il est d'ailleurs rarissime qu'ils n'en soient pas munis).

II - ANALYSE DU SCHEMA

Le schéma complet de l'appareil, organisé autour de quatre circuits C.MOS parmi les plus courants, est présenté en figure 2 : on y reconnaît les différents blocs constituant le synoptique de la figure 1c, que nous allons maintenant détailler.

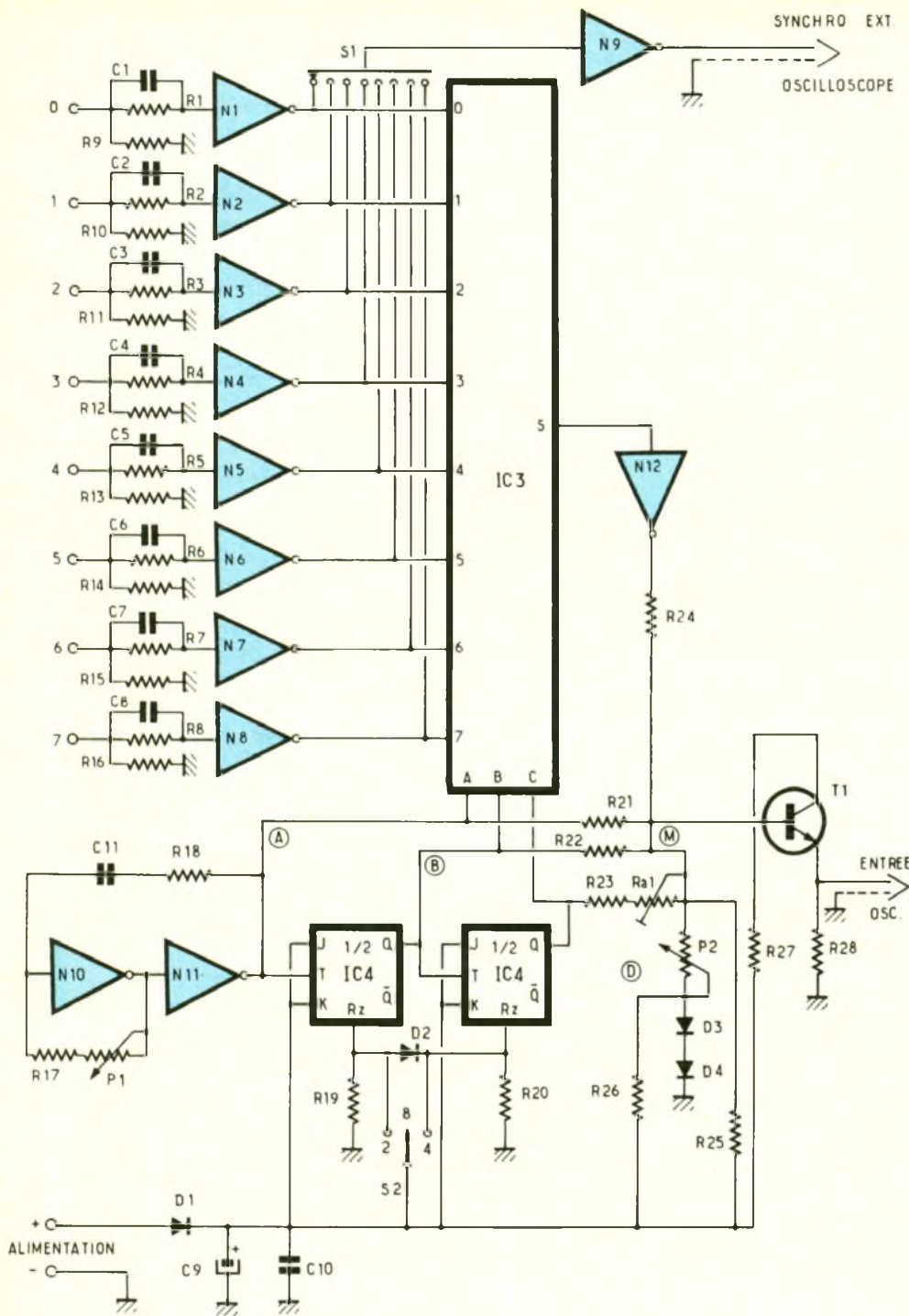
a) L'alimentation

Le circuit d'alimentation du Visu-Logic brille par son absence : les quelques milliampères nécessaires à son fonctionnement sont en effet prélevés sur le circuit testé, qui n'en sera aucunement perturbé. Si la tension prélevée était bruitée, le bruit serait répercuté sur le signal de sortie et gênerait la lisibilité des traces. C'est pourquoi elle traverse un circuit de filtrage constitué par D_1 , C_9 et C_{10} . D_1 agit comme antiretour en limitant le rôle de filtrage de C_9 à notre appareil ; en outre, elle protège les circuits contre une éventuelle inversion de polarité. Le condensateur de découplage C_{10} prolonge l'action de C_9 dans les hautes fréquences. Ainsi, les tensions d'alimentation du circuit testé et du VisuLogic sont sensiblement égales, ce qui provoque une adaptation automatique des niveaux logiques, sans que l'utilisateur ait à se poser la moindre question ! Précisons que la plage de tension d'alimentation possible va de 5 V (circuits TTL) à 15 V, voire 18 V pour les circuits CMOS.

b) Les buffers d'entrée

Chacun de ces huit buffers est simplement constitué d'une porte inverseuse précédée d'un circuit de protection. Ils permettent d'avoir une résistance d'entrée élevée et d'attaquer à basse impédance le multiplexeur. Considérons par exemple l'entrée 0.

Les impédances d'entrée des portes CMOS étant extrêmement élevées (elles se comportent comme un condensateur de quelques picofarads), il est nécessaire de définir leur potentiel lorsqu'elles sont inutilisées : c'est le rôle de R_9 . R_1 est là pour limiter à une valeur non destructrice le courant traversant les diodes de protection des inverseurs CMOS si la tension d'entrée venait par erreur à dépasser la



plage autorisée (de 0 V à la tension d'alimentation). Toutefois, R₁ forme avec la capacité d'entrée de la porte un filtre passe-bas coupant les hautes fréquences : C₁ y remédie en court-circuitant R₁ en HF.

c) La synchronisation

Les huit sorties des buffers sont dirigées vers le sélecteur S₁ qui permet à l'utilisateur de choisir le canal servant à la synchronisation

du balayage de l'oscilloscope. A cet effet, le signal choisi traverse la porte inverseuse N₉ avant d'atteindre la prise de synchro externe de l'oscilloscope par un câble blindé. Le rôle de la porte N₉ est de rétablir la polarité du signal (on se souvient que les buffers d'entrée sont inverseurs) et d'éviter que les buffers d'entrée ne soient directement chargés par la capacité parasite du câble de synchro.

d) L'horloge

Deux nouvelles portes inverseuses N₁₀ et N₁₁ forment avec R₁₇, R₁₈, P₁ et C₁₁ un classique oscillateur RC dont la fréquence peut, grâce à P₁, varier de 500 Hz à 25 kHz approximativement.

Ce réglage de fréquence est nécessaire pour pouvoir faire disparaître en toute circonstance toute trace de « hachage » sur l'écran (la fréquence de multiplexage ne doit jamais être proche d'un multiple ou sous-multiple de la fréquence de balayage). On notera simplement la présence de R₁₈, dont l'oscillateur pourrait très bien se passer, mais qui soulage la sortie de N₁₁ lors des transitions, et permet d'obtenir au point A des créneaux très propres et approximativement symétriques.

L'oscillateur attaque ensuite un compteur formé de deux bascules JK montées en cascade. Leurs entrées J et K étant forcées au niveau logique 1 (potentiel de l'alimentation), leur état change à chaque transition positive de leur entrée d'horloge. Les points A, B, C forment alors un mot binaire balayant séquentiellement les valeurs 7 à 0. Ce mot, appliqué au multiplexeur, désigne à celui-ci le canal sélectionné. Notons que le bit A est prélevé directement à la sortie de l'oscillateur : comme les créneaux qu'il délivre ne sont pas parfaitement symétriques, les durées de commutation des différents canaux ne seront pas rigoureusement égales, et il pourrait en résulter de légères différences de luminosité entre les traces ; en pratique, elles sont imperceptibles.

Le commutateur S₂ à trois positions permet le choix du nombre de traces en modifiant cette séquence : la luminosité des traces étant inversement proportionnelle à leur nombre, il est intéressant de limiter celui-ci au juste nécessaire selon l'utilisation.

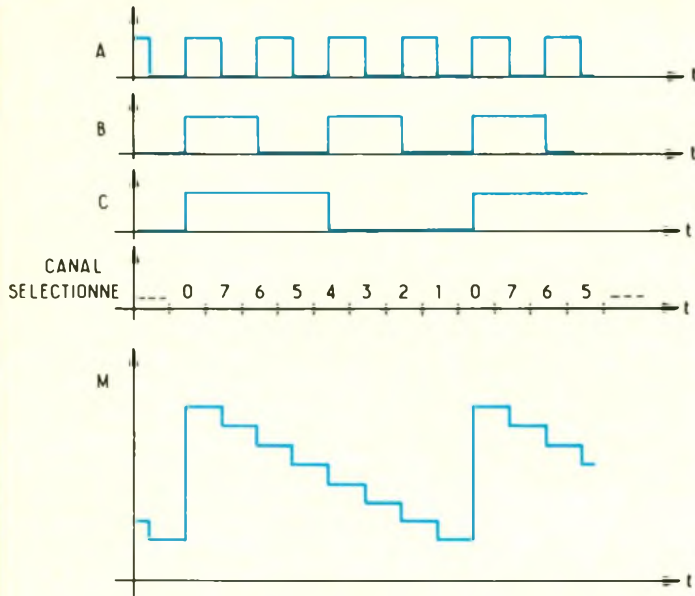
En position centrale (8 traces), les entrées R₁ et R₂ de remise à zéro sont polarisées au niveau bas par les résistances R₁₉ et R₂₀ : la séquence n'est pas modifiée.

En position quatre traces, l'entrée de remise à zéro R₂ est portée au potentiel de l'alimentation, forçant l'état de la bascule et le point C à 0 : seuls les canaux 0 à 3 sont explorés.

En position deux traces, c'est l'entrée R₂ qui est portée à

3

Chronogrammes de fonctionnement (A, B, C et M sont repérés sur la figure 2).



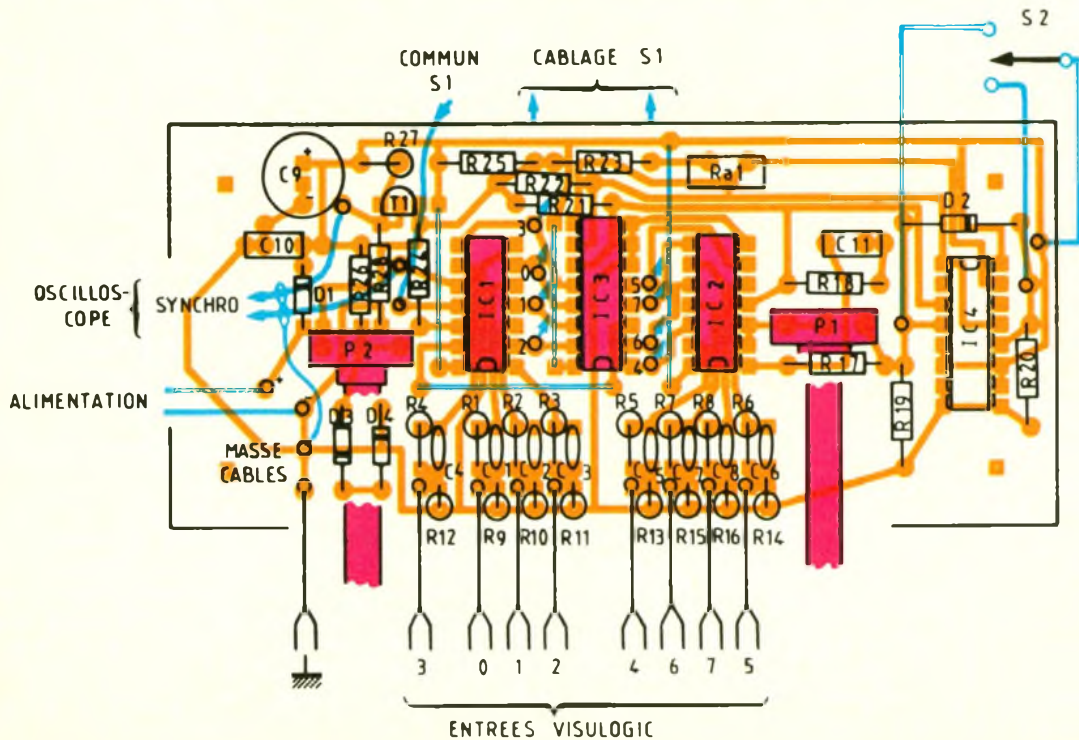
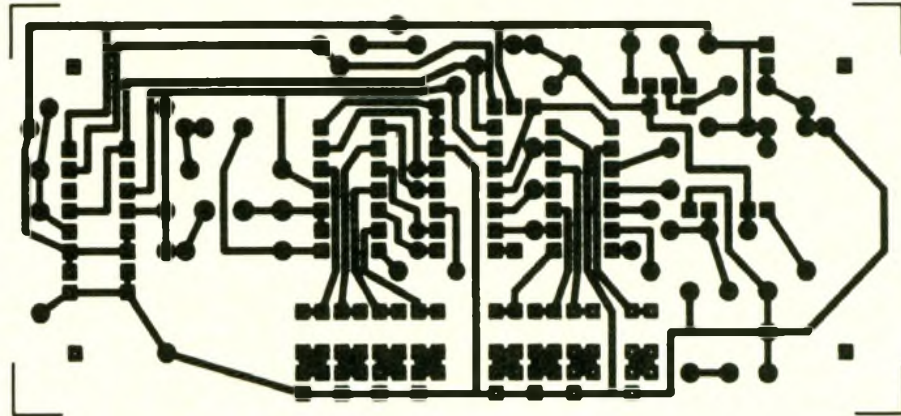
l'état 1, entraînant l'entrée R_2 dans le même état par l'intermédiaire de D_2 qui devient passante. Les deux bascules sont bloquées et les points B et C restent à 0 : seuls les canaux 0 et 1 sont visualisés.

e) Le multiplexeur

Le multiplexage est assuré par un classique 4051. C'est l'équivalent électronique du sélecteur S_1 : comme lui, il est bidirectionnel et établit une connexion entre le point commun et l'entrée correspondant au code binaire présent aux points A, B et C, tout en isolant les autres entrées. Toutefois, il faut savoir que cette connexion n'est pas un court-cir-

4a/ 4b

Circuit imprimé et implantation à l'échelle 1.



