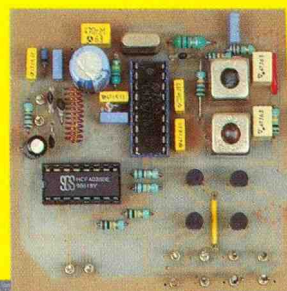
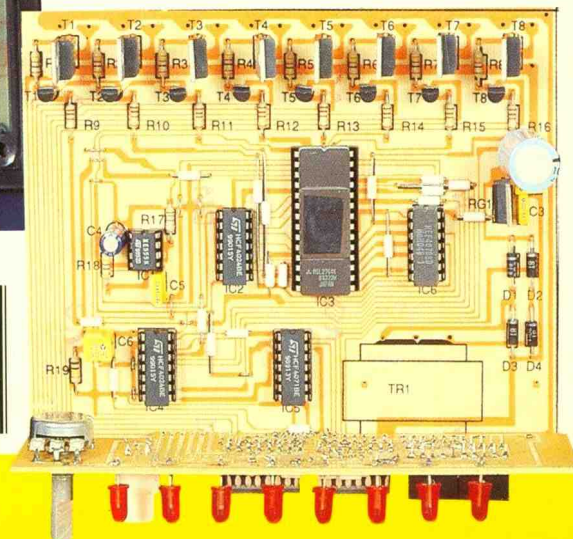
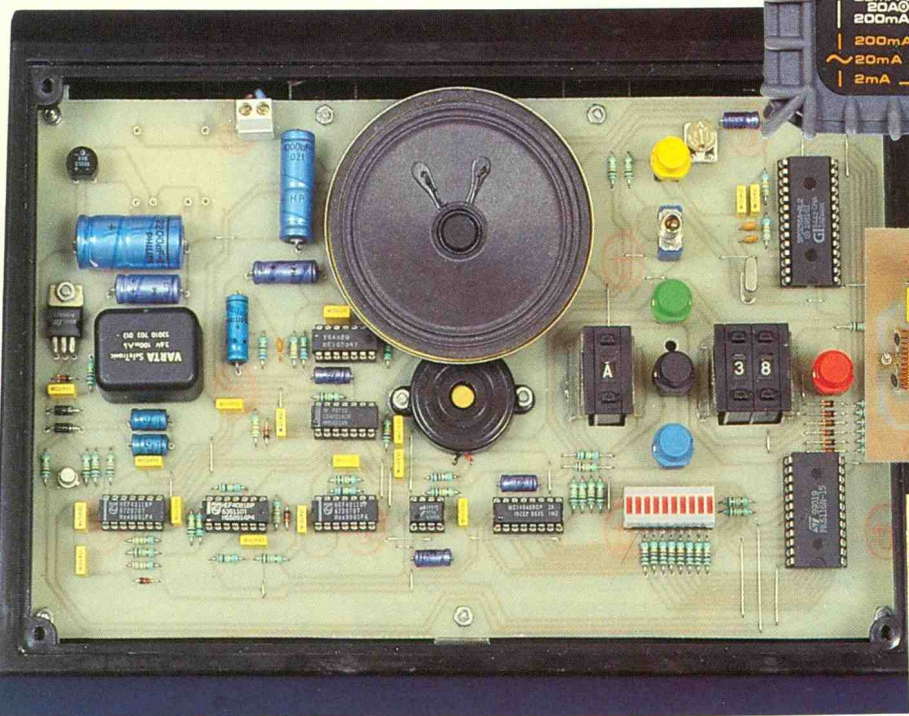


Electronique pratique



- LABORATOIRE DE LANGUE ELECTRONIQUE
- TELECOMMANDE 72 MHz
- JEU DE LUMIERES PROGRAMMABLE
- THERMOMETRE DE BAIN
- COMMANDE NUMERIQUE DE TRAINS
- CONVERTISSEUR HORAIRE
- MAN'X TOP PLUS DE CDA, etc.

Sommaire détaillé page 32

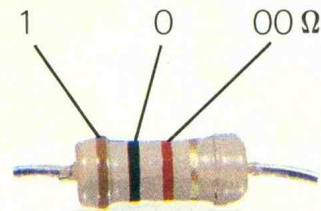


JANVIER 1991

T 2437 - 144 - 22,00 F



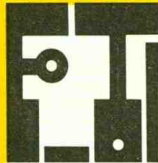
Electronique pratique



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
0	0	$\times 1$
1	1	$\times 10$
2	2	$\times 100$
3	3	$\times 1\,000$
4	4	$\times 10\,000$
5	5	$\times 100\,000$
6	6	$\times 1\,000\,000$
7	7	
8	8	
9	9	

FICHE TECHN



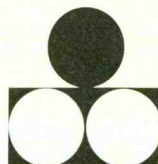
CONFORT



AUTO



JEU



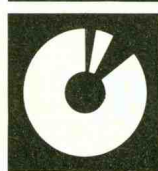
MODELISME



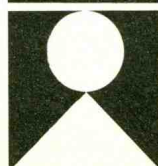
MESURES



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 PGV 220 409 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
Guy Isabel, Robert Knoerr, Philippe Bajcik, Jean-Luc Tissot, Patrice Wallerich 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. 26).

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° 144 – JANVIER 1991

Revue Pdf

REALISEZ VOUS-MEMES

Convertisseur horaire	33	3
Laboratoire de langue électronique	41	10
Jeu de lumières programmable	54	22
Télécommande 72 MHz	72	37
Thermomètre de bain	83	44
Commande de convois ferroviaires (II)	89	49

PRATIQUE ET INITIATION

Multimètre MAN'X TOP PLUS	61	29
Circuits LM 1871 et LM 1872	67	33
Kit TSM chenillard 8 voies	95	54
Logic 12	98	57

DIVERS

Kit audio Blue Sound	78	—
Enquête Lecteurs	79	—
Bibliographie	88	—
Filtres-secteur TSM	102	61

Ce numéro comporte un encart broché de 4 pages « DECOCK ELECTRONIQUE », paginé I, II, III, IV, situé au centre de la revue, pour tous les abonnés et certains départements en messagerie.

UN CONVERTISSEUR HORAIRE MONDIAL



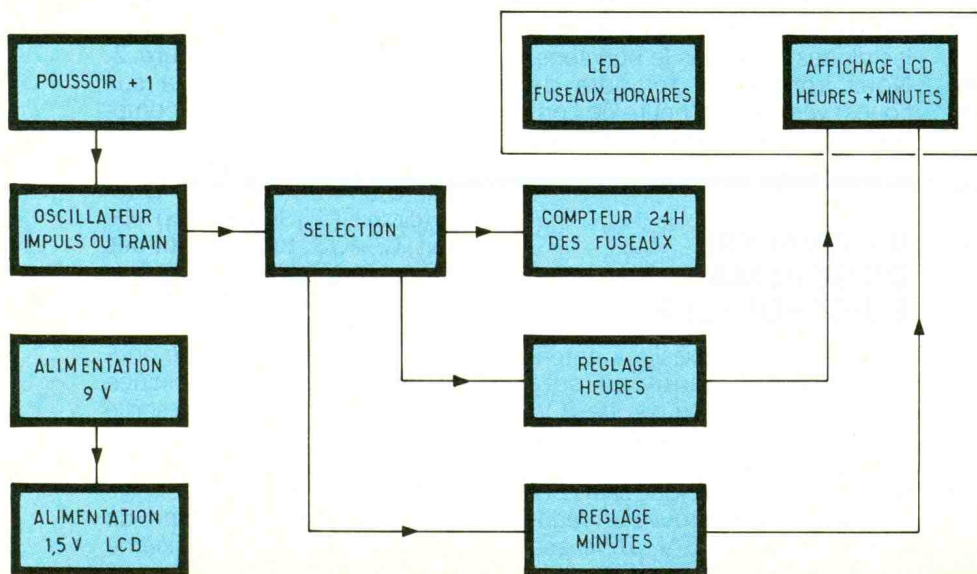
Il est fort simple de construire à partir d'un petit réveil électronique bon marché, à écran LCD, un convertisseur horaire, vous indiquant à volonté l'heure réelle dans n'importe quel point du globe.

Cette maquette vous évitera par exemple de réveiller vos correspondants à l'étranger ou plus simplement vous aidera plus concrètement à imaginer ce que décalage horaire veut dire.

A - PRINCIPE DU MONTAGE

Le globe terrestre est divisé en fuseaux horaires, numérotés habituellement de 0 à 23 à partir du méridien origine de Greenwich, et en marchant toujours vers l'est. Par convention, l'heure correspondant à chaque fuseau est le temps universel augmenté d'un nombre d'heures égal au numéro du fuseau. Bien entendu, lorsque ce total excède 12, il faut, en outre, retrancher un anti-

partie de son territoire. Si cela ne pose guère de problème pour la France, on imagine aisément le décalage que l'on trouve entre la façade atlantique et pacifique des Etats-Unis (entre New York et Los Angeles par exemple). Il



existe encore de nombreuses complications par suite de l'usage de l'heure d'été.

En résumé, il faut 24 heures pour effectuer le tour de la terre. Et si l'on prend par exemple Tokyo par rapport à Paris, on observe une avance de 8 heures : il est 2 heures du matin au Japon lorsqu'on affiche 18 heures en France. Vers l'ouest, on devra retrancher les heures, et c'est ainsi que les USA ou le Canada sont en retard sur nous. Si vous voulez souhaiter un bon appétit à votre oncle d'Amérique, vous pourrez le faire vers 18 heures, toujours de Paris. Le découpage exact du monde en fuseaux horaires est plus compliqué qu'il n'y paraît. Consultez votre annuaire téléphonique pour découvrir les différentes zones mondiales. N'espérez