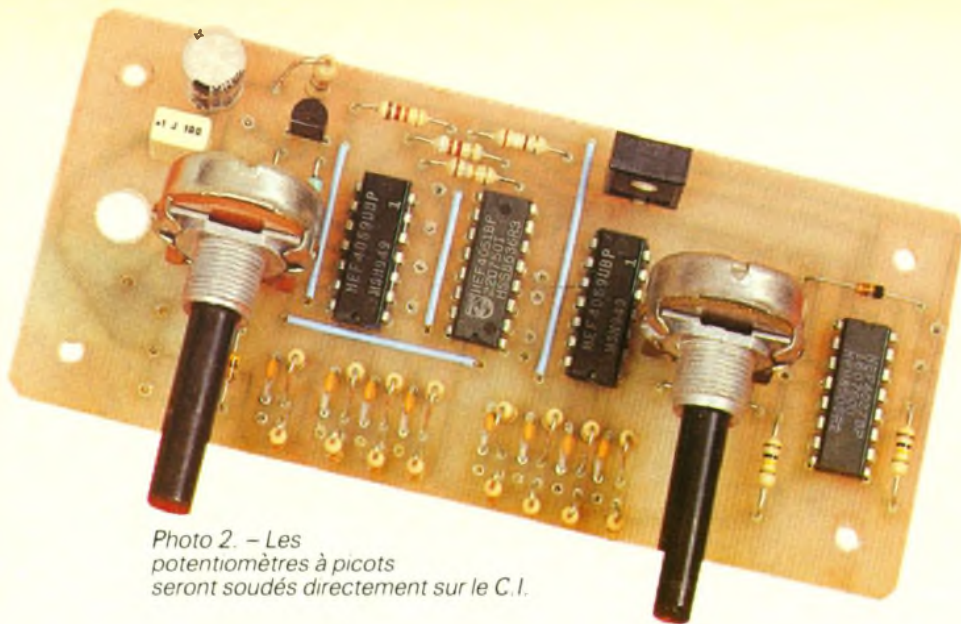


Photo 2. – Les potentiomètres à picots seront soudés directement sur le C.I.

cuit, mais une faible résistance (100 à quelques centaines d'ohms) correspondant à la résistance interne des transistors MOS qui le constituent.

Nos différents canaux, une fois distribués au rythme de l'horloge sur l'unique sortie, sont dirigés vers la porte inverseuse N_{12} qui, une fois de plus, rétablit la polarité du signal avant d'attaquer le mélangeur.

f) Le mélangeur/buffer de sortie

Le terme vague de mélangeur regroupe en fait plusieurs fonctions, réalisées par un nombre limité de composants passifs.

Il s'agit de :

- convertir la sortie de l'horloge (mot binaire en A, B, C) en grandeur analogique, afin de générer un signal en marche d'escalier dont chaque niveau formera la ligne de base d'une trace ; c'est le rôle des résistances R_{21} , R_{22} , R_{23} et R_{a1} ;
- mélanger le signal en marche d'escalier obtenu avec le signal de sortie du multiplexeur, tâche assurée par R_{24} ;
- polariser correctement le transistor de sortie, grâce aux résistances R_{25} , R_{26} et aux diodes D_3 et D_4 ;
- doser l'amplitude du signal composite de sortie, afin de pouvoir faire coïncider les différentes traces avec les graduations de l'écran.

L'analyse peut être menée simplement de la manière suivante

- La résistance R_{26} détermine dans D_3 et D_4 un courant de 1 à 3 mA suivant la tension d'alimentation. Dans ces conditions, D_3 et D_4 présentent une résistance dynamique faible et déterminent

un potentiel fixe de 1,2 V au point D.

- Les résistances R_{21} , R_{22} , R_{23} + R_{a1} , R_{24} , R_{25} , et P_2 forment un réseau en étoile. Le potentiel du centre (point M) est une moyenne pondérée des potentiels dans les différentes branches. En particulier, les tranches A, B, C possèdent les poids relatifs 1, 2 et 4 et réalisent la conversion numérique-analogique du mot binaire généré par l'horloge (voir les chronogrammes fig. 3). On voit que les valeurs des résistances R_{21} , R_{22} , et R_{23} + R_{a1} sont assez critiques si l'on veut que les traces soient bien équidistantes : cela explique la valeur un peu inhabituelle de R_{22} , et la présence de R_{a1} qui permet d'ajuster la séparation des deux blocs de quatre traces.

- Le potentiomètre P_2 forme une branche du réseau et est relié au point D qui constitue une masse fictive. Il permet de régler l'amplitude du signal composite de sortie entre 0 et environ 43 % de la tension d'alimentation.

Le réseau mélangeur présente une impédance de sortie maximale de 2,4 k Ω . S'il était chargé directement par la capacité du câble de liaison et de l'oscilloscope, la bande passante serait insuffisante pour visualiser dans de bonnes conditions des signaux au-dessus d'une centaine de kilohertz. Le buffer de sortie permet de repousser cette limite à quelques mégahertz. Celui-ci est simplement constitué par un transistor HF monté en collecteur commun qui possède, on le sait, un gain en tension unitaire, une forte impédance d'entrée, et surtout une très faible impédance de

sortie. Sa polarisation est assurée par le mélangeur. La résistance R_{27} , insérée dans le circuit de collecteur, assure la protection de l'étage contre les courts-circuits ; attention, c'est la seule résistance de 1/2 W du montage !

III – REALISATION PRATIQUE

a) Le circuit imprimé

On trouvera le dessin du circuit imprimé et le schéma d'implantation des composants en figures 4a et 4b, et le brochage des semi-conducteurs en figure 5. Le brochage du BF 199 est peu courant : si vous adoptez une autre référence de transistor, son brochage risque d'être différent : méfiez-vous !

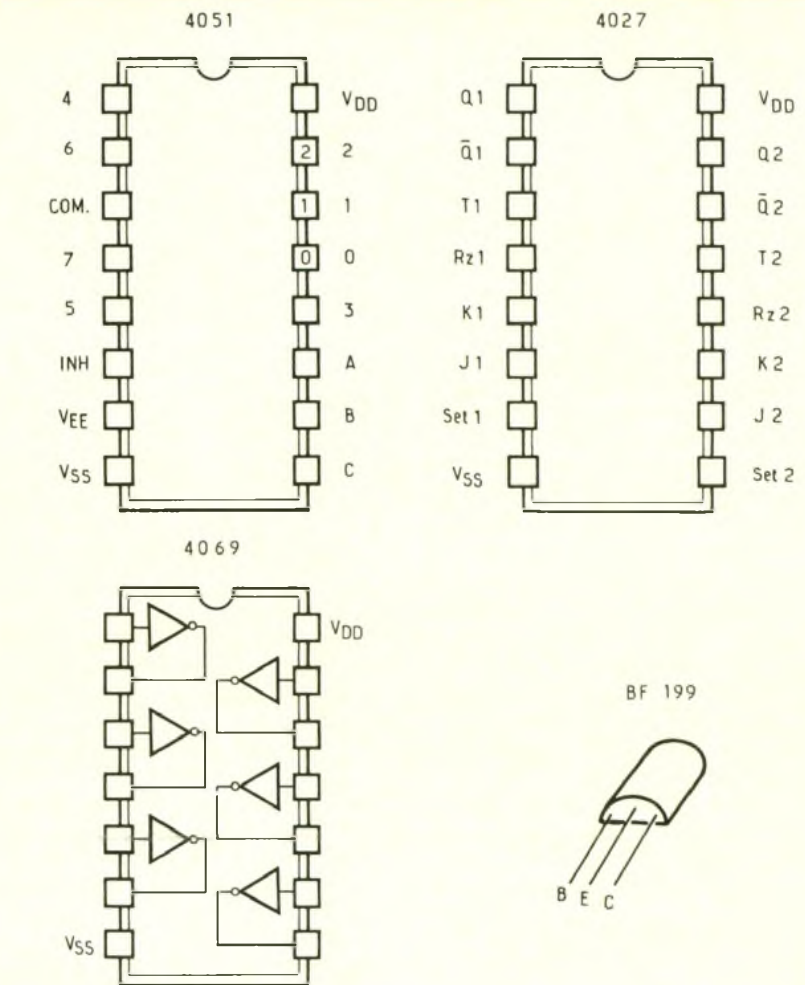
Le circuit imprimé, de dimensions 50 x 115 mm, regroupe la totalité des composants, y compris les deux potentiomètres, à l'exception des bornes d'entrée et des deux commutateurs. Le dessin a été prévu pour permettre l'implantation de divers modèles de condensateurs (pas de 5,08 ou 7,62, modèle radial ou axial pour C_9 , etc.). Le report du circuit sur la plaque ne posera pas de problèmes aux adeptes des plaques présensibilisées, mais demandera un peu plus de minutie à ceux qui utilisent des symboles-transfert. L'utilisation du feutre pour circuits imprimés est en revanche déconseillée. La gravure elle-même sera accélérée si l'on réchauffe préalablement le flacon de perchlorure (au bain-marie) et si on laisse flotter le circuit sur le bain (face cuivrée en dessous, bien sûr). Cette technique permet aux dépôts générés par la réaction chimique de tomber au fond de la cuve sans gêner l'attaque, et de surveiller par transparence l'avancement du travail sans avoir à agiter le bain ni à plonger les doigts. Après gravure, la plupart des trous seront percés à l'aide d'un foret de 0,8 mm, sauf pour les fils de câblage et les composants (P_1 , P_2 , R_{a1} ...) réclamant un diamètre plus fort (1,3 à 1,5 mm). Avant l'implantation des composants, le cuivre sera soigneusement nettoyé afin de faciliter l'adhérence de la soudure : pour cela, les tampons à récurer la vaisselle sont très efficaces ! Le

travail d'implantation commencera par les quatre straps, que l'on aurait tendance à facilement oublier. Il se poursuivra avec les résistances, condensateurs, diodes, pour se terminer avec le transistor, les quatre circuits intégrés et les deux encombrants potentiomètres. On évoque souvent la fragilité des circuits CMOS, et il est d'usage de relier à la masse du circuit la panne du fer à souder ou de débrancher celui-ci pendant leur soudure. Depuis que ces circuits sont équipés de circuits de protection d'entrée efficaces, ces habitudes sont devenues obsolètes. Toutefois, on n'oubliera pas qu'ils sont sensibles comme tout semi-conducteur aux excès de température et on évitera donc de les surchauffer : pour les soustraire à cette épreuve, ils pourront être implantés sur un support adéquat.

Avant la soudure des fils de liaison, une dernière vérification s'impose : elle portera sur l'orientation de C_9 , de T_1 , des diodes et des circuits intégrés : notez bien que l'orientation de IC_4 est opposée à celle de IC_1 , IC_2 et IC_3 .

b) Câblage et mise en boîtier

Les liaisons entre le circuit et les quelques éléments externes seront exécutées selon la **figure 4b** (les fils sont soudés directement sur le circuit imprimé). Etant donné le nombre assez important de conducteurs, certains d'entre eux pourront être rassemblés en torons à l'aide de gaine thermo-rétractable. Le câblage gagnera

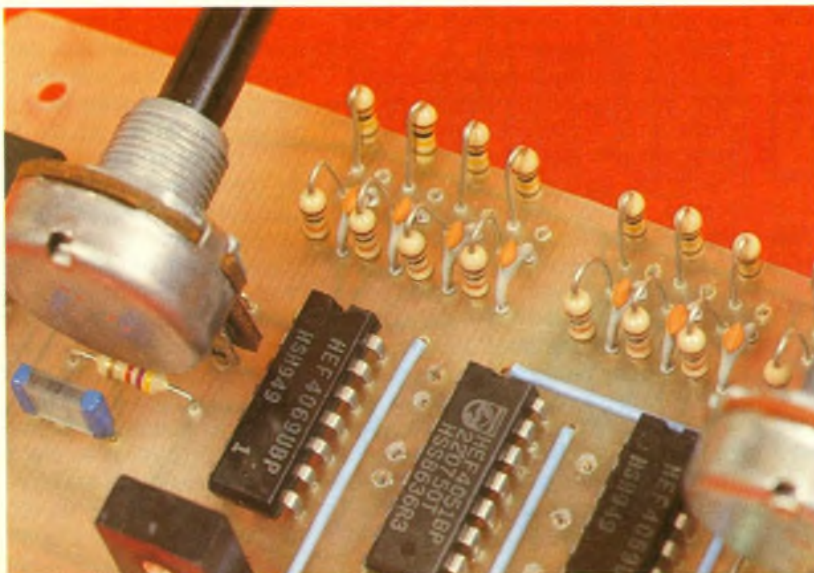


en clarté. Un premier toron aboutit aux entrées logiques et à la fiche de masse : ce sont des embases pour fiches banane miniatures (diamètre 2,6 mm). Un second rejoint le commutateur S_1 du type rotatif, et un autre le commutateur S_2 à levier, du

type ON-OFF-ON. L'alimentation de l'appareil est amenée par un câble souple à deux conducteurs repérés (du câble pour haut-parleur convient parfaitement) dont l'extrémité libre, munie de pinces crocodile miniatures (1 rouge, 1 noire) se connectera sur le circuit testé. Enfin, les signaux destinés à l'oscilloscope transiteront par deux câbles blindés d'une trentaine de centimètres (1 pour le signal, 1 pour la synchro) équipés du connecteur adapté à votre appareil (généralement des prises BNC). On évitera ici les câbles blindés de très faible diamètre qui présentent une forte capacité en ligne : n'oublions pas que cette capacité ne peut qu'arrondir les flancs des signaux observés.