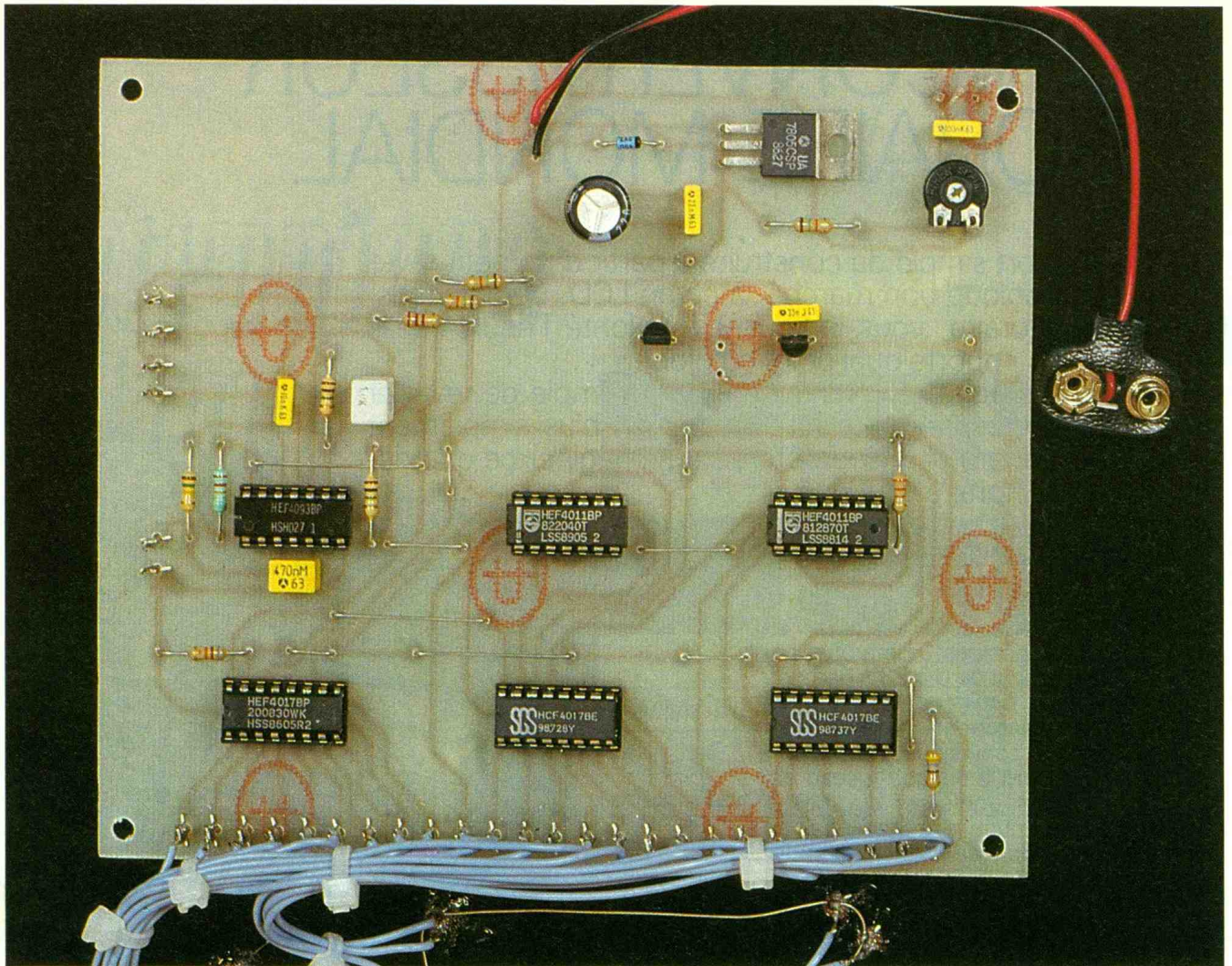


Photo 2. – Vue du circuit imprimé, côté composants.

tout de même pas faire des économies, car le tarif des communications téléphoniques avec l'étranger est particulier et ne présente pas de réductions par tranches horaires ou hebdomadaires.

En adaptant un petit réveil à cristaux liquides maintenant disponible partout à un prix dérisoire, nous simplifions grandement la réalisation de la maquette. Il n'y aura plus à se soucier de l'alimentation qui pourra sans peine se contenter d'une simple pile. A l'aide de quelques diodes électroluminescentes disposées judicieusement et rappelant quelques grandes capitales caractéristiques des fuseaux mondiaux, nous allons éviter d'avoir à tourner un commutateur à 24 positions ! Un simple compteur électronique se chargera de visualiser sur notre planisphère la ville ou le pays convoité.

Il reste bien sûr, à chaque fois, à modifier l'heure sur le petit réveil, et c'est chose facile si l'on songe au poussoir de remise à l'heure.

Nous ne toucherons pas aux minutes, optant ainsi pour des heures entières, comme c'est la règle. Chaque action sur un poussoir de commande ajoute une heure à l'heure locale française et fait avancer les LED... vers l'est, c'est-à-dire vers le soleil levant. Notre compteur ne comptant que dans un sens, il est obligatoire de veiller à allumer les diodes LED dans le bon sens. Nous irons donc toujours de l'ouest vers l'est : l'heure de Londres est celle de Paris diminuée d'une heure.

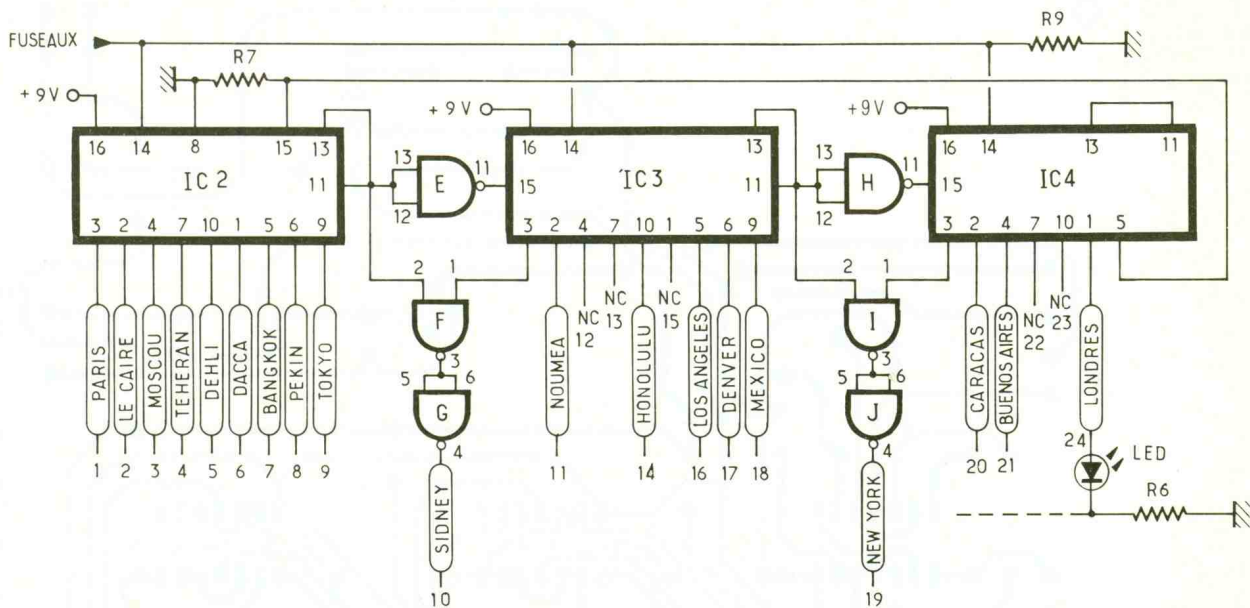
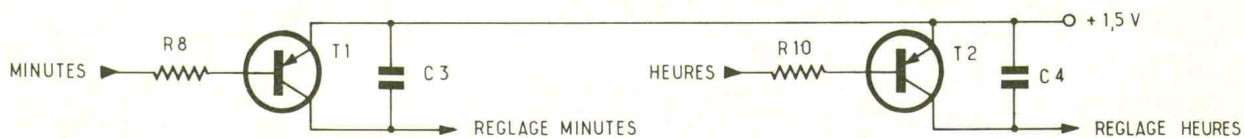
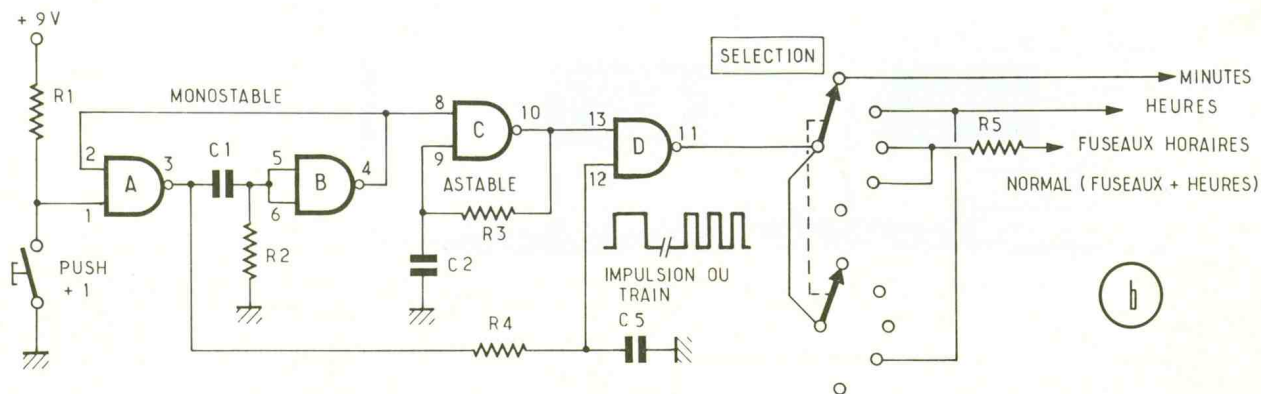
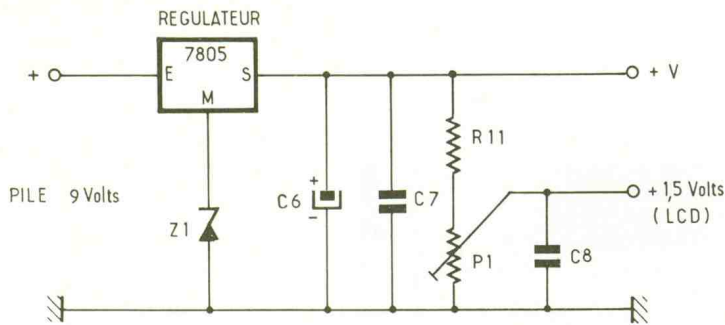
B – ANALYSE DU SCHEMA ELECTRONIQUE

Comme nous le laissons entendre déjà, l'alimentation sera confiée à une petite pile de 9 V. Toutefois, le réveil ne nécessite qu'une tension de 1,5 V (pour notre prototype en tout cas). Sur la **figure 2a**, on retrouve un régulateur positif de 5 V, rehaussé par la valeur de la Zener Z₁. Une

tension de 8 V environ est disponible au point + V. Avec la résistance R₁₁ et l'ajustable P₁, on forme une espèce de pont diviseur pour récupérer très simplement une tension de 1,5 V. Naturellement, si vous deviez obtenir une tension différente pour le réveil retenu, il vous sera facile de modifier le réglage de P₁ en conséquence. Le reste du schéma se trouve à la **figure 2**. La solution retenue est la suivante : une suite de trois compteurs décimaux devra allumer l'une des 24 LED représentant chacune un fuseau horaire différent (circuit IC₂, IC₃ et IC₄). Ce circuit C/MOS très connu des lecteurs est très simple à utiliser et fonctionne de la façon suivante : l'une des dix sorties est toujours haute, et à chaque nouvelle impulsion positive appliquée sur l'entrée horloge 14, la sortie suivante passe à 1. A la condition toutefois que la borne de validation 13 soit basse, ce qui est précisément le cas si la borne de sortie 11, c'est-à-dire la dixième sortie, n'est pas haute.

2a-2b

Alimentation et section-comptage des fuseaux.



La borne 15 de remise à zéro du premier circuit IC₂ est forcée à la masse à travers la résistance R₇. A la mise sous tension, si la sortie 3 de IC₂ est haute par exemple, on pourra voir s'illuminer la LED Paris, que nous avons choisie verte. La première impulsion positive parvenant à la borne 14 (notée fuseaux) fera avancer le premier compteur seulement. En effet, la borne 15 des autres circuits est maintenue à l'état haut

en raison des inverseurs E et H, constitués à chaque fois par une simple porte NAND. La dixième sortie du schéma est obtenue d'une manière quelque peu particulière et toujours à l'aide de quelques portes NAND : F et G réalisent ici une fonction AND. Il faut noter qu'à cet instant le comptage sur le premier compteur est bloqué, et qu'il n'est donc plus sensible aux diverses impulsions positives qui lui par-

viennent, car sa borne 13 est haute. Le reste du circuit fonctionne de la même manière, sauf que, de temps en temps, on trouve une sortie non utilisée et notée NC. Elle correspond simplement à des fuseaux non habités et plus particulièrement à des océans. Ainsi, après Nouméa en Nouvelle-Calédonie, trouve-t-on deux fuseaux vides, c'est-à-dire sans aucune ville ou pays connu. La traversée de l'Atlantique don-

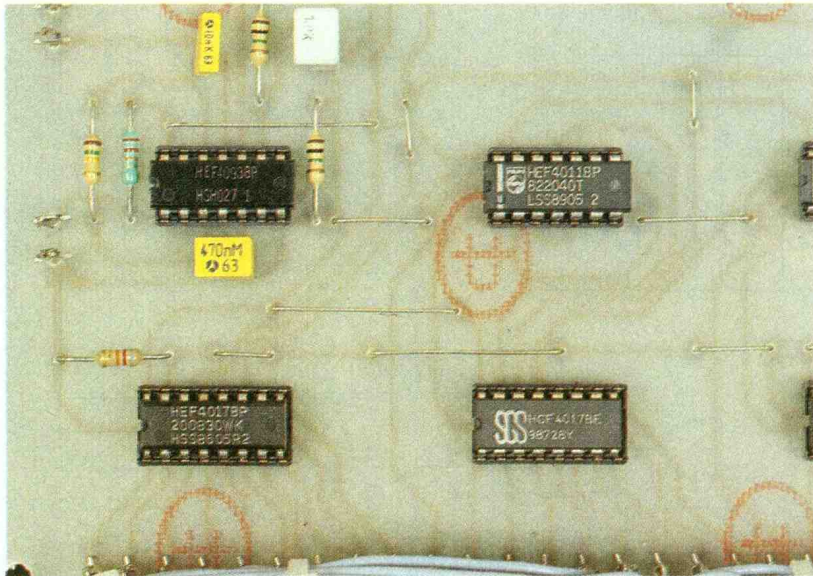


Photo 3. - La maquette n'utilise que des circuits CMOS, bon marché, ne consommant que peu d'énergie.

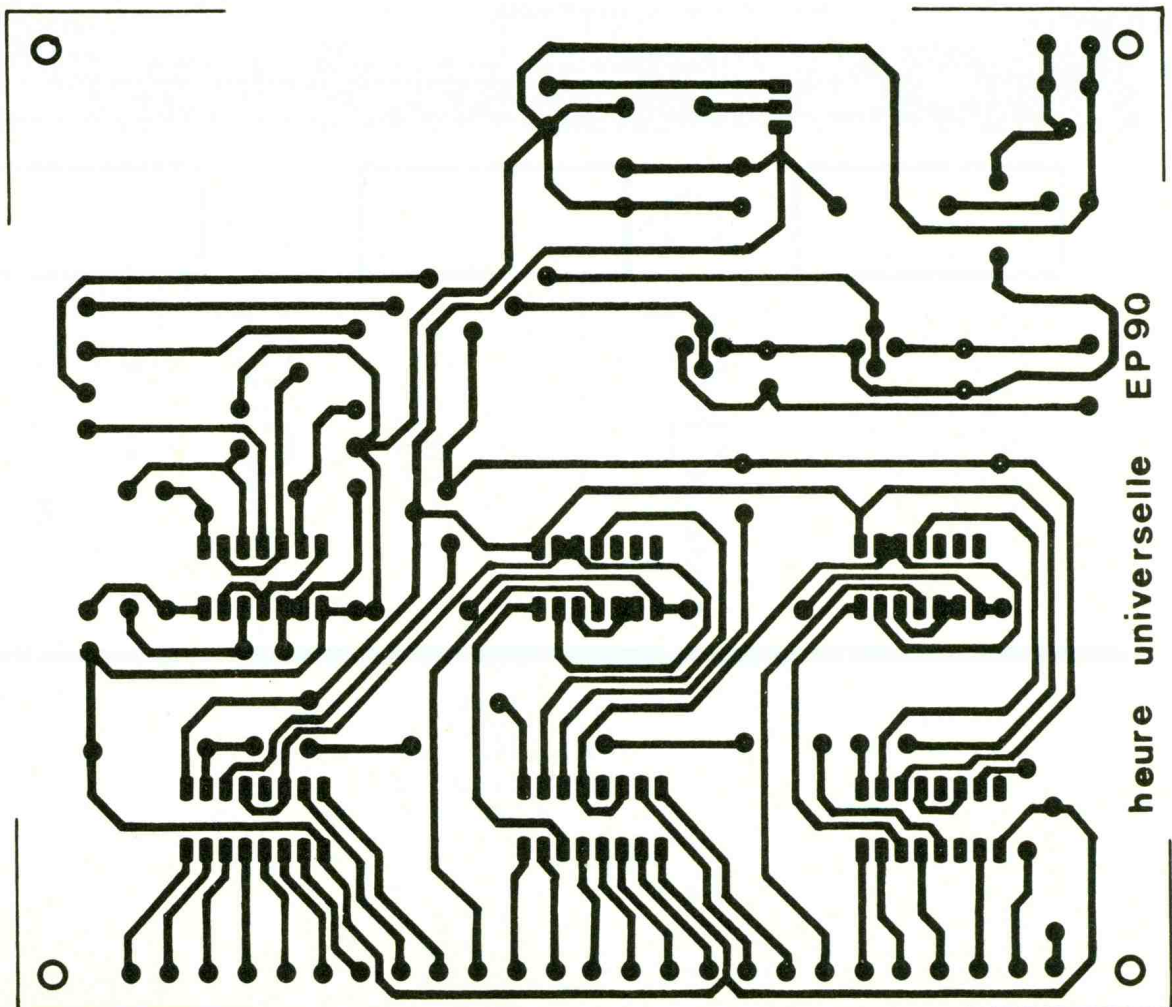
nera lieu à ce vide géographique. La sortie 1 de IC₄ commande Londres, qui est précisément le fuseau 0 ou heure d'origine. Le fuseau suivant nous amène à Paris et c'est la sortie 5 et IC₄ qui se

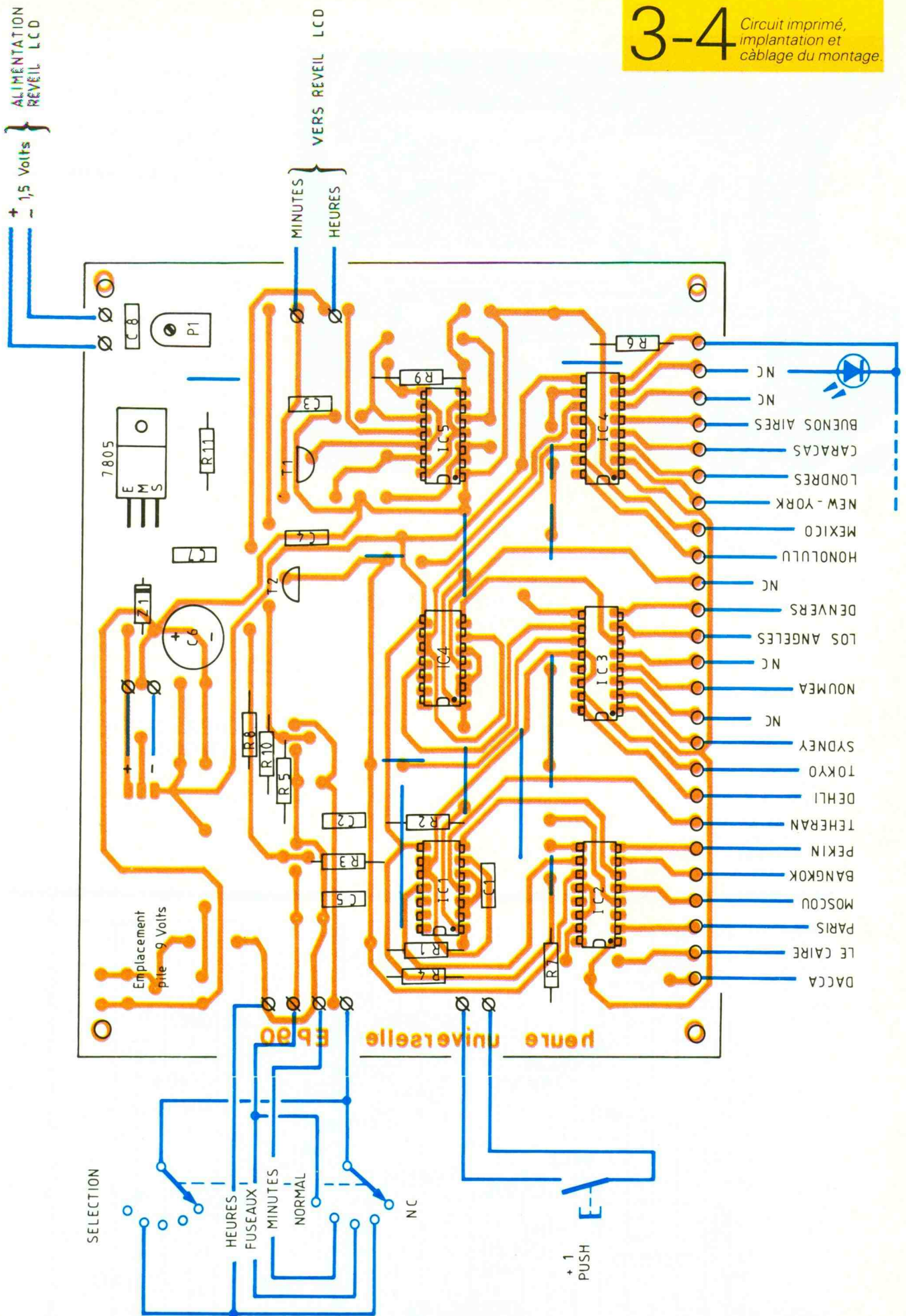
charge de la remise au départ du circuit IC₂.

Bien que, sur bon nombre de réveils, on trouve à présent une répétition automatique des touches après un délai réglable,

nous avons voulu offrir ce confort aux lecteurs qui ne parviendraient pas à dénicher une horloge disposant de cette particularité. Le poussoir noté + 1 déclenche une bascule monostable classique constituée autour des NAND trigger A et B. Le délai généré dépend à la fois du condensateur C₁ et de la résistance R₂. Ce signal bref valide à son tour l'astable lui faisant suite. Mais grâce à la porte D, la sortie est bloquée pendant toute la durée du monostable. Si l'appui sur le poussoir est bref, on ne trouve à la sortie qu'un signal unique, donc un front montant unique sur les compteurs.