Les dimensions du boîtier utilisé pour la maquette (120 x 55 x 40 mm) sont une limite minimale à ne pas dépasser : les divers éléments n'ont pu y être logés qu'au prix d'une disposition un peu curieuse. Le résultat est très compact, mais certains préféreront sans doute un boîtier

Photo 3 – Montage vertical des résistances R_1 à R_{16} .



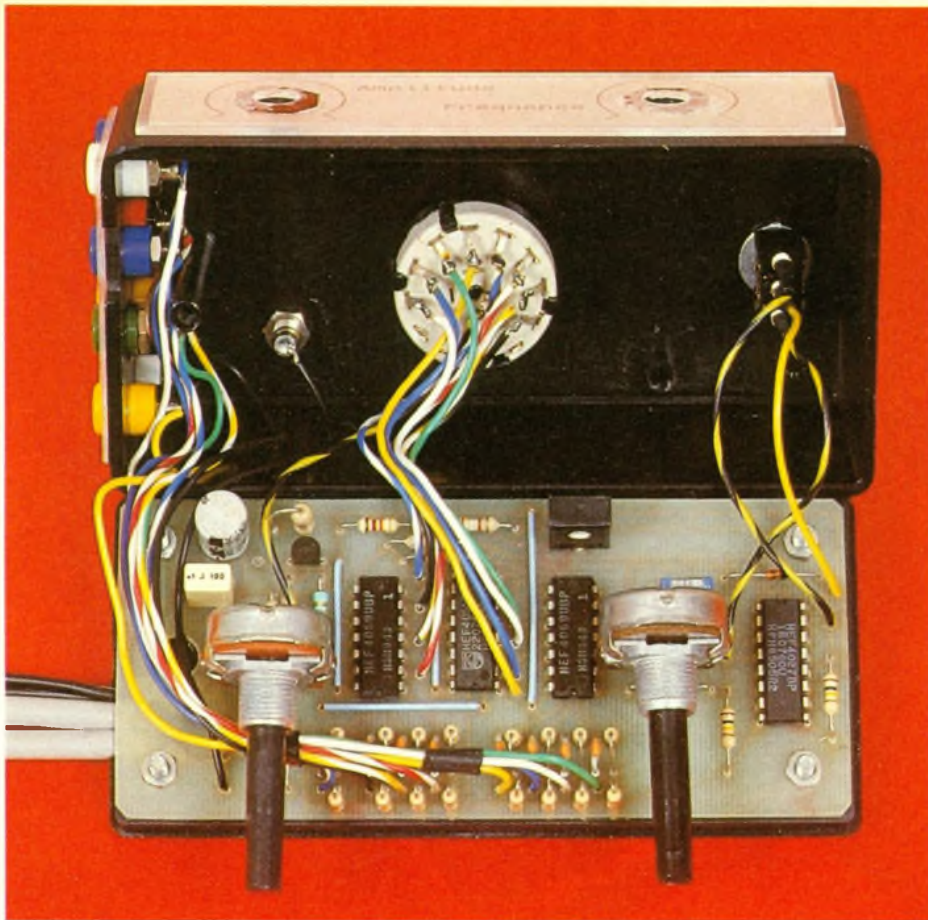


Photo 4. – Insertion du Visulog dans un coffret plastique.

plus spacieux (Teko P₃ par exemple) qui rendra la réalisation plus aisée et permettra de rassembler les prises et les réglages sur une même face avant.

c) Mise au point

Pour la première mise sous tension, il est prudent d'utiliser une alimentation munie d'une limitation d'intensité que l'on réglera si possible à une dizaine de milliam-pères : le fonctionnement d'un montage sain ne sera pas perturbé, et une éventuelle erreur de câblage ne provoquera pas de dégâts.

Une fois sous tension, l'appareil doit fonctionner immédiatement sans réclamer de réglage particulier : P₂ réglé au maximum et S₂ en position 8 traces, on commencera par vérifier la présence du signal en marches d'escalier à la sortie de l'appareil, puis l'excursion de fréquence en agissant sur P₁. Après avoir commuté l'oscilloscope en synchro externe, le signal défile sur l'écran plus ou moins vite et apparaît comme huit lignes horizontales (agir au besoin sur P₁) : l'ajustable Ra₁ permet de régler la séparation des 4^e et 5^e lignes. On appliquera alors un signal logique quelconque (adapté à la tension d'alimentation) successivement sur les huit entrées, et on vérifiera

qu'il apparaît sur la bonne trace et qu'il se synchronise sur la bonne position de S₁. Si ce n'est pas le cas, vous avez sans doute inversé deux fils au niveau de S₁ ou des bornes d'entrée. En cas de problème plus sérieux, il faudra procéder méthodiquement en vérifiant les signaux en divers points du montage, afin de localiser le problème : sortie de l'oscillateur, des deux bascules, entrée du buffer de sortie, etc.

d) Pour conclure...

Les lecteurs désireux de simplifier le câblage de l'appareil pourraient commencer par supprimer le sélecteur de synchronisation S₁ en figeant arbitrairement et définitivement l'entrée prévue pour synchroniser le balayage : la connexion normalement établie par le commutateur sera remplacée par un simple fil.

Pour finir, on trouve chez de nombreux revendeurs des grip-fils subminiatures peu coûteux, capables de se connecter directement aux pattes des circuits intégrés : ils sont très commodes pour confectionner des câbles de test, associés à une quarantaine de centimètres de fil de câblage souple et une fiche adaptée aux embases des entrées logiques.

Pascal BERAUD

LISTE DES COMPOSANTS

Résistances 1/4 W 5 % (sauf indication contraire)

R₁ à R₈ : 10 kΩ (marron, noir, orange)
 R₉ à R₁₆ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
 R₁₇ : 18 kΩ (marron, gris, orange)
 R₁₈ : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
 R₁₉, R₂₀ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
 R₂₁ : 18 kΩ (marron, gris, orange)
 R₂₂ : 9,1 kΩ (blanc, marron, rouge)
 R₂₃ : 3,9 kΩ (orange, blanc, rouge)
 R₂₄ : 39 kΩ (orange, blanc, orange)
 R₂₅ : 12 kΩ (marron, rouge, orange)
 R₂₆ : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
 R₂₇ : 330 Ω 1/2 W (orange, orange, marron)
 R₂₈ : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)

Ra₁ : ajustable vertical 1 kΩ
 P₁ : potentiomètre linéaire 1 MΩ pour circuit imprimé
 P₂ : potentiomètre linéaire 2,2 kΩ pour circuit imprimé

Condensateurs

C₁ à C₈ : 22 pF céramique
 C₉ : 100 μF 25 V chimique radial
 C₁₀ : 0,1 μF
 C₁₁ : 1 nF

Semi-conducteurs

IC₁ et IC₂ : 4069
 IC₃ : 4051
 IC₄ : 4027
 T₁ : BF 199
 D₁ à D₄ : 1N4148

Connectique

9 fiches et embases banane miniature
 8 grip-fils subminiatures
 2 prises BNC (selon oscilloscope)
 2 pinces crocodile miniatures (1 rouge, 1 noire)

Divers

1 boîtier (voir texte)
 1 commutateur rotatif 1 circuit-8 positions
 1 inverseur miniature à levier 3 positions (ON-OFF-ON)
 Fil blindé 1 conducteur
 Câble pour haut-parleur

LA TECHNOLOGIE AU COLLEGE (XVIII)



Voici la présentation du sixième module Pierron : la plaque fonction détecteur. Ce nouveau montage va vous permettre d'élargir le domaine de vos recherches et de vos expérimentations. Vous allez en effet maintenant pouvoir développer d'autres prototypes en ajoutant cette caractéristique très intéressante qu'est la détection.

INTERET D'UN MONTAGE DETECTEUR ?

Au niveau de nos réalisations électroniques, une détection consistera « à prendre en compte » un phénomène physique quelconque et à engendrer ensuite un certain signal électrique. Après traitement, ce signal pourra alors assurer une action ou une utilisation électrique particulières.

Nous voyons, avec le synoptique de la figure 1, le rôle capital du CAPTEUR dans toute détection. Lui seul permet, en effet, de transformer en une information électrique utilisable le phénomène physique capté.

LES CAPTEURS

Notre plaque fonction détecteur pourra accepter plusieurs sortes de capteurs :

- Capteur de lumière.
- Capteur de température.
- Capteur de liquide.

CAPTEURS DE LUMIERE

Les LDR photorésistances

Caractéristiques générales

Les LDR (Light Dependant Resistor) sont des composants semi-conducteurs.

La lumière qui frappe une photorésistance apporte, par l'intermédiaire des photons, une certaine énergie. A la suite de l'agitation thermique ainsi créée, un nombre plus ou moins important d'électrons s'extrait alors de la

bande de valence des corps semi-conducteurs de la LDR pour atteindre la bande de conduction. La LDR voit donc sa conductivité augmenter. (Revoir la présentation et les expérimentations relatives aux semi-conducteurs).

Il existe de nombreux modèles de photorésistances : série LDR (LDR 03, LDR 05, LDR 07), séries ORP ou RPY. Pour la fabrication des LDR les plus courantes, le sulfure de cadmium (CdS) s'avère l'élément semi-conducteur le plus employé. Le germanium et le silicium s'utilisent également, mais ils entrent dans la composition de LDR particulières, sensibles au rayonnement infrarouge.

Caractéristiques techniques

Analyse du graphe de la figure 2

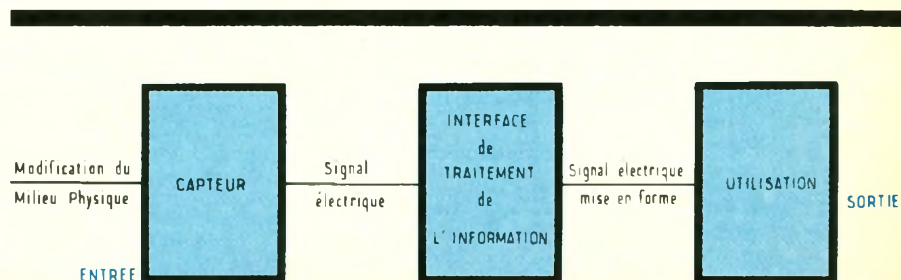
- Il indique les valeurs ohmiques extrêmes que peut prendre une photorésistance (de quelques ohms à 1 M Ω , voire plus encore dans une obscurité absolue).
- Il confirme la baisse de la résistivité de la LDR lorsque la luminosité augmente.
- Il présente une caractéristique pratiquement rectiligne. Autrement dit, à une certaine augmentation de la luminosité (en lux) correspond toujours la même baisse de la résistivité. On dit que



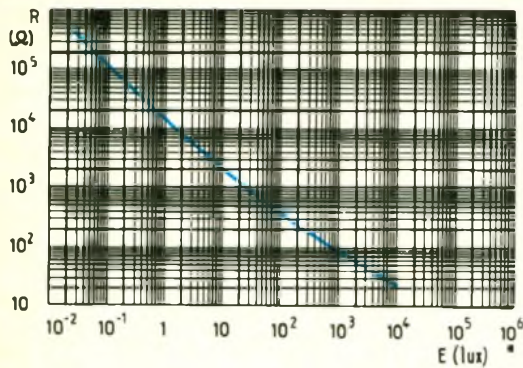
la résistance varie linéairement en fonction de la lumière. Cela s'avère très intéressant dans bien des applications et des réalisations, comme le posemètre de laboratoire, instrument fort apprécié des photographes.

Remarque

Malgré ses caractéristiques très intéressantes, la LDR présente toutefois un défaut. Elle n'assure pas immédiatement la modification de sa résistivité après un changement de luminosité. Cela se produit surtout lorsque l'on passe brusquement de la lumière à l'obscurité. Heureusement, le temps de réponse ne sera pas capital pour nos montages. Cet inconvénient ne nous concernera donc pas vraiment.



2 Caractéristiques d'une photorésistance



CAPTEURS DE TEMPERATURE

Les thermistances

Caractéristiques

- Les thermistances se fabriquent aussi avec des matériaux semi-conducteurs. Leurs caractéristiques apparaissent sur le graphe de la figure 3.
- Plusieurs courbes y sont représentées. En effet, pour un même écart de température, les variations de résistivité diffèrent suivant la valeur nominale des thermistances (10 Ω, 100 Ω, 100 kΩ, etc.). La valeur nominale de la thermistance correspond à la résistance qu'elle présente à la

température de 25 °C (valeur que l'on peut relever directement sur le graphe).

- Nous remarquons également que la résistance des thermistances diminue lorsque leur température augmente. C'est la raison pour laquelle on dit qu'elles présentent un Coefficient de Température Négatif (CTN).

A noter qu'il existe également des thermistances CTP (à Coefficient de Température Positif).

Comment choisir une thermistance ?

Prenons un exemple

- Nous construisons un thermostat de chauffage central et nous désirons qu'il s'enclenche aux environs de 70 °C. Pour obtenir un bon fonctionnement de notre montage électronique nous avons fixé par expérimentation (ou bien par calcul) à 5 kΩ, par exemple, la valeur idéale que doit prendre la thermistance à cette température de 70 °C. Le point A du graphe (70 °C, 5 kΩ) nous permet alors de déterminer très facilement que la thermistance idéale pour notre montage a une valeur nominale de 20 kΩ.

- Modifions les caractéristiques : Le même montage électronique assure maintenant la mise hors gel d'une habitation. Le thermostat doit à présent s'enclencher à une température de 0 °C. Il faut alors choisir une thermistance de 2 kΩ (point B : 0 °C, 5 kΩ).



Photo 2 – Le capteur de lumière, une LDR 03



Photo 3 – Vue de la thermistance du type CTN



Photo 4 – Le capteur d'humidité se compose d'un circuit imprimé étamé.

Attention : L'utilisation de deux fils dénudés, satisfaisante quant au principe, n'est cependant pas recommandable. Il faut éviter, bien entendu, tout court-circuit entre les deux parties du capteur.

Conclusion

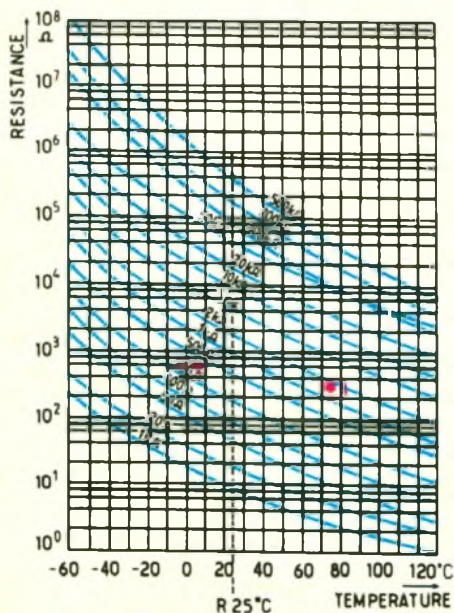
Les différents capteurs présentés se comportent tous comme des résistances. Comment donc insérer un capteur dans un montage électronique ? L'étude du mois dernier concernant la polarisation d'un transistor par un pont diviseur de tension doit vous mettre sur la voie.

LA PLAQUE FONCTION DETECTEUR

Définition des besoins

La plaque fonction détecteur répond à un double besoin :

- Besoin d'étudier et d'analyser les différentes caractéristiques des montages détecteur.



CAPTEURS DE LIQUIDE

Principe

Un capteur de liquide se compose de deux sondes. Lorsqu'un liquide conducteur, tel que l'eau, atteint les deux parties du capteur, un courant d'intensité plus ou moins importante (suivant la résistivité du liquide) prend naissance.

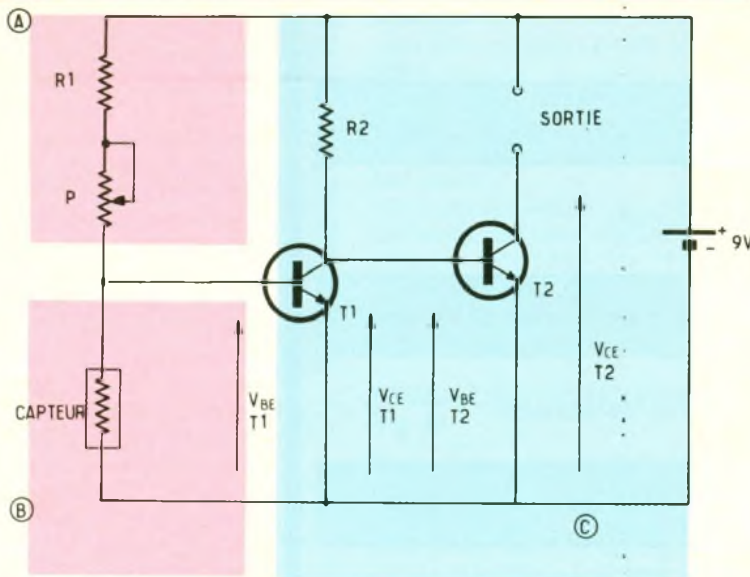
Fabrication

La fabrication ne présente aucune difficulté. Une simple plaque de circuit imprimé comportant deux surfaces conductrices isolées suffit (photo 2)

3 Caractéristiques de plusieurs thermistances

4

Schéma de principe du montage détecteur.



- Besoin de réaliser de nouveaux prototypes de montages électroniques en associant la fonction de détection aux autres fonctions électroniques de base déjà construites.

Cahier des charges

Désignation du produit

Plaque fonction détecteur.

Contraintes

Contraintes d'ordre technique

- C₁ : Le montage détecteur doit pouvoir fonctionner quelles que soient les conditions physiques de l'environnement (pour la LDR, par exemple, noir absolu, ombre, clarté, forte luminosité...).

Dans tous les cas, le montage électronique doit donc pouvoir assurer le traitement de toute information délivrée par le capteur.

- C₂ : De nombreux éléments doivent pouvoir se brancher à la sortie du système (DEL, ampoule, relais, étage amplificateur, transistor...).

Contraintes dimensionnelles

- C₃ : Les dimensions du circuit imprimé doivent permettre un branchement aisé avec les autres fonctions. Dimension retenue précédemment : 45 mm x 45 mm.

- C₄ : Les liaisons du circuit vers l'extérieur doivent se réaliser soit avec des fils munis de cosses à leurs extrémités, soit avec des blocs de jonction.

Dossier technique

SCHEMA DU DETECTEUR

Le schéma de principe apparaît sur la **figure 4**. Il se compose d'une partie principale C et de deux sous-ensembles A et B.

Analyse du schéma

- Comme vous vous en doutiez sûrement, le capteur correspond au premier élément d'un pont diviseur de tension. R₁ et P, quant à eux, constituent le deuxième élément. Les deux parties A et B assurent donc la polarisation du transistor T₁. De plus, elles peu-

vent s'interchanger. Cette modification de configuration permet ainsi de répondre à la contrainte C₁.

- T₁, T₂ et R₂ assurent le traitement de l'information fournie par le capteur. La sortie du montage (collecteur de T₂) reste libre afin d'autoriser des branchements multiples, suivant la contrainte C₂.

ETUDE DU FONCTIONNEMENT

1^{re} partie

- En partant des deux paramètres importants :

- 1° la position du capteur (deux possibilités) ;
- 2° le comportement du capteur (deux possibilités également : augmentation ou diminution de sa résistivité).

Cherchons d'abord toutes les configurations de montages possibles :

Il y en a quatre :

- a) capteur placé entre BT₁ et le « - », T₁ réagit à une augmentation de la résistance du capteur (LDR obscurcie, CTN refroidie ou capteur de liquide asséché) ;
- b) capteur placé entre BT₁ et le « - », T₁ réagit à une baisse de la résistance du capteur (LDR éclairée, CTN réchauffée ou capteur de liquide immergé) ;
- c) capteur placé entre BT₁ et le « + », T₁ réagit à une augmentation de la résistance du capteur ;
- d) capteur placé entre BT₁ et le « + », T₁ réagit à une baisse de la résistance du capteur.

2^e partie

Analysons le comportement des deux transistors T₁ et T₂ :

- a) lorsque V_{BE} T₁ = 0,7 V, T₁ devient passant et V_{CE} T₁ = 0,3 V. Par conséquent T₂ se trouve bloqué puisque la tension sur sa base V_{BE} T₂ vaut 0,3 V ⇒ V_{CE} T₂ = V_{CC} = 9 V, SORTIE « S » INACTIVE (V_{CC} = tension d'alimentation) ;

- b) dès que V_{BE} T₁ descend au-dessous de 0,7 V, le transistor T₁ se bloque et la tension V_{CE} T₁ devient importante. T₂ qui voit sa base atteindre la tension de seuil V_{BE} T₂ de 0,7 V devient passant ⇒ V_{CE} T₂ = 0,3 V, SORTIE « S » ACTIVE.

Remarque

T₁ se trouvant bloqué, la tension V_{CE} T₁, nous l'avons vu le mois dernier, devrait normalement at-

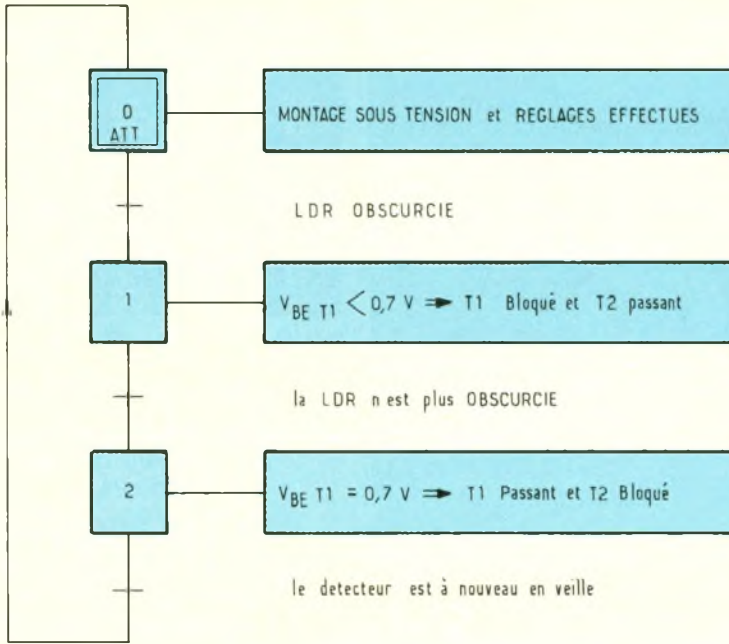
5

Nomenclature des composants.

Repérage	Désignation	Valeur	Observations
R ₁	Résistance	680 Ω	bleu, gris, marron
R ₂	Résistance	4,7 kΩ	jaune, violet, rouge
P	Potentiomètre	47 kΩ	ajustable horizontal
T ₁	Transistor	BC 238	ou 2N2222, BC 108...
T ₂	Transistor	2N1711	
Capteur	Photorésistance	LDR 03	ou LDR 05, LDR 07
	Thermistance CTN	1 kΩ	ou autre (voir texte)
	Capteur de liquide		voir texte

6

Grafcet de fonctionnement du montage en détecteur d'obscurité.



teindre la tension V_{CC} . C'est vrai, mais à vide uniquement. Ce n'est évidemment pas le cas ici puisque le collecteur de T_1 est chargé par la base de T_2 (avec un courant de base relativement important). $V_{CE} T_1$ et $V_{BE} T_2$ ne représentant qu'une seule et même tension, on relève donc

pour T_1 bloqué une tension de collecteur de 0,7 V (tension de seuil de T_2).

A retenir :
Les deux transistors T_1 et T_2 sont branchés en « cascade ». Quand l'un conduit, le deuxième se bloque et inversement.

3^e partie

Plaçons-nous dans la configuration de montage C présentée ci-dessus. Nous pouvons maintenant analyser complètement le fonctionnement du détecteur. Une présentation Grafcet (fig. 6) permet de mieux structurer les différentes étapes.

Quel rôle joue le potentiomètre ?

- le potentiomètre P permet de modifier les caractéristiques du pont diviseur de tension. Il permet ainsi d'établir les conditions initiales de l'automatisme (étape 0 du Grafcet : réglage du montage et du seuil de détection désiré), en tenant compte du milieu physique ambiant, donc de la résistivité de votre capteur. Concernant le détecteur d'obscurité, par exemple (configuration C), l'initialisation du montage impose T_1 passant. Il suffit donc de réduire la valeur de P pour abaisser la chute de tension à ses bornes afin d'élever $V_{BE} T_1$ à 0,7 V (T_2 se trouve alors bloqué, et la sortie S reste inactive).

NOMENCLATURE

Prévoyez, en plus de la liste des composants présentée à la fi-

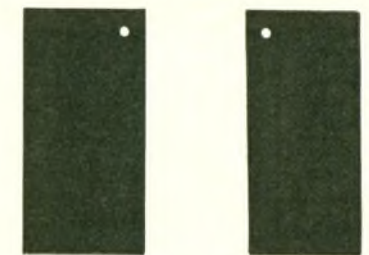
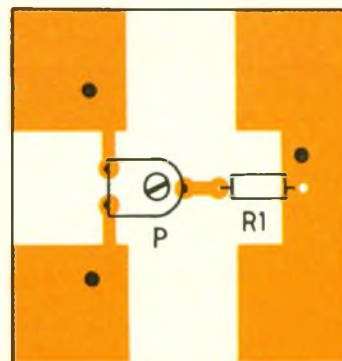
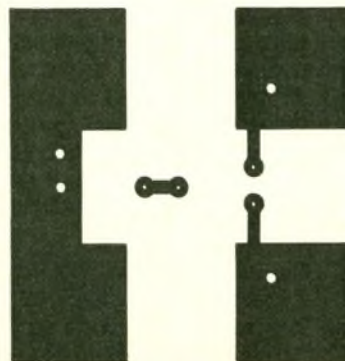
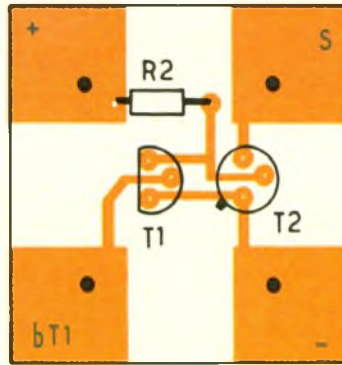
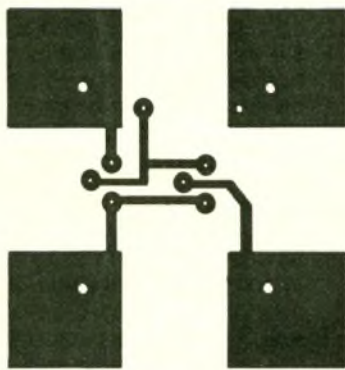




Photo 5. – Vue du circuit imprimé recevant R₁ et P.

figure 5, des picots à souder sur les circuits imprimés ainsi que des cosse adaptées, pour réaliser les liaisons par fils.

CIRCUITS IMPRIMÉS ET IMPLANTATION DES COMPOSANTS (fig. 7 et 8)

Les trois parties A, B et C du schéma du montage prennent place sur trois circuits imprimés différents.

Remarque : Vous pouvez, bien sûr, utiliser la plaque potentiomètre déjà construite (voir E.P. n° 133). Dans ce cas, vérifiez bien que la fine bande de cuivre qui court-circuite la résistance de protection a bien été coupée (voir aussi E.P. n° 137, fig. 5).

FABRICATION

La réalisation des circuits imprimés ne pose vraiment aucune difficulté majeure. Vous pouvez indifféremment utiliser un feutre

indélébile pour circuit imprimé ou bien des signes et pistes « transfert ».

En ce qui concerne la soudure des composants, prenez soin de ne pas trop chauffer les deux transistors.