Si l'action est plus longue et maintenue, l'astable est revalidé au bout d'un moment et la sortie 11 de la porte D délivre un signal carré rectangulaire, dont la fréquence dépend à la fois de C₂ et de R₃. La résistance R₄ et le condensateur C₅ inhibent les rebonds présents si l'on relâche le poussoir. Un seul circuit intégré C/MOS 4093 assure à lui tout





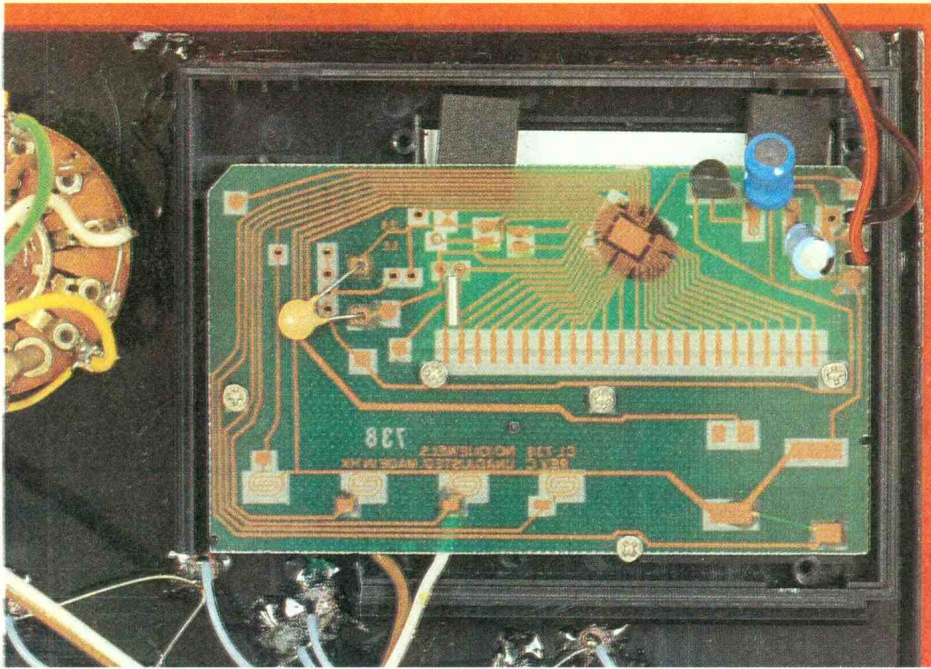


Photo 4. – Vue de dessous du réveil utilisé.

seul ce montage fort pratique (voir APPLICATIONS C/MOS de P. Wallerich aux éditions ETSF). Sur l'horloge que vous souhaitez modifier se trouve sans doute un poussoir heures et un autre pour les minutes. Nous allons remplacer ces commandes par un simple transistor commandé lui aussi par notre circuit d'entrée, délivrant, on l'a vu, une impulsion ou un train d'impulsions. Le commutateur de sélection se charge d'aiguiller les créneaux ou impulsions soit vers les heures, soit vers les minutes, soit vers les diodes LED des fuseaux ou enfin à la fois vers les fuseaux et les heures pour un fonctionnement normal.

Les transistors T₁ et T₂, de type PNP, remplacent donc les poussoirs de mise à l'heure.

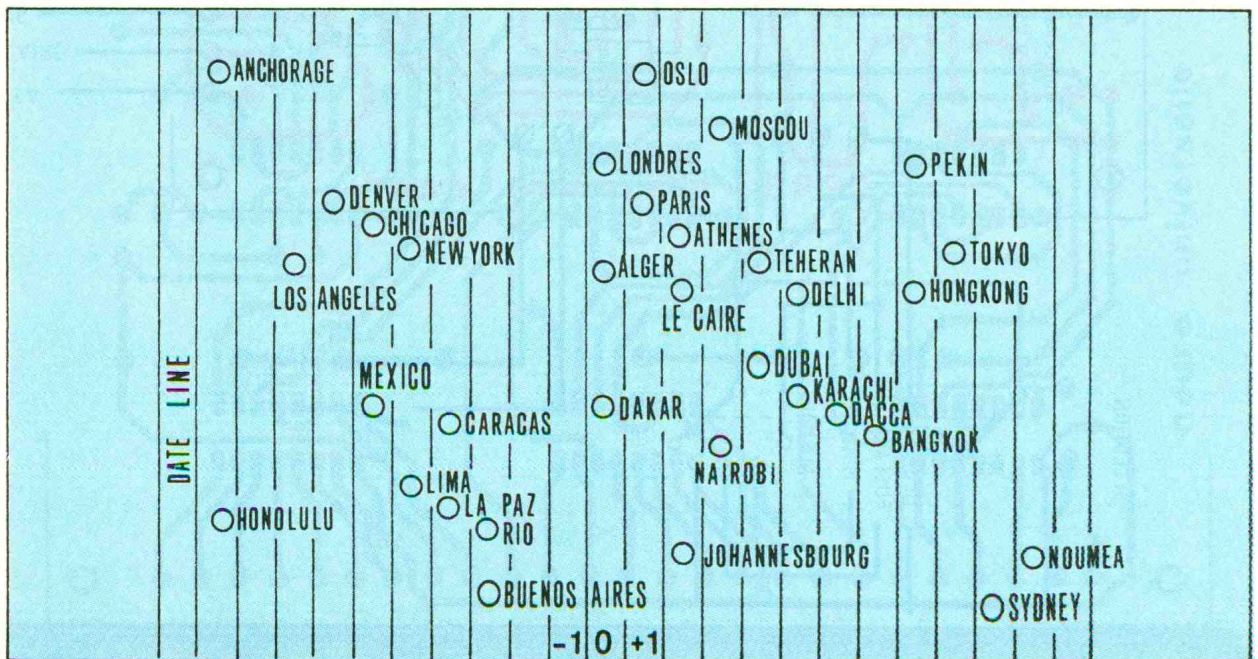
C – PREPARATION DU REVEIL

Précisons de suite au lecteur intéressé qu'il trouvera un grand choix d'appareils satisfaisants dans de nombreuses boutiques. Si vous disposez d'un modèle différent de l'auteur, quelques petites manipulations préalables seront à effectuer. Prenez votre réveil et regardez tout d'abord quelle est sa tension d'alimentation : il suffit souvent de compter le nombre de piles, et l'on trou-

vera sans doute 1,5 ou 3 V. Ouvrez délicatement l'appareil, et repérez soigneusement le plus et le moins de l'alimentation. Si votre réveil possède un interrupteur noté Set, c'est très simple : ce contact sera purement et simplement **shunté** pour être actif en permanence, car nous devons rester constamment en mode réglage. Repérez ensuite les poussoirs des heures et des minutes et essayez de voir où ils sont reliés sur le circuit imprimé. Assurent-ils une mise à la masse ou une mise au plus comme c'est le cas sur notre maquette ? On pourra ensuite décortiquer l'appareil et ne garder que le strict minimum. Soudez deux fils pour l'alimentation et deux autres pour les heures et les minutes. Une fois trouvés, ces points seront testés à l'aide d'un simple fil volant pour faire avancer les heures et les minutes. Vous pouvez également opter pour le fait de maintenir en service les poussoirs d'origine. Dans ce cas, prévoyez tout de même un contact bipolaire pour envoyer les signaux de commande à la fois sur les heures et sur les LED.

D – REALISATION PRATIQUE

La face avant du coffret est importante, car elle porte toutes les diodes LED et les diverses indications. Nous vous proposons en annexe le dessin à l'échelle des



5 Ce gabarit de perçage à l'échelle 1, pourra être réalisé à l'aide d'un circuit imprimé en époxy.

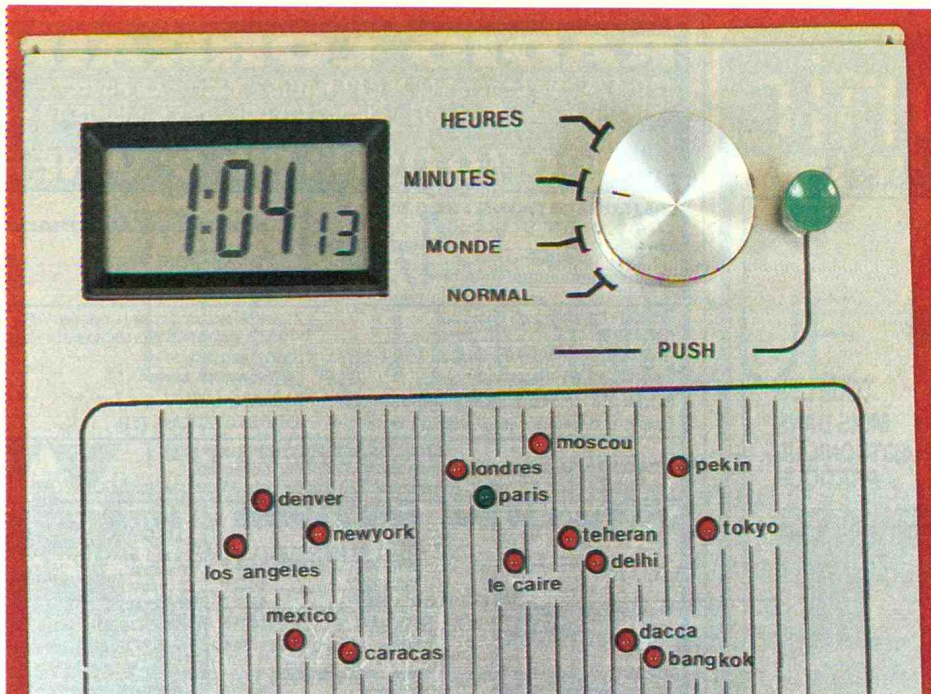


Photo 5. - Gros plan de la face avant.

diverses villes, qui vous servira éventuellement de gabarit de perçage. Plusieurs villes peuvent éventuellement être choisies dans chaque fuseau, à la condition de monter en série les Led correspondantes.

Le tracé du cuivre est donné à l'échelle 1 à la figure 3. La méthode photographique semble bien adaptée ici. La mise en place des composants débute par celle des quelques straps, suivie par celle des résistances, puis des supports de circuits intégrés. Des picots à souder aideront à relier la plaquette vers les éléments extérieurs au moyen de nombreux fils souples. Soyez attentifs au câblage du commuta-

teur à deux circuits et également, bien sûr, à l'ordre de câblage des diverses LED.

Après le réglage de la tension du réveil LCD par P₁, il n'y aura aucune autre mise au point. L'ensemble doit fonctionner de suite, mais il ne faut pas s'alarmer de l'allumage simultané possible de quelques LED, tout reviendra dans l'ordre après un cycle complet.

Si, lors de son tour du monde en 80 jours, sir Philléas Fog, le héros de Jules Verne, avait pu se douter que, un jour, ses aventures rocambolesques seraient à l'origine d'une petite maquette électronique...