Vous pouvez souder les différents capteurs sur des plaquettes de circuit imprimé de 15 mm x 45 mm, ou bien directement sur des fils terminés par des cosse adaptées aux picots.

ESSAIS DE FONCTIONNEMENT (fig. 9)

Réalisez un détecteur d'obscurité en utilisant la LDR en entrée (branchée entre BT₁ et le « + ») et le relais électromagnétique en sortie. Vérifiez le fonctionnement convenable de votre montage en suivant les étapes du Grafset de la figure 6.

Remarque : Pour obtenir un détecteur de lumière, il suffit, comme nous l'avons précisé dans la configuration A, d'inverser la plaque potentiomètre et la LDR.

RECHERCHE DE NOUVEAUX PROTOTYPES

Utilisation des différentes plaques fonction

La plaque fonction détecteur permet, comme pour les précédentes plaques fonction, une multitude de branchements possibles.

Nous pouvons ainsi concevoir différents prototypes et élaborer de nouveaux projets. C'est ce que nous nous proposons de faire dans les prochains numéros d'E.P.

Nous allons cependant modifier quelque peu l'étude de ces nouveaux projets, pour vous permettre de contribuer activement à leur mise au point, en exploitant au mieux les différentes plaques « fonction ».

Dans un premier temps, nous nous contenterons, en effet, d'exprimer l'ensemble des BESOINS uniquement. A vous ensuite d'ébaucher un premier CAHIER DES CHARGES, d'essayer de concevoir un prototype et éventuellement de dessiner le circuit imprimé du montage. Un dossier technique complet vous sera ensuite proposé le mois suivant.

PROJET N° 3

Avertisseur détecteur de liquide

DEFINITION DES BESOINS

Dès la détection d'un liquide, cet appareil doit avertir son utilisateur.

On peut utiliser un tel montage pour contrôler le remplissage d'une baignoire par exemple :

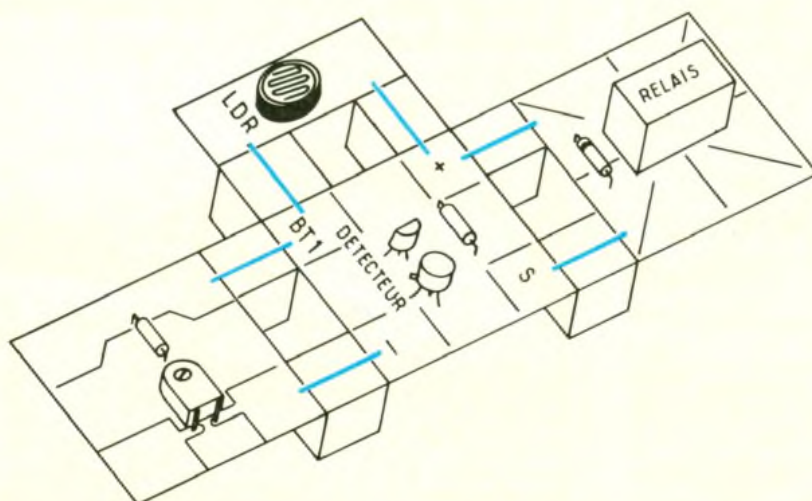
- Inutile, en effet, de laisser échapper l'eau par le trop-plein.
- Pour un petit enfant, inutile également de laisser la baignoire se remplir aux trois quarts pour en revider ensuite la moitié.

L'analyse des besoins, proposée sous FORME FONCTIONNELLE à la figure 10, permet de mieux structurer l'ensemble des contraintes et de mieux situer le produit dans son environnement.

ANALYSE FONCTIONNELLE DU BESOIN

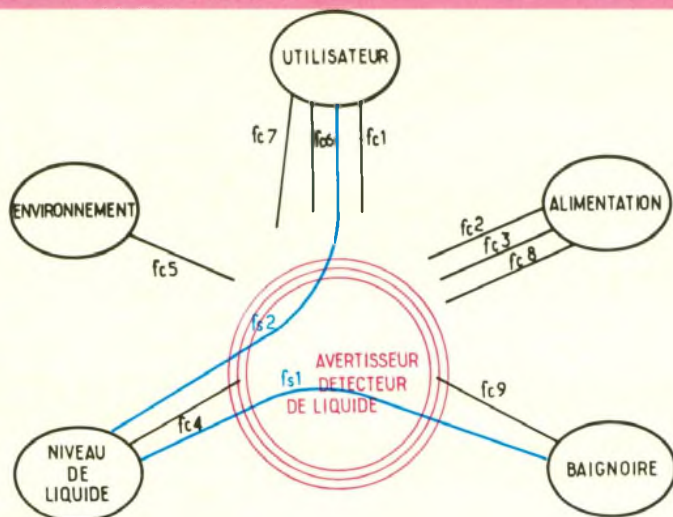
Les deux FONCTIONS DE SERVICE fs₁ et fs₂ présentent globalement le produit.

L'ensemble des FONCTIONS « CONTRAINTE » fc₁ à fc₈ doit, comme l'indique leur nom, vous contraindre. Vous voilà donc limités dans votre étude de conception. Bonne recherche...



9

Réalisation du détecteur d'obscurité.



NOMENCLATURE

fs_1 : détecter l'eau
 fs_2 : avertir l'utilisateur

fc_1 : doit assurer un signal sonore important

fc_2 : doit consommer le moins d'énergie possible

fc_3 : doit assurer une totale sécurité électrique

fc_4 : doit se régler sur différentes hauteurs de liquide possibles

fc_5 : doit être protégé des projections d'eau

fc_6 : doit être de taille réduite

fc_7 : doit être esthétique

fc_8 : doit pouvoir se fixer aisément sur la baignoire (ou tout support)

EXPOTRONIC

LES JOURNÉES DE L'ÉLECTRONIQUE

LES 14, 15 ET 16 DÉCEMBRE 1990

ESPACE CHAMPERRET (Porte Champerret, Paris)

Selectronic

BP 513 59022 LILLE Tél. : 20.52.98.52

OSCILLOSCOPE CI 94 TORG + EXTENSION BICOURBE

PROMO

Fourni avec - Kit d'extension 2 traces
- SONDE 1/1 et 1/10

1350 F FRANCO



Un véritable oscilloscope 10 MHz à un tout petit prix!

Caractéristiques techniques :

- 10 MHz/1 voie
- Base de temps déclenchée ou relaxée
- Ampli vertical : 9 calibres 10 mV/div. à 5 V/div.
- Base de temps : 18 calibres 0,1 us/div. à 50 ms/div.
- Ecran : 40 x 60 mm (8 x 10 divisions)
- Dimensions : 19 x 10 x 30 cm
- Poids : 3,4 kg
- Livré avec 1 sonde 1/1 et 1/10
- Garantie : 1 an
- Kit d'extension 2 traces (alim. 2 x 9 V - sans boîtier)

POUR BIEN UTILISER VOTRE OSCILLOSCOPE :

- 2 ouvrages leur sont consacrés :
- **PRACTIQUE DES OSCILLOSCOPES** : 368 pages d'explications, de manipulations et d'applications par REGHINOT et BECKER (Ed. RADIO).
 - **Pratique des oscilloscopes** : 121.8094 **175,00 F**
 - **LES OSCILLOSCOPES** : structure, fonctionnement et utilisation pratique par R. RATEAU (ETSF)
 - Les oscilloscopes : 121.8080 **160,00 F**
- Pour commander, utiliser notre bon de commande au dos - Conditions générales de vente : voir notre publicité en annexe.

L'OSCILLOSCOPE CI 94 + KIT D'EXTENSION BICOURBE + SONDE

121.0087 **1350,00 F FRANCO**

UN OSCILLOSCOPE EXTREMEMENT PERFORMANT!

Pour ce prix, Tektronix vous propose un oscilloscope 2247A alliant tous les avantages de l'analogique et les mesures automatiques du numérique (bande passante 100 MHz, 4 voies, compteur, fréquencemètre et voltmètre). De plus, ses curseurs intelligents vous permettront de suivre automatiquement les variations de tension et d'éviter ainsi toute erreur.



26 200 F HT
24 890 F HT*

Produit garanti 3 ans (pièces, main-d'œuvre et tube cathodique).
* Prix HT (TVA 18,6 %) franco de port et d'emballage, valable jusqu'au 15/01/91. Le catalogue TekDirect est disponible sur simple appel téléphonique **gratuit**. Numéro vert : **05.00.22.00**.



L'OSCILLOSCOPE OS 7010 DE LA FRANÇAISE D'INSTRUMENTATION



Pour un peu moins de 2 000 francs, La Française d'Instrumentation commercialise un oscilloscope double trace, 10 MHz, idéal pour tous ceux qui évoluent dans l'électronique mais qui ne peuvent trop investir dans un appareil pourtant indispensable.

En effet, autant le multimètre s'avère d'un grand secours lorsqu'il s'agit d'effectuer des relevés statiques, unidimensionnels, autant il devient impuissant face à des grandeurs à variation rapide.

L'oscilloscope s'impose alors comme la solution. Il permet ainsi de mesurer durées, fréquences et amplitudes des signaux les plus complexes.

L'OS 7010 DE F.I.

De dimensions compactes (l 260 x h 148 x p 260 mm), il présente un poids de 5 kg, le rendant transportable sur un site ou logeable sur une étagère, dans un coin du labo.

Le câble d'alimentation, inamovible, pourra s'enrouler autour des quatre pieds dans lesquels des encoches ont été prévues pour coincer le cordon.

Excepté les réglages de gain des deux canaux situés en dessous de l'appareil, l'ensemble des commandes se présente en face avant.

DEVIATION VERTICALE

Les atténuateurs d'entrée disposent de neuf positions, en séquence 1-2-5. La sensibilité atteint 10 mV et un décalage de 1 à 2,5 environ reste disponible.

Chacune des voies présente une impédance d'entrée de 1 M Ω , 40 pF, et se connecte vers l'extérieur par l'intermédiaire d'une BNC. Le temps de montée du spot ne dépasse pas 35 ns dans le cas le plus défavorable.

Les modes de fonctionnement sont au nombre de trois : Canal 1



seul, Canal 2 seul, Canal 1 et Canal 2. Dans cette dernière configuration, le traitement des traces s'effectue soit en alterné, soit en découpé, et cela automatiquement suivant la position de la base de temps.

DEVIATION HORIZONTALE

La base de temps comporte 17 calibres allant de 0,5 μ s à 0,1 s et une commande de décalage.

Il est d'autre part possible de multiplier par cinq la vitesse de balayage, portant ainsi le plus

haut calibre de 0,5 μ s à 0,1 μ s. La précision du balayage atteint $\pm 5\%$ contre $\pm 7\%$ en amplifié (excepté les deux derniers calibres).

A noter qu'un fonctionnement en X-Y demeure possible.

LE DECLENCHEMENT

Le circuit trigger peut être positionné selon trois modes :

AUTO : procurant un balayage automatique permanent ;

NORM : supprimant le balayage en absence de signal à l'entrée ;

TV-V : fonctionnant sous le même principe que NORM. Cependant, un filtre passe-bas est

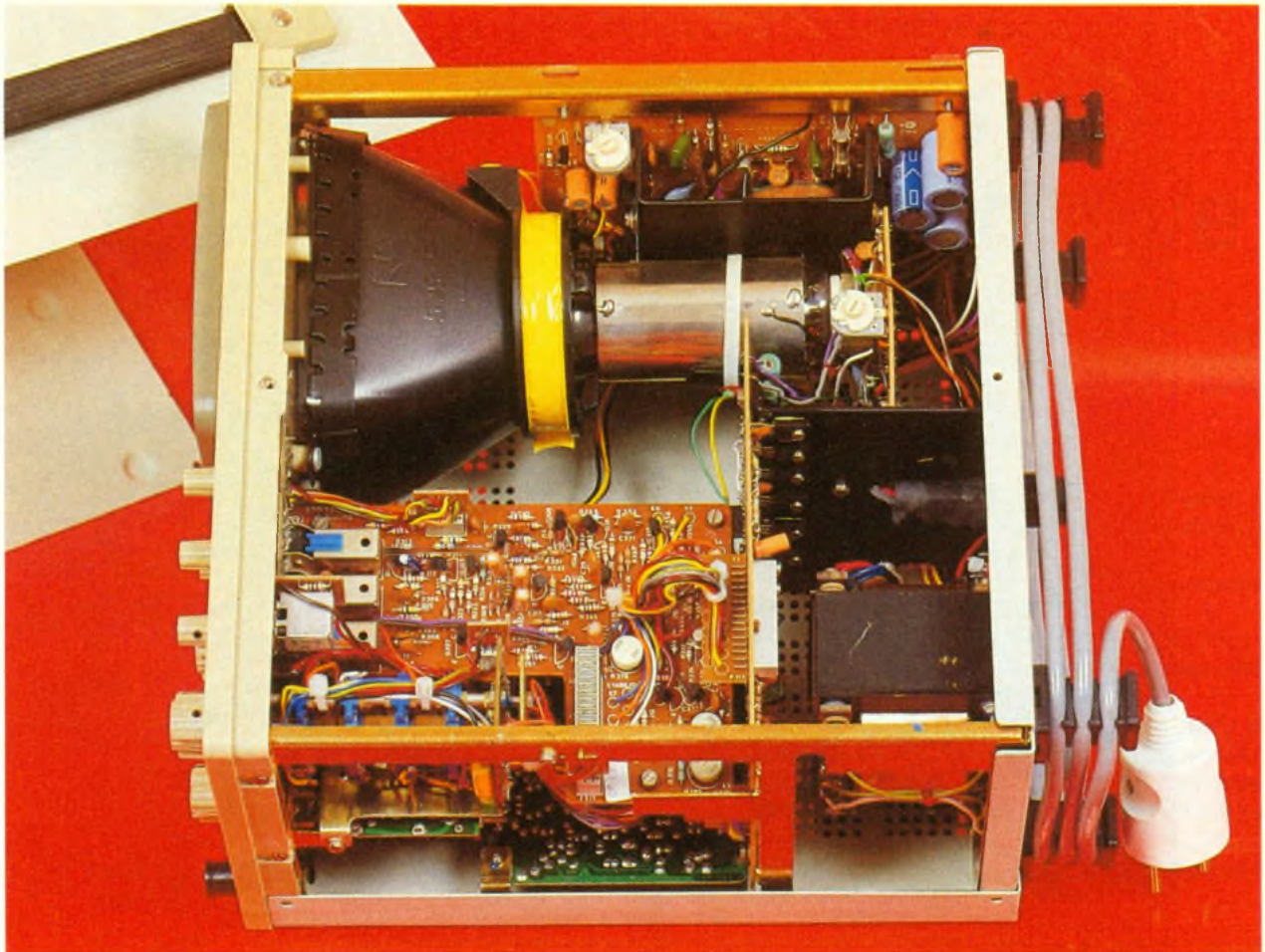


Photo 2. – Vue de l'intérieur du coffret : au second plan se situe le tube cathodique.

couplé au trigger pour extraire la composante de synchronisation. Il devient ainsi possible de déclencher le signal composite vidéo vertical.

La sensibilité atteint 0,4 division de 30 Hz à 2 MHz et 1,5 division de 2 MHz à 10 MHz.

Les sources de déclenchement sont quant à elles au nombre de trois :

INT : dérivée du signal apparaissant à l'écran ;

LINE : dérivée du réseau alternatif sur lequel l'oscilloscope s'alimente. On l'utilise pour les contrôles de ronflement sur les alimentations ;

EXT : dérivée du signal externe appliqué à l'entrée TRIG EXT.

CONCLUSION

Nous avons affaire dans le cas présent à un produit offrant un bon rapport qualité/prix.

Bien que cet oscilloscope de base ne comporte pas certaines commandes comme l'inversion

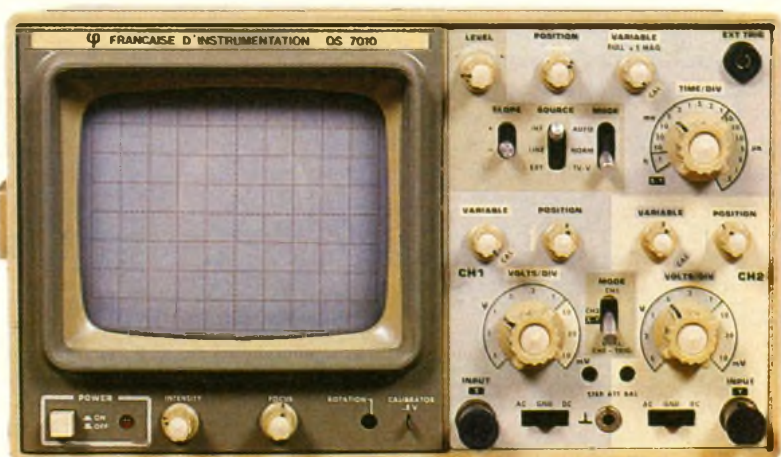


Photo 3. – Aspect des commandes en face avant

de la trace B ou un Hold-Off, l'essentiel a été retenu, faisant de l'OS 7010 un appareil intéressant pour le technicien travaillant en maintenance ou pour le lecteur type d'*Electronique Pratique*.

Ce dernier trouvera dans ce scope un outil pratique pour exercer sa passion. ■

Prix : 1 998 F TTC
 Française d'Instrumentation
 1, rue Eugène-Piat
 10000 Troyes
 Tél. : (16) 25.78.15.55.

SPECIFICATIONS TECHNIQUES

TUBE CATHODIQUE

Type

Rectangulaire 140 mm graticule incorporé

Ecran fluorescent

Phosphore P31 de persistance moyenne

Tension d'accélération

Environ 1,5 kV

Surface d'affichage

8 x 10 div., 1 div = 9,5 mm

Alignement de la trace avec le graticule

Ajustable électriquement par une bobine de rotation

ENTREE VERTICALE

Facteur de déflexion

10 mV à 5 V/div., séquences 1-2-5, 9 positions

Précision du facteur de déflexion

± 4 % lorsque le bouton variable est en position CAL

Ajustement variable continu de la sensibilité

De 1 à 2,5 ou moins de la valeur indiquée sur le cadran

Réponse en fréquence

DC : DC à 10 MHz

AC : 5 Hz à 10 MHz par référence à 50 Hz, 6 div. à 1 mV/div. à - 3 dB

Temps de montée

35 ns ou mieux en parallèle

Impédance d'entrée

1 M Ω , 40 pF environ

Douille d'entrée

Socles BNC

Tension d'entrée maximale permise

350 V (DC + crête AC). Fréquence ne dépassant pas 1 kHz

Couplage de l'entrée

AC, DC ou GND

Intermodulation entre les canaux

Meilleure que 78 dB à 50 kHz

Linéarité

Lorsqu'un signal de 2 div. est déplacé verticalement par la commande position V, l'amplitude reste de 2 div. ± 0,15 div.

Modes de fonctionnement

CH1 : CH1 seul

CH2 : CH2 seul

Double : ALT/CHOP selon la position du commutateur TIME/DIV

CHOP : CH1 et CH2 sont présents alternativement à la vitesse de 200 kHz environ
Mode CHOP : 0,1 s à 0,1 ms/div.

ALT : CH1 et CH2 sont balayés alternativement

Mode ALT : 50 μ s à 0,5 μ s/div

ENTREE HORIZONTALE

Temps de balayage

0,5 μ s/div. à 0,1 s/div. TV-H (10 μ s/div.)

Séquences 1-2-5, 17 calibres

Précision du temps de balayage

± 5 %

Commande variable en position CAL

Disponible

Amplification du balayage

5 fois

Précision du balayage (amplifié)

7 % excepté les deux derniers calibres

CIRCUIT DE DECLenchement

Sources de signal Trigger

INT, RESEAU EXT

Mode

AUTO, NORM, TV-V

Pente

Positive ou négative

Sensibilité du trigger

30 Hz à 2 MHz 0,4 div. (0,2 V c/c) TV-V div. (0,5 V c/c)

2 MHz à 10 MHz 1,5 div. (0,75 V c/c)

Les valeurs entre parenthèses sont celles du trigger externe

Impédance d'entrée externe

500 k Ω ou plus, couplage AC

Tension d'entrée max. permise

350 V (DC + crête AC). Fréquence ne dépassant pas 1 kHz

FONCTIONNEMENT X-Y

Mode

CH1 axe des X (horiz.) CH2 axe des Y (vert.)

Sensibilité

10 mV/div. à 5 V/div. 9 pas séquences 1-2-5

Précision de sensibilité

± 5 %

Réponse en fréquence

Axe des X : DC à 500 kHz

Axe des Y : DC à 10 MHz

Par rapport à 1 kHz 6 div. (- 3 dB)

Différence de phase

X - Y

3° ou moins à 10 kHz

CALIBRATEUR D'AMPLITUDE

Tension de sortie

0,5 V crête/crête

Signal carré

Fréquence

Fréquence du réseau

ALIMENTATION SECTEUR

Tension réseau

230 V ± 10 %

Fréquence réseau

50/60 Hz

Consommation

Environ 30 VA

LOGIC-11



Nous traiterons, dans ce chapitre, de l'analyse et de la mise en œuvre d'un verrou D et d'une bascule D. Nous présenterons également les circuits qui intègrent ces nouvelles fonctions séquentielles de base et procéderons à plusieurs manipulations. En cas de problème de compréhension, il sera utile de relire le précédent volet.

INTRODUCTION

Elle permet de nous rafraîchir la mémoire et d'effectuer la transition sur un nouveau type de verrou. La figure 1 indique le schéma de la structure, sur laquelle on reconnaît un verrou RS (réalisé avec des portes OU-NON). Pour rappel, les sorties Q et /Q changent d'état selon R et S, soit $Q = \phi$, $/Q = 1$ pour $RS = 1\phi$, $Q = 1$, $/Q = \phi$ pour $RS = \phi 1$, $Q = q$, $/Q = /q$ (mémoire) pour $RS = \phi\phi$ et cas particulier pour $RS = 11$, non précisé sur le symbole car sans intérêt pour l'étude. Dans un premier temps, on analysera le schéma structurel, puis on détaillera les chronogrammes, et vous procéderez enfin à la manipulation.

Le schéma

Dans le précédent volet, on proposait le schéma d'un verrou RSH avec quatre portes ET-NON (verrou /R/S + 2 portes). A titre de manipulation, vous avez expérimenté le verrou RSH, ainsi que la structure identique avec des

quatre portes OU-NON ; pour confirmer vos résultats, on rappelle le fonctionnement : les entrées sont toutes actives à l'état ϕ , on nommerait donc ce verrou /R/S/H s'il le fallait ; ainsi quand $/H = \phi$, l'état des entrées /R et /S modifie les sorties en conséquence. En considérant le schéma de la figure 1, on constate qu'on a réalisé aussi une structure de type RSH (verrou RS + 2 portes ET), associée à une porte NON et n'ayant plus que deux entrées D et H. Analysons donc son fonctionnement, en tenant compte de cette approche qualitative

Comme on a une structure proche de la RSH, H joue donc le rôle d'horloge et contrôle directement la fonction ; l'entrée D n'agira que pour l'état actif de H (verrou transparent) ; il suffit donc de déterminer son état actif, puis de voir l'influence de l'entrée D. Comme H commande deux portes ET, l'état $H = \phi$ force les sorties des portes à l'état ϕ , quels que soient les états des autres entrées, ce qui implique la mémorisation du verrou RS ; l'état actif de H est donc l'état 1. Pour $H = 1$, les équations de R et S deviennent : $R = H * (/D) = /D$ et $S = H * D = D$, dont on remarque aussitôt la complémentarité. Si le signal $D = 1$, $R = \phi$, $S = 1$, le verrou est mis à 1 ; si $D = \phi$, $R = 1$, $S = \phi$ ce qui remet à zéro le verrou. Ainsi quand $H = 1$, l'état de D impose celui de la sortie Q, et /Q en est le complément ; le verrou est en mémoire uniquement pour $H = \phi$, et on remarque que l'état $R = 1$, $S = 1$ n'apparaît jamais, donc la sortie /Q est toujours le complément de Q.

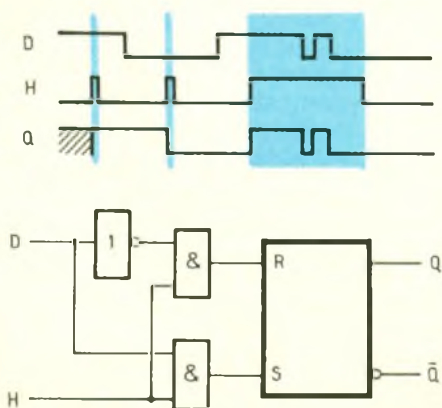
Chronogrammes

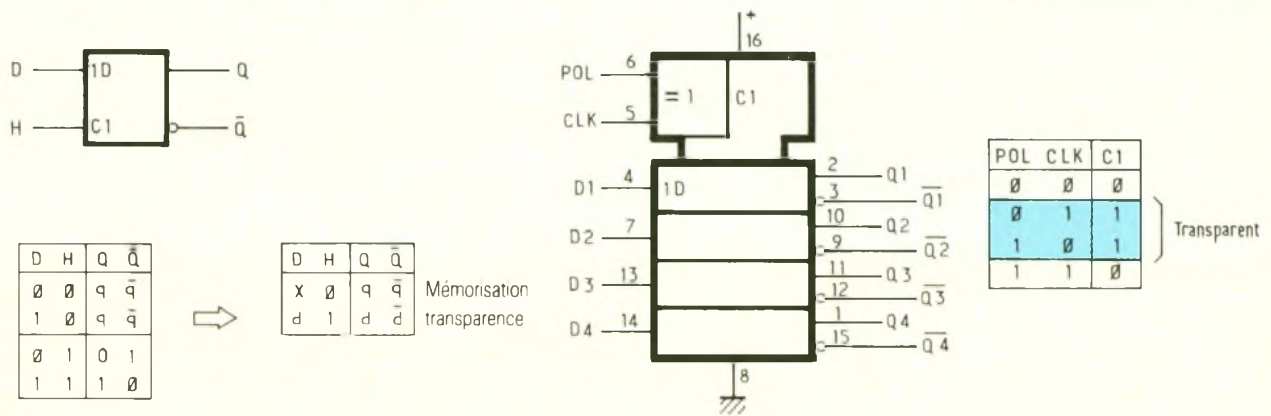
On propose les signaux D et H, en figure 1, appliqués sur la structure étudiée, et il convient de déterminer l'évolution de Q. Comme H agit à l'état 1, on repère ces états et on grise les zones sur les graphes. On sait qu'en dehors de ces zones, l'état de Q est mémorisé, alors que dans ces zones, l'état de Q est fixé par l'entrée D. Au début, assimilé à la mise sous-tension, comme $H = \phi$, $Q = X$ (indéterminé \rightarrow on trace les deux états, reliés par des hachures), état mémorisé jusqu'au basculement de H.

A la première impulsion $H = 1$, D est à l'état 1, donc Q passe à 1 et reste dans cet état jusqu'à l'impulsion suivante. A ce moment, $D = \phi$, donc la sortie Q passe à ϕ et mémorise cet état quand H repasse à ϕ . Pour la troisième impulsion de H, l'état de D varie et a une influence directe sur la sortie ; quand $D = 1$, $Q = 1$ et $Q = \phi$ pour $D = \phi$; il suffit de recopier le signal D en Q pour la durée de l'impulsion H (verrou transparent) ; le dernier état de Q est mémorisé quand H repasse à ϕ . La sortie /Q n'est pas représentée, comme /Q reste le complément de Q.