Guy ISABEL

LES COMPOSANTS

Résistances (toutes valeurs 1/4 W)

R₁ : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)
 R₂, R₃ : 1 MΩ (marron, noir, vert)
 R₄ : 150 kΩ (marron, vert, jaune)
 R₅ : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)
 R₆ : 470 Ω (jaune, violet, marron)
 R₇ : 82 kΩ (gris, rouge, orange)
 R₈, R₁₀, R₁₁ : 15 kΩ (marron, vert, orange)
 R₉ : 33 kΩ (orange, orange, orange)
 P₁ : ajustable horizontal 47 kΩ

Condensateurs

C₁ : plastique 470 nF
 C₂ : plastique 1 μF
 C₃, C₄ : plastique 47 nF
 C₅ : plastique 10 nF
 C₆ : chimique vertical 220 μF, 25 V
 C₇ : plastique 22 nF
 C₈ : plastique 100 nF

Semi-conducteurs

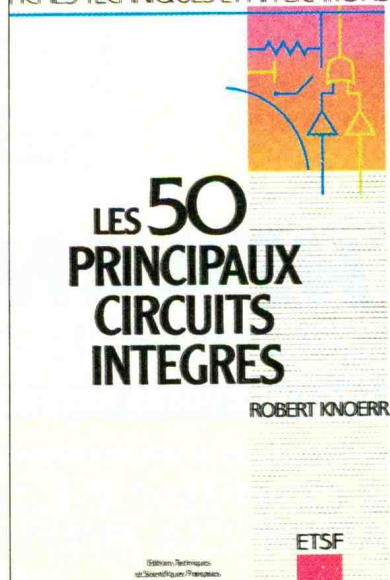
Régulateur 5 V positif 7805, boîtier TO 220
 Z₁ : diode Zener 3,3 V/1,3 W
 IC₁ : portes NAND trigger 4093
 IC₂, IC₃, IC₄ : compteur décimal 4017
 IC₅ : portes NAND 4011
 IC₆ : portes NAND 4011
 T₁, T₂ : transistor PNP BC 327 ou équivalent
 18 LED 3 mm rouge
 1 LED 3 mm verte

Divers

Boîtier Tôlerie Plastique forme pupitre référence PRG1
 Commutateur rotatif 2 circuits 4 positions + bouton
 Poussoir à fermeture miniature
 3 supports à souder 14 broches
 3 supports à souder 16 broches
 Coupleur pression pile 9 V
 Horloge/réveil à cristaux liquides
 Picots à souder, fil souple, etc.

LES 50 PRINCIPAUX CIRCUITS INTEGRES

FICHES TECHNIQUES ET APPLICATIONS



Il existe des dizaines de milliers de circuits intégrés disponibles. Cependant un ouvrage serait à peine suffisant pour tenter simplement de les citer et de les classer. Néanmoins, dans ce foisonnement de fonctions diverses, il ressort un certain nombre de circuits de base dont l'utilisation est plus courante, et il est intéressant d'en connaître l'existence et le fonctionnement.

C'est le but que s'est assigné l'auteur de cet ouvrage. Ce dernier présente ainsi la description et le fonctionnement de 50 circuits intégrés courants, dont la caractéristique d'être disponible auprès des fournisseurs n'est certainement pas la moindre.

De plus, chaque circuit étudié se trouve systématiquement accompagné d'un ou plusieurs exemples d'application pratique. Enfin, l'auteur s'est véritablement efforcé de rester concret, en laissant de côté les explications souvent abstraites et complexes que l'on trouve habituellement dans certains ouvrages traitant du même sujet.

E.T.S.F. Prix : 193 F
 Distribution : Editions Radio
 189, rue Saint-Jacques
 75005 Paris

UN LABORATOIRE DE LANGUE ELECTRONIQUE



I - LE PRINCIPE

a) La gestion du synthétiseur (fig. 1)

Le cœur du montage est bien entendu le SPO 256 piloté par une mémoire statique de 16 K. Le montage comporte une alimentation issue du secteur mais la mémoire statique est sauvegardée par une mini-batterie dès que l'on débranche.

La mémoire statique est elle-même gérée, au niveau de l'adressage, par un compteur que l'on peut à tout moment, et de façon manuelle :

- faire avancer rapidement,
- faire avancer pas à pas,
- remettre à la position zéro.

La position binaire du compteur est signalée en permanence par les huit LED d'un bargraph.

Deux possibilités principales d'utilisation existent :

- La programmation :

Elle se réalise par roues codeuses ; nous verrons l'organisation de la mémoire statique au paragraphe suivant. La validation d'une adresse s'effectue avec avance automatique sur l'adresse suivante et s'accompagne d'un « BIP » sonore de confirmation.

- La lecture :

Le programme se déroule suivant une vitesse imposée par le synthétiseur lui-même. Après l'intégration des signaux émis par le SPO 256 et une amplification convenable, la parole de synthèse est diffusée par un haut-parleur.

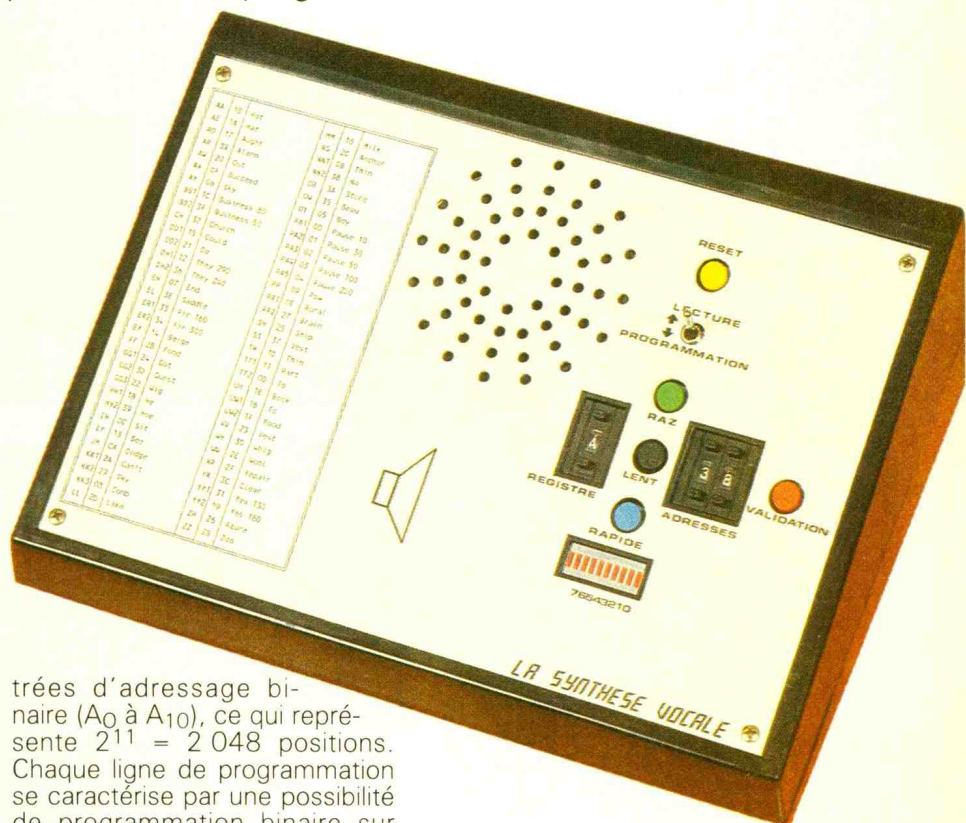
La commande de l'une ou de l'autre de ces deux types d'utilisation est assurée par un inverseur manuel.

b) L'organisation de la mémoire statique (fig. 2)

La mémoire statique utilisée est une mémoire 6116, en quelque sorte l'homologue de l'EPROM 2716. Elle comporte onze en-

Dans nos numéros 141 et 142, nous avons déjà eu l'occasion de présenter le circuit de synthèse vocale SPO 256. Il était notamment la pièce maîtresse d'un thermomètre parlant interrogeable par téléphone. Dans cette dernière application, la programmation de la mémoire de commande était relativement figée par la mise en œuvre d'une EPROM.

Le montage du présent article se caractérise au contraire par une totale liberté au niveau de la programmation, grâce à l'utilisation d'une mémoire statique. Celle-ci permet de modifier indéfiniment le programme, de faire des essais, d'écouter, de rectifier, d'affiner pour obtenir des résultats véritablement spectaculaires tout en disposant d'une sauvegarde permanente du programme.



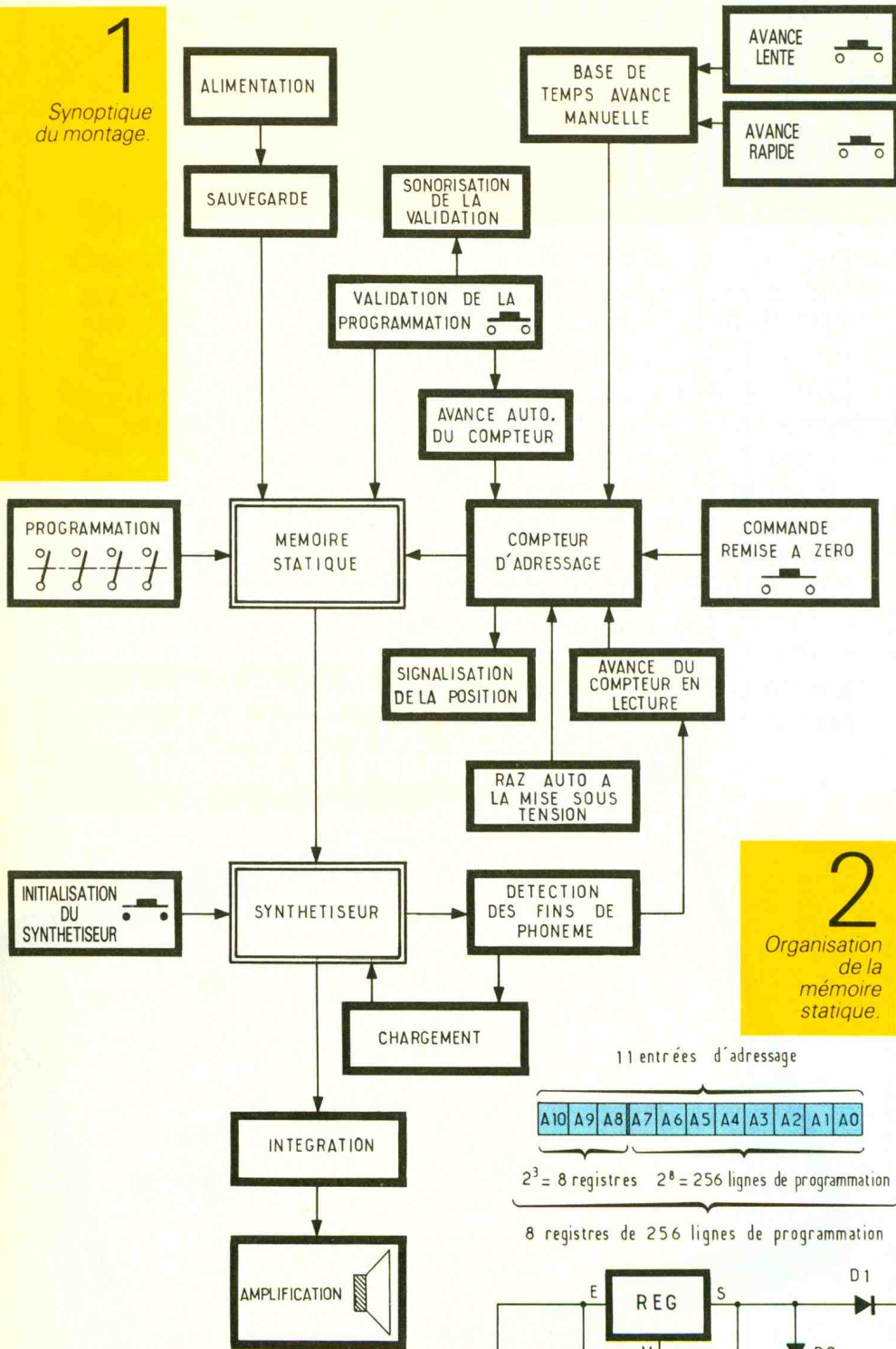
trées d'adressage binaire (A_0 à A_{10}), ce qui représente $2^{11} = 2\,048$ positions. Chaque ligne de programmation se caractérise par une possibilité de programmation binaire sur huit entrées-sorties (I/O_0 à I/O_7), soit $2^8 = 256$ bits. Globalement, la capacité de la mémoire est donc de $2\,048 \times 8 = 16\,384$ bits, soit 16 K.