Manipulation

Vous mettez en œuvre ce montage en utilisant deux circuits (un 4001 pour le verrou RS et la porte NON, un 4081 pour les portes ET), et le module LO-1 (paru dans un précédent numéro d'EP) pour fixer les états d'entrée (poussoir pour H) et visualiser ceux des sorties et points intermédiaires. La manipulation





consiste à reprendre chronologiquement les états des chronographes de D et H et de constater l'évolution des sorties : mettez sous tension et remarquez l'état aléatoire de Q et /Q ; fixez D = 1, la sortie ne change pas ; agissez sur le poussoir H, la sortie est maintenant à l'état 1 ; modifiez D, soit D = ∅, la sortie ne change pas ; action sur H, la sortie bascule à ∅ ; si vous agissez à nouveau sur H, sans changer D, Q ne change pas d'état, ce qui est normal ; pour la troisième zone des chronographes, il suffit de modifier D tout en gardant le poussoir H actionné. Vous pouvez bien sûr procéder à tous les essais complémentaires qui vous permettront de bien assimiler la fonction.

VERROU D

Voici la synthèse de l'analyse de votre structure précédente et, puisqu'on l'avait voulu ainsi, c'est une fonction séquentielle de base : le verrou D, présenté en figure 2 avec son symbole et sa table de vérité.

Table de vérité

Elle reprend, sous forme de tableau, les constatations de fonctionnement. Ainsi pour H = ∅, que D soit à l'état ∅ ou 1, on est en mémorisation, donc Q = q et /Q = /q. Si H = 1, D modifie les sorties ; ainsi H = 1, D = 1 fixe Q = 1, /Q = ∅ et H = 1, D = ∅ impose Q = ∅, /Q = 1. On obtient donc la première table de vérité qui reprend les quatre combinaisons de D et H. Cette table n'est pourtant pas pratique car, en séquentiel, le nombre de variables d'entrée croissant, il convient

d'exprimer succinctement et clairement les combinaisons caractéristiques. Ainsi les deux premières lignes se résument à H = 1, D = X (état quelconque), Q = q et /Q = /q. Pour les deux autres lignes, comme l'état de la sortie recopie celui de l'entrée D, donc Q = D, on peut donc écrire H = 1, D = d (sa valeur) et Q = d, /Q = /d (notez que l'on reste cohérent en utilisant les lettres minuscules). La sortie /Q est facultative car elle est toujours le complément de Q.

Définition

Pour résumer son fonctionnement, voici une définition du fonctionnement d'un verrou D : « Quand l'entrée d'horloge H est à son état actif, le verrou est transparent, l'état de sortie Q recopie l'état de l'entrée D (et /Q en est le complément) ; quand H est inactif, l'état de Q n'est pas modifié et l'état de sortie, avant la transition de H, est mémorisé. »

Symbole

La fonction D est définie par la lettre D (qui caractérise l'action sur la sortie) sur l'entrée correspondante, dans le cadre. Comme elle est contrôlée par l'entrée H, on ajoute le préfixe 1, ce qui donne 1D, et on repère l'entrée H par 'C1' (C = abréviation de 'Control'), qui indique la relation entre H et D. Les sorties sont placées à droite, le rond de complément les différenciant. Ainsi, comme H est connecté directement à « C1 », le signal est actif à l'état 1, et contrôle l'entrée D (C1 → 1D) qui effectue une fonction D, soit la copie de l'état sur la sortie.

LE 4042

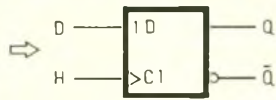
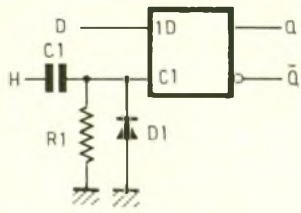
Ce circuit CMOS intègre quatre verrous D, mais avec une commande d'horloge commune particulière. Le symbole et la table de vérité se trouvent en figure 3. On relève également le numéro des broches du boîtier, dont on évitera le report sur un schéma structurel d'application.

Au lieu d'une entrée d'horloge H, le signal de commande des verrous s'effectue sur deux entrées (POL – polarité – et CLK – clock), au travers d'un OU-EXCLUSIF, dont la sortie est l'horloge interne C1 de contrôle des verrous. Ce OU-EXCLUSIF permet le choix de l'état actif de C1. On sait, et la table de vérité le rappelle, que C1 = 1 pour deux combinaisons contraires POL = 1 CLK = ∅ ou POL = ∅ CLK = 1. Normalement, on fixe l'entrée POL à l'état voulu pour définir l'état actif de l'entrée d'horloge (CLK) ; ainsi, si POL = ∅, C1 est actif pour un état 1 de CLOCK, et si POL = 1, ce sera pour CLOCK = ∅. Le fonctionnement du circuit reste identique à celui du verrou D déjà étudié, hormis une horloge commune (CLOCK), dont l'état actif est programmé par l'entrée POL, et la présence de quatre verrous.

Remarquez la construction du symbole : comme il y a quatre éléments identiques, on les superpose dans un cadre gras, en les séparant d'un trait fin. Comme les blocs, sont identiques, seul le premier portera des indications (implicites dans les autres blocs sauf signe contraire). L'entrée Dn est repérée par '1D' comme précédemment, et les sorties sont à droite, différenciées par le rond de complément. Comme les en-

4

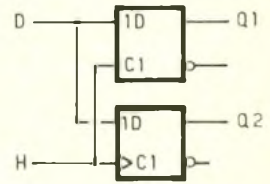
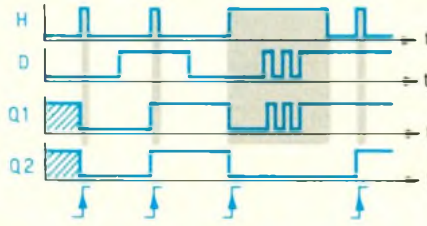
Bascule D.



D	H	Q	Q
d	↑	d	d
X	0	q	q

5

Comparaison.



trées d'horloge sont communes aux quatre éléments, on rajoute un cadre supérieur, en traits gras, de la forme indiquée. On y représente le repère « C₁ », mais comme il est issu d'une relation OU-EXCLUSIF interne entre les deux entrées, on représente le symbole correspondant ; remarquez la disposition adoptée dans ce bloc de contrôle commun.

Mise en œuvre

Procédons à une vérification pratique en utilisant ce circuit. Nous utilisons encore le module LO_1, en appliquant un inverseur à bascule sur l'entrée POL et sur l'entrée CLK et les quatre interrupteurs 'mini-dip' sur les entrées D₁, D₂, D₃ et D₄. On visualise l'état des sorties Q en y plaçant quatre DEL de visualisation, en conservant le même ordre pour la lecture que celui des interrupteurs mini-dip.

La procédure d'essai est la suivante : on place POL = CLK = φ et on met sous tension. Les verrous étant en mémorisation, l'état des sorties est aléatoire. On fixe CLK = 1, en agissant sur les interrupteurs D_n, on modifie respectivement les sorties Q_n. Si on repositionne CLK = φ, ou si on bascule POL = 1 (en conservant CLK = 1), l'état des sorties est mémorisé ; modifiez les états D_n et constatez. Passez à la combinaison POL = 1, CLK = φ pour vérifier la nouvelle correspondance entre D_n et Q_n. En fixant POL = φ, vous pouvez placer en CLK le poussoir qui fournit une impulsion d'état 1 et vérifier l'action de copie-mémorisation à chaque appui. De même, avec POL = 1 et le poussoir fournissant un état bas.

Remarque

Ce type de verrou est utilisé dans les circuits 4514, 4515, 4511 et

MC 14495. Pour différencier les préfixes des autres utilisés dans le symbole, l'appellation « C₁ » devient « C₂₀ » et c'est l'horloge de contrôle qui commande les entrées de préfixe 20, soit « 20D1, 20D2, 20D4, 20D8 » (le suffixe indique le poids des bits) ; l'horloge C₂₀ est donc commune à ces trois entrées qui disposent de verrous D internes. Pour les 4514, 4515, l'horloge (/LE) est active à l'état 1 et on mémorise dans le cas contraire /LE = φ, d'où l'appellation (LE = 'Latch Enable' = validation des verrous = verrouillage). Pour les 4511 et MC 14495, c'est LE, actif à l'état φ, à cause du rond de complémentation (Cf. volet LOGIC-9).

Au niveau terminologie, quand l'horloge est active, on désigne le verrou comme étant dans son état « transparent », alors que dans la phase de mémorisation, il est « verrouillé » sur son état puisqu'il le conserve indépendamment de la variable mémorisée. L'analogie physique est évidente avec le verrou qui ferme votre porte, puisqu'il est ouvert ou fermé, et conserve sa position, l'horloge étant la personne qui l'actionne, la variable mémorisée étant le sens d'action !

BASCULE D

La figure 4 présente la manière par laquelle on va aborder cette nouvelle fonction séquentielle. De par l'appellation, on se doute de l'analogie avec le VERROU D. Aussi on choisit d'effectuer la transition en utilisant un verrou D, câblé pour simuler une bascule D, ce qui nous amènera à présenter le symbole de cette fonction et sa table de vérité. La figure indique cette transition par la flèche entre le schéma de simulation et la nouvelle fonction.

Transition

Le montage utilise un verrou D et un circuit R₁C₁D₁. Comme ce circuit intervient sur l'entrée H, seule modification, il convient de voir son action pour comprendre la modification. Quand H = φ, C₁ est déchargé, il y a un état φ aux bornes de R₁. Quand H passe de 0 à 1, l'évolution est instantanément transmise aux bornes de R₁ ; mais C₁ se charge et l'amplitude aux bornes de D₁ décroît ; on a donc une impulsion d'état 1, de durée $t = 0,7 \cdot R_1 \cdot C_1$ aux bornes de R₁. Quand H repasse à 0, C₁ est déchargé instantanément par D₁ et il y a un état φ aux bornes de R₁ ⇒ au front montant de H, on obtient une impulsion d'état 1 à l'entrée du verrou, donc une recopie fugitive de l'entrée D. Si on considère la durée t très faible, on a l'équivalence fonctionnelle avec une bascule D.

Bascule D

Comme on l'a défini précédemment par l'équivalence fonctionnelle, une bascule D agit sur un des fronts du signal d'horloge. On a choisi le front montant dans l'étude, mais, selon le type de bascule, cela peut aussi être le front descendant. Le symbole de la bascule D est identique à celui du verrou D, hormis le signe supplémentaire dans le cadre, devant C₁. Ce signe (▶) indique un déclenchement par front montant (interne) ; si à l'extérieur du cadre il y a un rond de complémentation, alors le déclenchement s'effectue sur front descendant.

Remarque : en pratique, il faut que l'état de D soit défini à son état voulu, un peu de temps avant le front montant ($t =$ 'set-up time') et conserve cet état encore un peu de temps après ($t_h =$ 'hold time'). La durée

de ces temps est de l'ordre de celui de propagation du circuit (environ 10 ns en CMOS) et correspond au temps t d'acquisition dans la structure équivalente.

Table de vérité

Voici sous quelle forme se présente sa table de vérité : au front montant, l'horloge valide la fonction D, donc recopie de D en Q, de la même manière que l'état sur un verrou D ; on note pour $D = d, H = \nearrow, Q = d, /Q = /d$. Dans les autres cas, donc H à l'état 1, ou ϕ , ou au front descendant, il y a mémorisation, indépendamment de l'état de D ; on note $D = X, H = \phi, 1, \searrow, Q = q, /Q = /q$. Pour résumer son fonctionnement, voici une définition du fonctionnement d'une bascule D, à comparer avec celle du verrou D : « Uniquement au front actif de l'entrée d'horloge H, l'état de l'entrée D est recopié sur la sortie Q (et /Q en est le complément) ; dans les autres cas, l'état de Q n'est pas modifié et est mémorisé. »

Manipulation

Vous utilisez le module LO_1 précédemment décrit. Un interrupteur en D définit son état, un interrupteur à bascule fixe l'état de H, et on visualise l'état de H et les sorties du verrou D. Pour dimensionner R_1 et C_1 , le temps t peut être aussi faible que $1 \mu s$; on choisit par exemple $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ et $C_1 = 1 \text{ nF}$, valeurs courantes. D_1 est une 1N4148. Pour le choix de l'opérateur logique, vous pouvez soit modifier le câblage de manipulation précédente, soit utiliser le pseudo-verrou D de la figure 1.

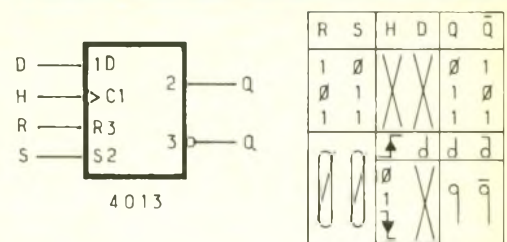
Fixez H à l'état ϕ . A la mise sous tension, l'état des sorties est indéfini. Choisissez un état pour D et basculez l'interrupteur de H (de ϕ à 1). Les sorties du verrou changent aussitôt d'état. En revanche, si vous modifiez l'état de D pendant que $H = 1$ (DEL allumée), vous ne modifiez plus l'état des sorties, preuve de fonctionnement sur front. Basculez H à l'état ϕ et constatez qu'il n'y a aucune action, ni pour la transition $H : 1 \rightarrow \phi$, ni correspondance avec D pendant que $H = 1$ (DEL allumée), vous ne modifiez plus l'état des sorties, preuve de fonctionnement sur front. Basculez H à l'état ϕ et constatez qu'il n'y a aucune action, ni pour la transition $H : 1 \rightarrow \phi$, ni correspondance avec D pendant que $H = 1$ (DEL allumée), vous ne modifiez plus l'état des sorties, preuve de fonctionnement sur front.

Pour le front montant, avec le 4042, fixez $POL = \phi$, connectez CLOCK aux bornes de R_1C_1 . Pour procéder au test sur front descendant, il faut modifier l'état de déclenchement du verrou et le câblage du circuit $R_1C_1D_1$ (connexions R_1D_1 qui étaient à la masse sont au + Vcc, D_1 étant inversée : cathode au + Vcc). Procédez de même pour la manipulation. Une autre solution (sur front descendant) consiste simplement à placer une porte NON entre l'entrée H et le circuit $R_1C_1D_1$.

COMPARAISON

La figure 5 propose la comparaison d'un verrou D et d'une bascule D. Les signaux d'entrée H et D sont communs aux deux fonctions séquentielles et sont définis sur le chronographe. Pour comparer ces deux fonctions, il suffit de comparer les signaux de sortie, Q_1 pour le verrou et Q_2 pour la bascule.

Pour Q_1 , on grise les zones pour lesquelles $H = 1$ et on recopie la valeur de D en Q dans ces zones (verrou transparent). Entre ces

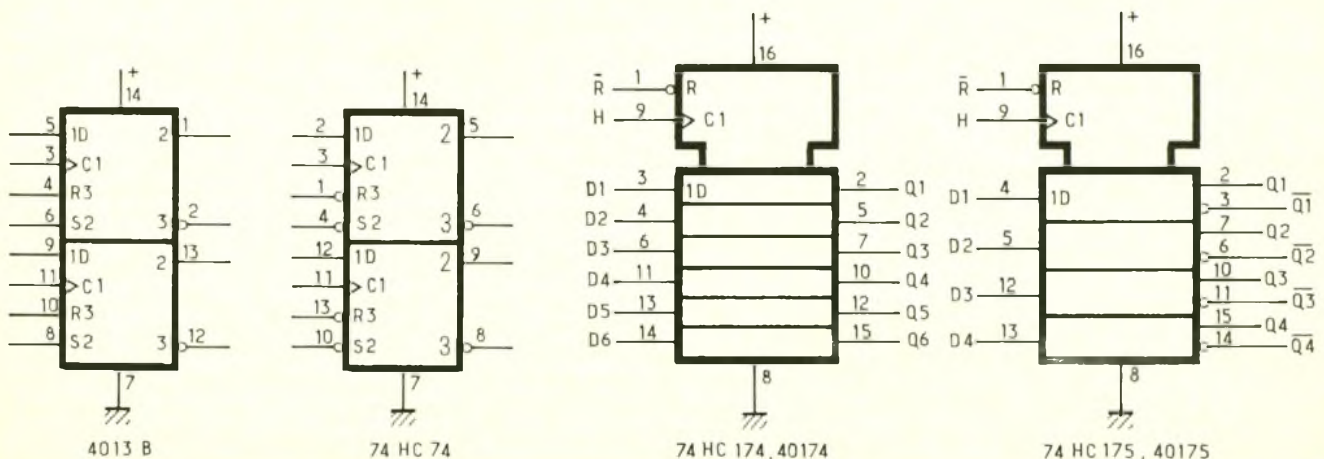


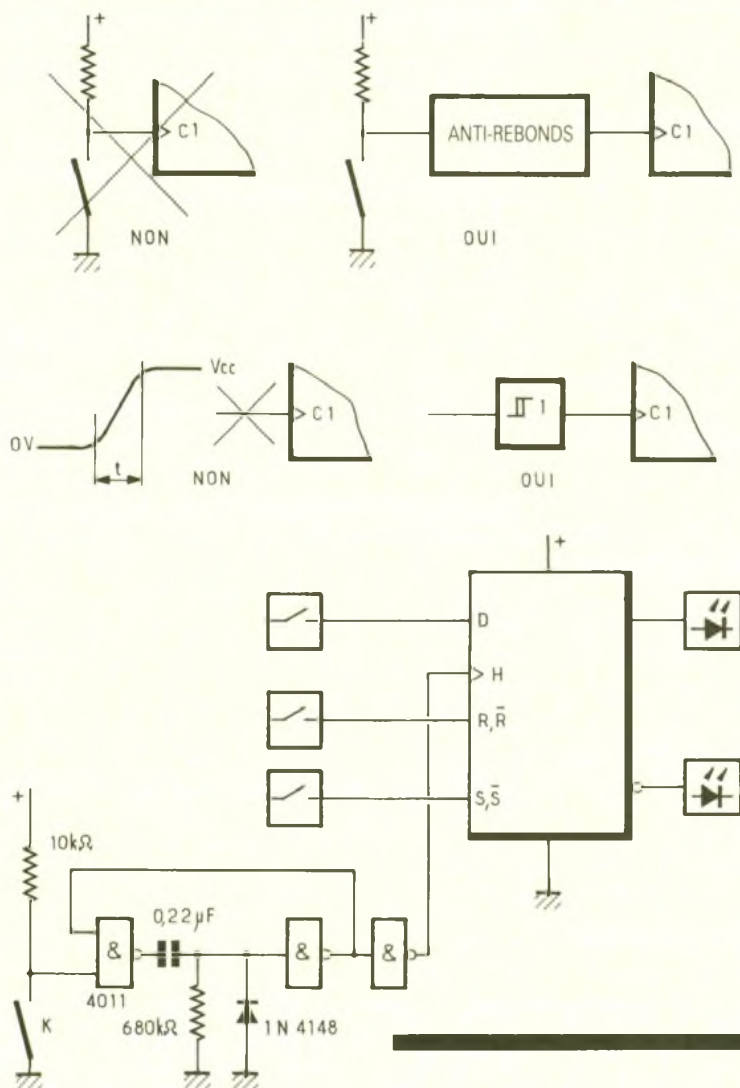
zones, il y a mémorisation de l'état de la sortie. Pour la mise sous tension, $Q_1 = X$ car $H = \phi$. Pour Q_2 , on cherche uniquement les fronts montants de H, pour lesquels on trace des traits fins de correspondance et modifie l'état de Q_2 en correspondance avec D. Pour le reste du temps, il y a mémorisation. A la mise sous tension, on a $Q_2 = X$.

Il suffit maintenant d'observer Q_1 et Q_2 pour remarquer les différences, surtout à la fin de la troisième impulsion. En conclusion, un verrou change d'état pour un état déterminé de H, alors qu'une bascule change d'état au moment du front actif de H. Pour procéder à la mise en œuvre comparative, reportez-vous à la figure 9 pour définir le signal H.

BASCULE D INTEGREE

Une bascule D intégrée possède des entrées supplémentaires, afin de fixer l'état à la mise sous tension ou d'intervenir sur la fonction réalisée. Les entrées d'initialisation sont connectées au verrou RS (interne) de sortie. Dès lors, il est évident que ces entrées auront un rôle prioritaire.





D'ailleurs, à titre d'exercice, vous pouvez réaliser un verrou D, puis une bascule D, sur la base d'une RS à entrées d'initialisation (à portes à 3 entrées) et l'expérimenter.

La figure 6 présente le symbole d'une des deux bascules D qui sont intégrées dans un circuit 4013, ainsi que la table de vérité. On dispose donc des deux entrées D, H qui définissent la fonction, mais aussi d'entrées d'initialisation, repérées R et S. L'action de ces deux entrées est prioritaire à celle des entrées D, H et donc indépendantes de l'horloge H ; on parle de fonctionnement « asynchrone ». Les entrées R et S sont actives à l'état 1, donc le fonctionnement en bascule D n'est effectif que pour $RS = \phi\phi$; pour $RS = 1\phi$, R est actif, donc mise à ϕ de la bascule ; pour $RS = \phi 1$, 'Set', mise à

1 ; pour $RS = 11$, les indices lèvent le conflit, $S_2 \rightarrow Q = 1$, $R_2 \rightarrow /\phi = /Q = 1$. Donc pour les combinaisons $RS = 1\phi, \phi 1, 11$, les sorties sont définies sans tenir compte de H et D. Quand $RS = \phi\phi$, on a le fonctionnement en bascule D, donc $Q = d, /Q = /d$ au front montant de H (► C₁) et $Q = q$ (mémorisation) dans les autres cas, comme indiqué sur la table de vérité.

CIRCUITS INTEGRES

La figure 7 présente les symboles des circuits usuellement utilisés quand on recherche une fonction bascule D. Le premier, le 4013 intègre deux bascules identiques, et on vient d'en définir le fonctionnement. Le second circuit, 74HC74, est identique au 4013, hormis le brochage et les états actifs des entrées /R /S (ronds de complément). Le 40174 (CMOS), ou 74HC174 (QMOS), intègre six bascules D qui possèdent une entrée d'horloge commune, active au front

montant, mais également une entrée d'initialisation asynchrone (= prioritaire) commune, /R, active à l'état bas. En sortie, on ne dispose que d'une sortie Qn par bascule, par souci d'intégration. En fixant $/R = \phi$, toutes les sorties Qn sont à ϕ indépendamment de H. Remarquez le symbole qui différencie ces deux signaux communs. Le 40175, ou 74HC175, ressemble aux 40174, 74HC174, hormis le nombre de bascules – quatre au lieu de six – et les sorties Q qui sont également disponibles. En exceptant les signaux de contrôle (H, /R) le 4074 est très proche de son homologue « verrou », 4042. Les numéros des broches du circuit sont repérés autour du symbole.

PRECAUTIONS

Voici deux premières précautions à garder toujours à l'esprit lors de mise en œuvre de circuits en logique séquentielle

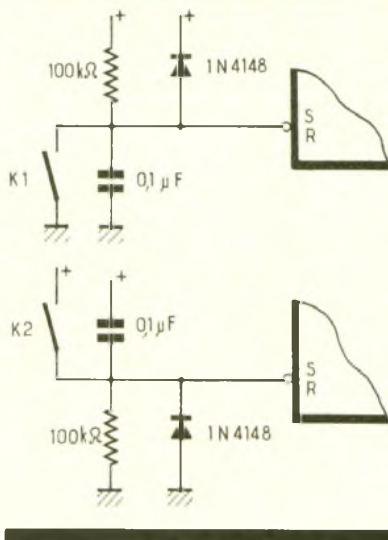
À l'entrée d'un opérateur logique déclenché par front, on doit avoir un signal exempt de parasites. Ainsi, on ne peut connecter directement un interrupteur, sans l'associer à un circuit antirebond. Un rebond ou parasite peut être assimilé à une succession aléatoire d'impulsions d'horloge. Le circuit antirebond peut être le montage à verrou RS, mais il nécessite un inverseur (moins facilement disponible en poussoir). Une autre solution, à monostable, est proposée en figure 9, avec l'avantage d'utiliser un interrupteur.

De même, le temps d'évolution du signal H est critique pour le fonctionnement. Si le temps t ($t = t_r$, 'rise time', pour déclenchement sur front montant ; $t = t_f$, 'fall time', pour front descendant) est trop long, le circuit oscille autour du point d'action de l'entrée d'horloge (seuil logique et rétro-réaction) et il peut donc y avoir de multiples déclenchements. Si le signal d'horloge n'est pas fourni directement par une porte logique, il convient d'intercaler une porte détection de seuils ('trigger') et c'est souvent une règle systématique. Note : certains constructeurs (RTC...) intègrent un étage 'trigger' à l'intérieur de leur circuit, mais on préférera respecter cette règle.

MANIPULATION

La figure 9 propose le montage à adopter pour la mise en œuvre de bascules. Les signaux D, R (ou /R), S (ou /S) sont fournis par le module LO_1, le signal H est fourni par un monostable dont le schéma est proposé avec les composants choisis, la durée est proche de 100 ms et permet de fournir une impulsion (état 1) exempte de rebonds au circuit ; on peut augmenter ce temps en augmentant le résistor de 680 kΩ ou le condensateur non polarisé de 0,22 μF. La visualisation des états de sortie se fait sur les DEL du module LO_1, avec lequel on peut également visualiser l'impulsion H.

Pour vérifier le fonctionnement d'un circuit, reprenez les cas de la table de vérité : commencez par les entrées asynchrones d'initialisation (test : mise à 1, mise à φ, conflit), puis par le fonctionnement séquentiel (entrées initialisation inactives). Vous pouvez tester le fonctionnement des circuits proposés en figure 7 et comparer avec le verrou de la figure 3.



INITIALISATION DOUBLE

La figure 10 propose deux circuits qui permettent de fournir une impulsion à la mise sous tension, ou manuelle, à n'importe quel moment, en actionnant le poussoir K. L'opérateur partiel permet de savoir dans quels cas les utiliser : le premier (K₁) pour

une impulsion d'état φ, le second (K₂) pour une impulsion d'état 1 (mais on peut aussi utiliser le premier montage suivi d'une porte NON !).

A SUIVRE

Dans le prochain volet, nous mettrons en œuvre la bascule D dans plusieurs montages typiques et réaliserons le module LO_5 qui sera utilisé afin de faciliter les manipulations séquentielles. D'ici là, vous pourrez expérimenter les nouveaux acquis de ce volet

P. WALLERICH

EXPOTRONIC

LES JOURNÉES DE L'ÉLECTRONIQUE

L'électronique avait grand besoin de se manifester vis-à-vis de son public.

Les Journées de l'Électronique combleront le vide existant puisque cette manifestation s'adresse à tous les amateurs débutants ou techniciens chevronnés.

L'objet d'EXPOTRONIC est de créer une vitrine exceptionnelle de tout ce qui se fait en électronique grand public en matière de composants, mesure, outillage, kits, etc.

A cet effet, les exposants présenteront des produits « sélection ou privilège » à des prix particulièrement attractifs.

Le but d'EXPOTRONIC ne s'arrête cependant pas à toutes ces affaires possibles, mais également à la possibilité d'obtenir de

nombreux conseils divulgués par les techniciens de la revue.

ELECTRONIQUE PRATIQUE sera largement représenté sous la forme d'un stand d'animation où les visiteurs pourront monter eux-mêmes des kits électroniques qui leur seront ensuite offerts.

De nombreux collaborateurs de la revue répondront à vos questions concernant nos dernières descriptions.

Ajoutons à ce sujet que les visiteurs pourront également s'abonner à la revue à un tarif préférentiel.

Les organisateurs souhaitent que cet événement devienne un temps fort pour la profession, un lieu de rencontre annuel qui fasse référence.

C'est l'Espace Champerret qui a été choisi pour accueillir cette

manifestation. Situé à Paris, l'accès piéton se réalise au niveau de la place de la Porte Champerret. Un parking souterrain avec accès par les périphériques (station Shell) vous est conseillé.

Votre numéro d'ELECTRONIQUE PRATIQUE comporte une invitation gratuite, elle vous sera réclamée à l'entrée.

(VOIR PAGE 126)

EXPOTRONIC
14, 15 et 16 décembre 1990
Espace Champerret, Paris