Les trois entrées d'adressage A_8 à A_{10} sont utilisées pour constituer huit registres ($2^3 = 8$) de 256 lignes de programmation

chacun, matérialisés par les entrées A_0 à A_7 . Il est ainsi possible de prévoir la programmation de huit phrases ou locutions différentes, que l'on pourra « appeler » à la demande par simple changement de registre.

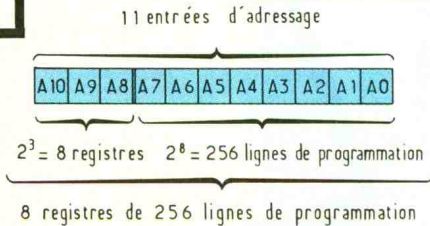
1

Synoptique du montage.



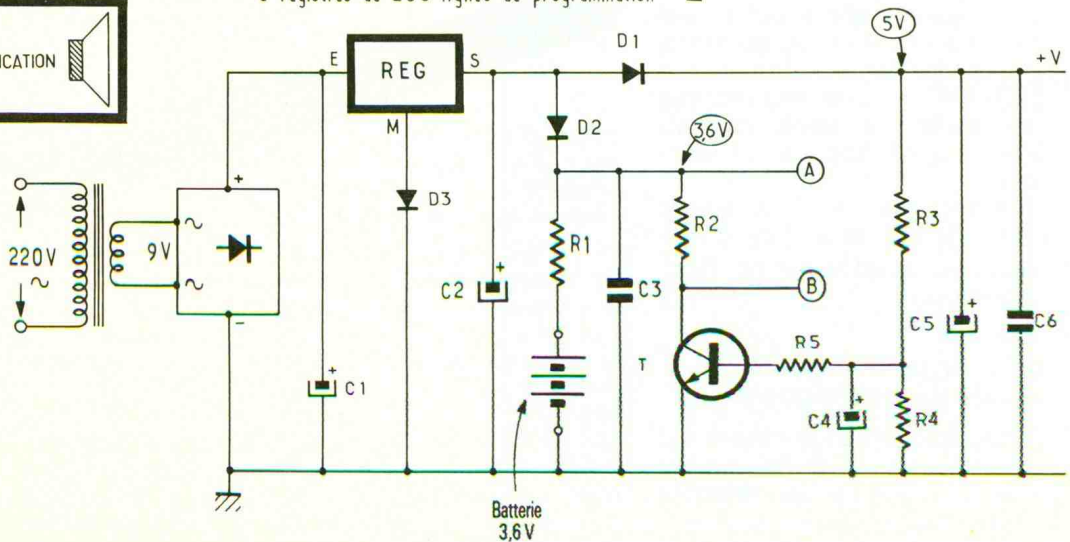
2

Organisation de la mémoire statique.



3

Schéma de l'alimentation et du système de sauvegarde.



Nous verrons ultérieurement que les 64 sons (ou allophones) et pauses du SPO 256 sont accessibles par le moyen d'un adressage hexadécimal allant de la position 00 à 3F ($16 \times 4 = 64$). Il en résulte que nous n'utiliserons que six entrées-sorties de IC7 sur les huit qu'il comporte.

II - LE FONCTIONNEMENT

a) Alimentation (fig. 3)

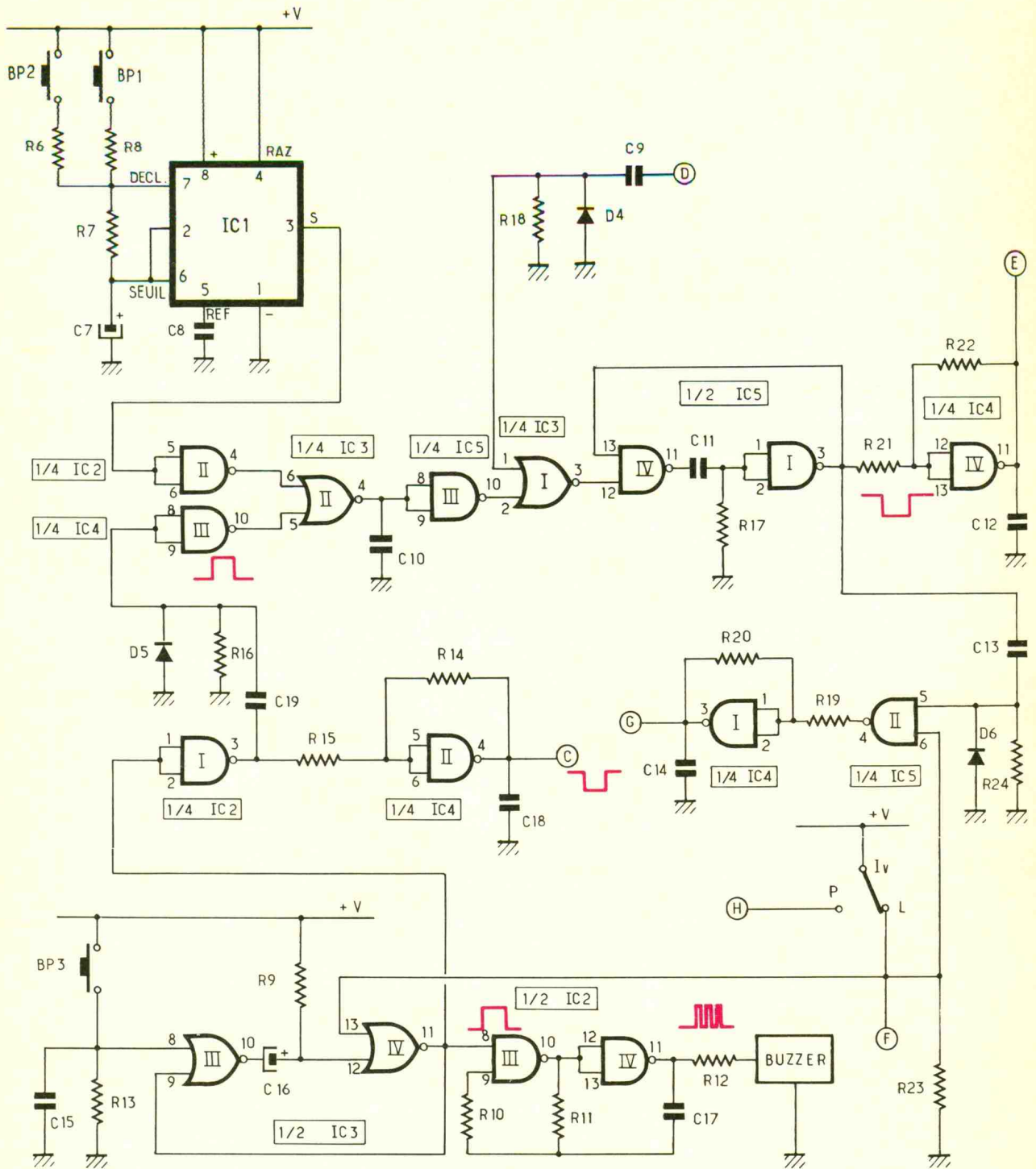
L'énergie est prélevée du secteur par l'intermédiaire d'un transformateur qui délivre sur son secondaire une tension de 9 V. Après un redressement des deux alternances par un pont de diodes, une capacité C1 réalise un premier filtrage. Un régulateur 7805 présente sur sa sortie un potentiel continu de 5,6 V, étant donné la présence de la diode D3 dans la liaison du régulateur avec le « moins ». Après un second filtrage effectué par C2, on enregistre sur l'anode de D1 un potentiel de 5 V, notamment imposé par la mise en œuvre de la mémoire statique. La capacité C5 réalise un ultime filtrage tandis que C6 découple le circuit de l'alimentation.

b) Sauvegarde de la mémoire statique (fig. 3 et 5)

Lorsque le montage est relié au secteur, la batterie de 3,6 V est en charge par l'intermédiaire de D2 et de R1. On note alors à ses bornes un potentiel d'environ 3,75 V pour un courant de charge de l'ordre du milliampère.

4

Gestion des diverses commandes du synthétiseur vocal.



Dans cette situation, le point A du montage est à un potentiel de 5 V, qui assure l'alimentation de IC7.

Le transistor T est saturé étant donné la polarisation de sa base par le pont de résistances R3 et R4. Son collecteur présente donc un potentiel nul : c'est le point B du montage qui est relié à l'entrée C5 de la 6116. Dans ces conditions, cette dernière est opérationnelle soit en lecture, soit en programmation.

Si on débranche le montage du secteur, le transistor T cesse de

conduire, vu que l'anode de D1 passe relativement vite à un potentiel nul. La transition saturation-blocage de T est cependant progressive grâce à la décharge de C4 à travers R5 et la jonction base-émetteur.

Le point B passe alors à un potentiel de 3,6 V, qui est d'ailleurs le même que celui que l'on enregistre au point A et qui est issu de la batterie de sauvegarde.

Dans cette situation, l'entrée C5 de IC7 étant soumise à un état haut, ce dernier se met en position de veille (standby). La pro-

grammation est sauvegardée et la consommation est quasiment nulle (inférieure à 1 μ A !) ce qui confère à l'ensemble une autonomie de sauvegarde de plusieurs dizaines de milliers d'heures.

c) Avance manuelle du compteur d'adressage (fig. 4 et 5)

Le circuit intégré IC1 est un NE 555 monté ici en multivibrateur. Si aucun des deux boutons-poussoirs BP1 et BP2 n'est solli-

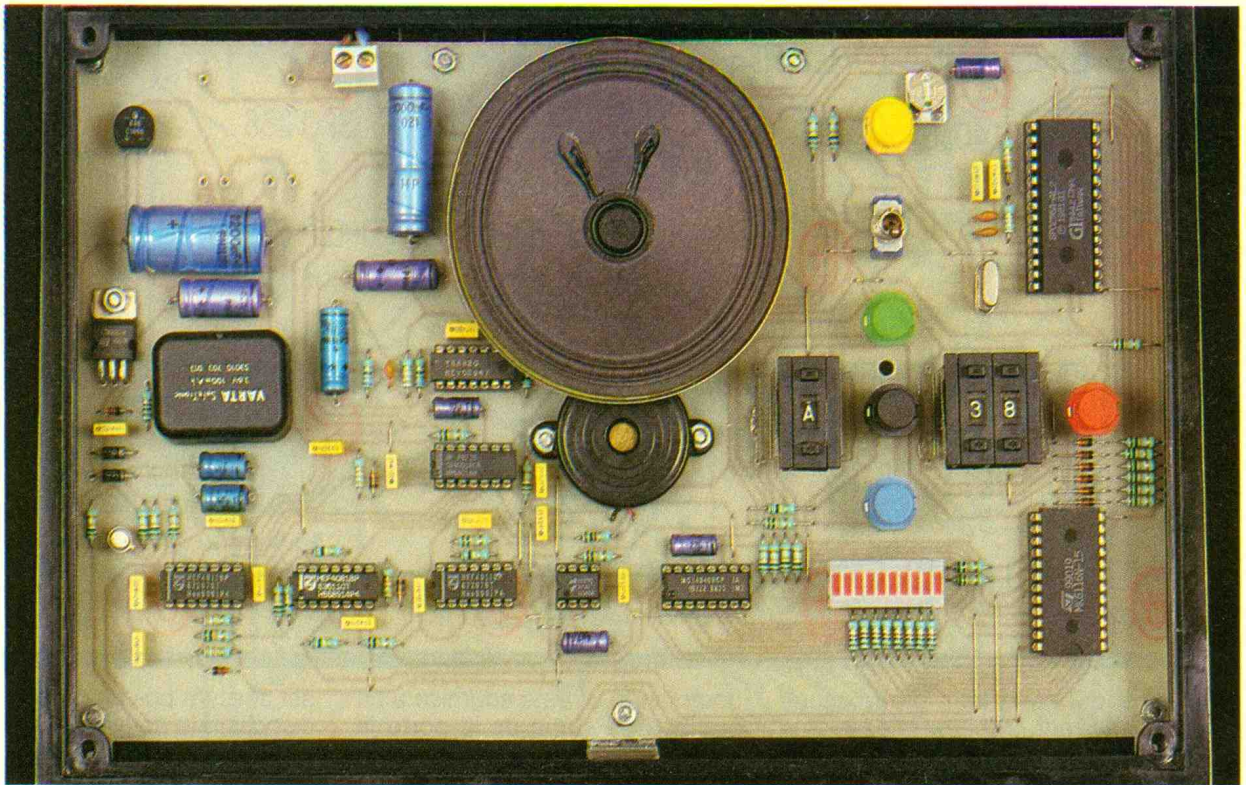
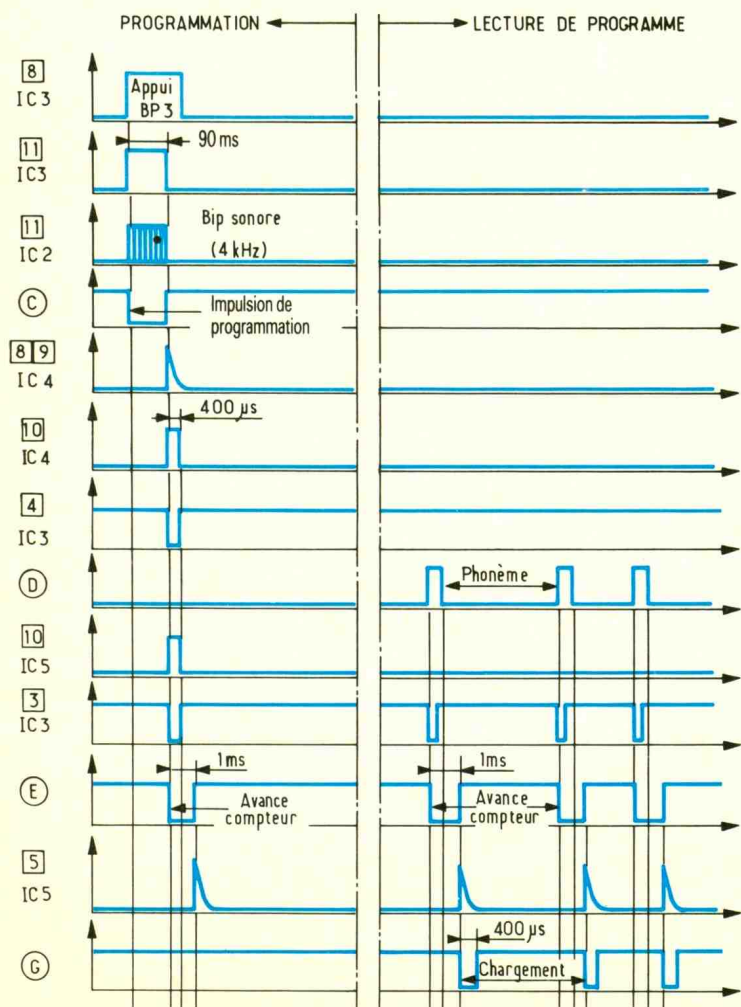


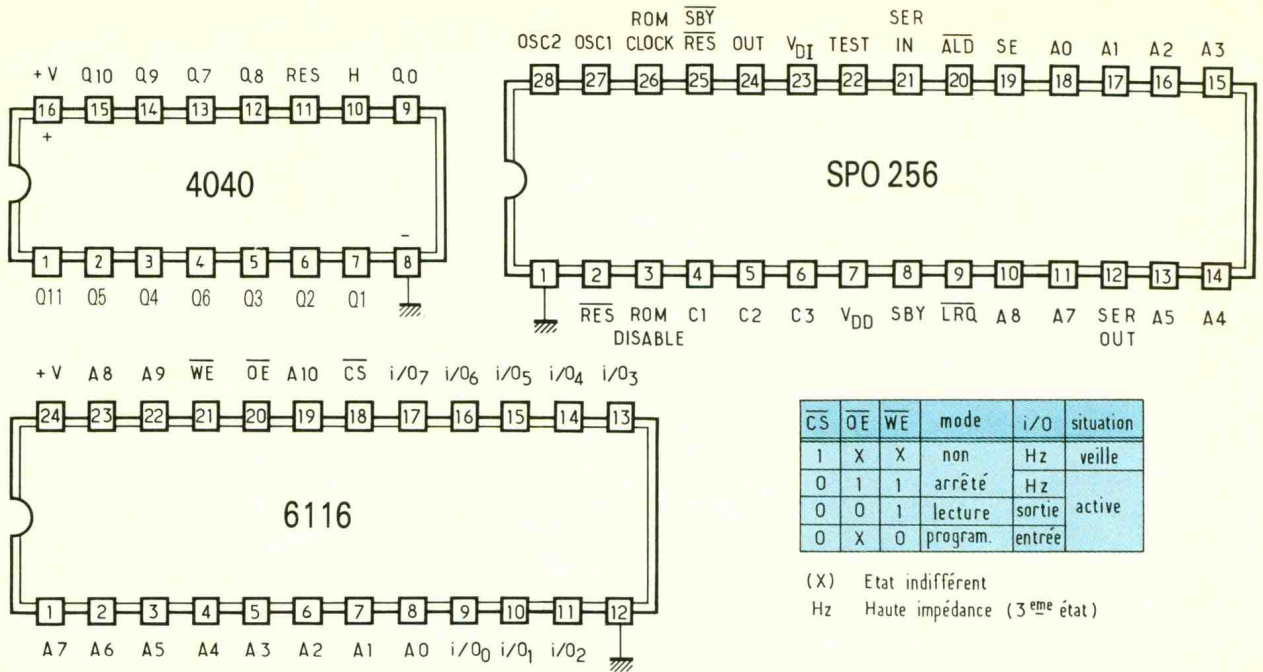
Photo 2. – L'unique circuit imprimé pourra être inséré dans un boîtier Retex Abox Ra2.

6
Oscillogrammes caractéristiques relevés en divers points du montage.



grammation ». En effet, dans le cas contraire, l'entrée 13 de la porte NOR IV de IC₃ est soumise à un état haut permanent, ce qui a pour effet la neutralisation de la bascule. L'impulsion positive délivrée par la bascule est inversée en impulsion négative par la porte NAND I de IC₂. Par l'intermédiaire du trigger AND II de IC₄, ce signal est présenté sur l'entrée WE (Write Enable) de la mémoire statique IC₇. Le tableau de fonctionnement de cette dernière est repris en **figure 7** ; on peut remarquer que l'impulsion négative présentée sur l'entrée WE correspond à l'entrée des niveaux logiques présents à ce moment sur les entrées I/O₀ à I/O₇, dans la mémoire statique, donc à la programmation.

La fin de cette commande de la programmation se matérialise par un front positif sur la sortie de la porte NAND I de IC₂. Celui-ci est aussitôt pris en compte par le dispositif dérivateur que constituent C₁₉, R₁₆ et D₅ (voir les oscillogrammes de la **fig. 6**). Ainsi, à la fin de chaque commande de programmation, on note une brève impulsion positive sur la sortie de la porte AND III de IC₄. Cette impulsion est présentée sur l'entrée 5 de la porte NOR II de IC₃. Il en résulte l'avance d'un

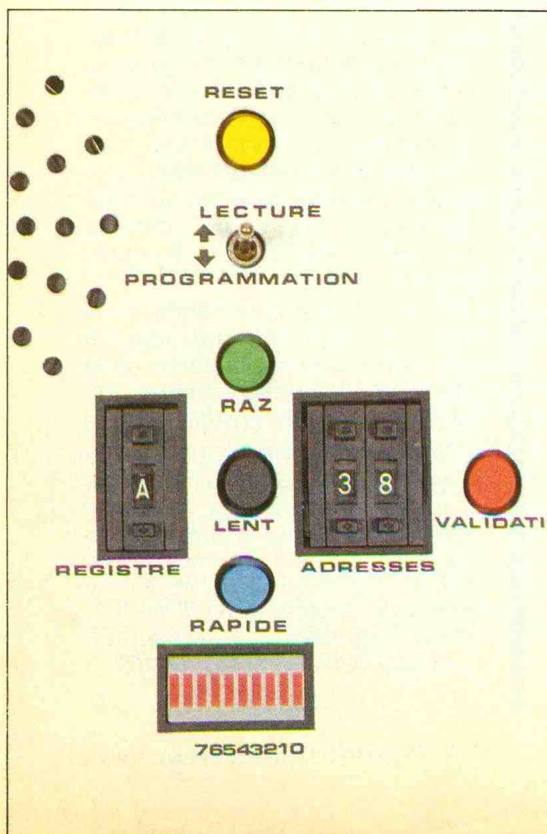


pas du compteur d'adressage IC₆ suivant le même mécanisme que celui déjà décrit au paragraphe précédent. Cette disposition place donc automatiquement le compteur IC₆ sur la position suivante après chaque commande d'une ligne de programmation.

e) Sonorisation de la programmation

Les portes NAND III et IV de IC₂ forment un multivibrateur astable commandé. Tant que l'entrée de

Photo 3. - Gros plan des commandes.



commande 8 reste soumise à un état bas, la sortie de la porte III est à l'état haut et la sortie du multivibrateur présente un état bas permanent de repos. En revanche, dès que l'entrée de commande reçoit un état haut, le multivibrateur entre en oscillation. Il délivre sur la sortie de la porte IV des créneaux dont la fréquence est fixée par les valeurs de R₁₁ et de C₁₇. Dans le cas présent, cette fréquence est de l'ordre de 4 kHz. Il s'agit donc d'une fréquence musicale qui est restituée par le buzzer. Ainsi, et pour matérialiser la validation d'une ligne de programmation, le montage émet un « bip » sonore d'une durée d'environ un dixième de seconde, pour chaque appui sur BP₃.

f) Avance du compteur pendant la lecture du programme (fig. 4 et 5)

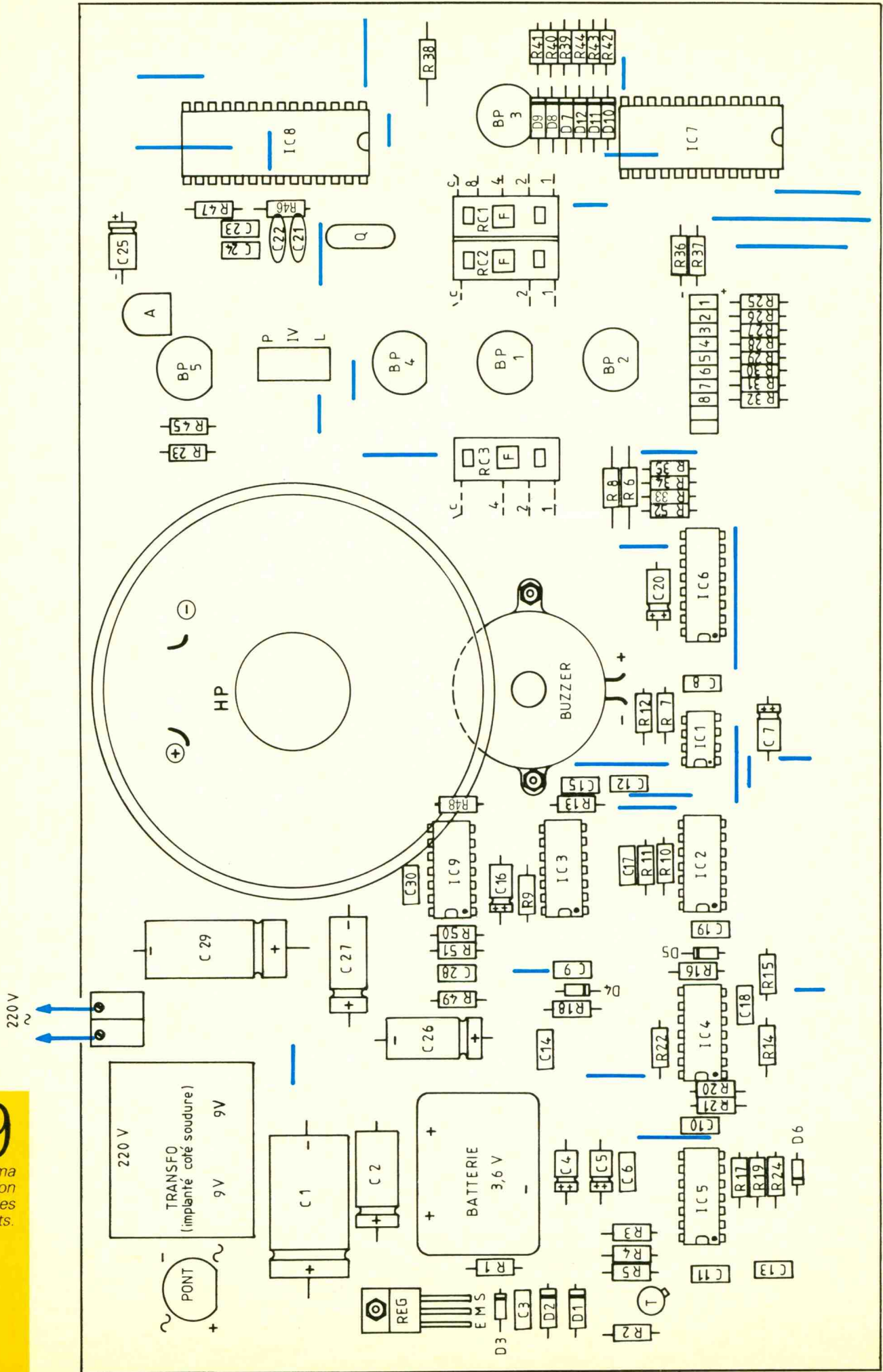
Le synthétiseur IC₈ comporte une base de temps propre. Il émet des signaux dont l'élément de base est un « allophone », se caractérisant par une durée variable suivant le son qu'il engendre. Cette durée élémentaire s'étend de quelques dizaines de millisecondes à plusieurs centaines de millisecondes. Nous en reparlerons. Mais dès à présent, il convient de noter que la fin d'un allophone se matérialise par l'opposition d'un état haut sur la sortie « SBY » du SPO 256 (point D du montage). Ce front ascendant

est aussitôt pris en compte par le dispositif de dérivation, formé par C₉, R₁₈ et D₄. Une brève impulsion positive se trouve donc disponible sur l'entrée 1 de la porte NOR I de IC₃. Il en résulte une impulsion négative sur la sortie de cette même porte ; cela se traduit en définitive par une sollicitation de la bascule monostable NAND I et IV de IC₅ et de l'avance d'un pas du compteur IC₆.

Remarquons d'ailleurs que la position binaire de ce dernier est connue à tout moment grâce aux huit LED d'un bargraph monté sur les sorties Q₀ à Q₇ de IC₆. Pour le moment, retenons que la fin de la « fabrication » d'un allophone par le SPO 256 a pour effet immédiat de faire avancer le compteur d'adressage d'une position binaire à la suivante.

g) Chargement périodique du synthétiseur (fig. 4 et 5)

Rappelons que IC₆ avance d'un pas au moment précis où se produit le front descendant de l'impulsion négative délivrée par le monostable évoqué ci-dessus. La fin de cette impulsion correspond donc à un front montant qui est pris en compte par le circuit dérivateur C₁₃, R₂₄ et D₆ qui présente sur l'entrée 5 de la porte NAND II de IC₅ une brève impulsion positive. On enregistre alors sur la sortie de cette porte une impulsion négative à condition toutefois que l'entrée 6 soit sou-



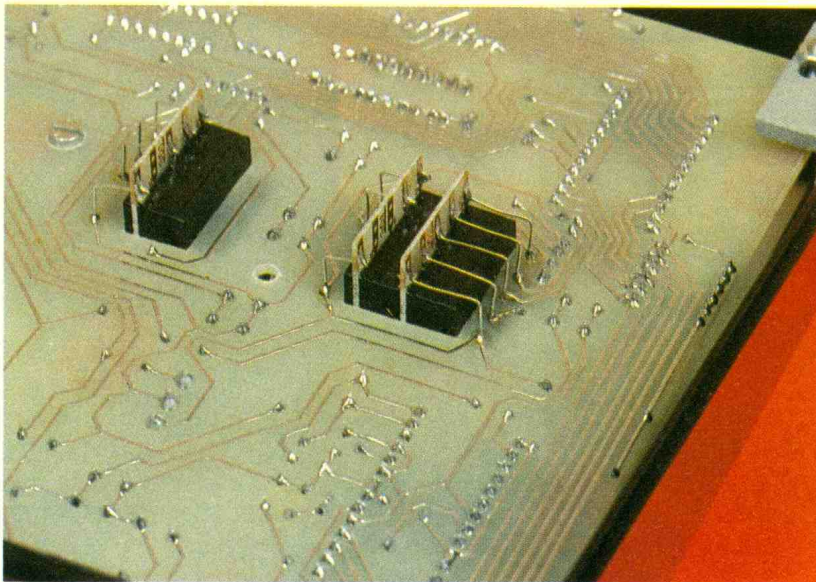


Photo 4. – Les connexions des roues codeuses s'effectueront sur le circuit imprimé, côté cuivre.

mise à un état haut permanent. C'est le cas si l'inverseur IV est placé sur la position « lecture ». L'impulsion négative délivrée par la porte NAND est mise en forme par le trigger AND I de IC₄, qui lui confère des fronts montants et descendants bien verticaux. Le front descendant, présenté sur l'entrée ALD du SPO 256, a pour effet immédiat de charger le synthétiseur de l'adresse de l'allophone que lui présente à ce moment la mémoire statique par l'intermédiaire des six entrées A₀ à A₅ de IC₈.

Le SPO 256 génère alors l'allophone en question, ce qui se traduit par un passage de la sortie SBY à l'état bas. Cette sortie passera de nouveau à l'état haut dès la fin de l'allophone. Une nouvelle avance du compteur en résulte, suivie d'un nouveau chargement de IC₈, et ainsi de suite.

h) Programmation de la mémoire statique (fig. 5)

Une roue codeuse RC₃ permet de sélectionner l'un des huit registres définis par la position binaire des entrées d'adressage A₈, A₉ et A₁₀. Les sorties Q₀ à Q₇ du compteur sont reliées aux entrées homologues d'adressage A₀ à A₇ de la mémoire statique en définissant ainsi $2^8 = 256$ lignes de programmation par registre, comme nous l'avons déjà vu au chapitre consacré au principe. Pour une adresse donnée, la programmation se réalise au moment précis où on présente sur l'entrée WE (Write Enable) un front négatif. Nous avons déjà vu

que l'impulsion négative de programmation était délivrée par le trigger AND II de IC₄ (point C du montage).

Lorsque l'inverseur IV est placé sur position « programmation », l'entrée OE est soumise à un état haut. Le tableau de fonctionnement de la mémoire statique (fig. 7) montre que, dans cette situation, les huit entrées-sorties I/O₀ à I/O₇ présentent le 3^e état, c'est-à-dire qu'elles sont déconnectées de la structure interne de IC₇. C'est en fait une situation d'attente de programmation. Celle-ci se prépare par l'intermédiaire des roues codeuses RC₁ (16 positions) et RC₂ (4 positions). Il est ainsi possible de présenter, sur les 6 entrées-sorties utilisées, l'une des 64 positions binaires possibles (00 à 3F en notation hexadécimale). Dès que l'on appuie sur BP₃, la mémoire statique est programmée, et nous avons vu que IC₆ se positionnait automatiquement sur l'adresse suivante pour préparer la mémoire à recevoir la programmation suivante.

Notons enfin que les entrées-sorties I/O₀ et I/O₇ inutilisées dans la présente application sont reliées au « moins » par l'intermédiaire des résistances R₃₆ et R₃₇.

i) Adressage du synthétiseur (fig. 7)

Lorsque l'inverseur IV est sur position « lecture », l'entrée OE de la mémoire statique est soumise à un état bas. Cette dernière est alors en situation de restitution des données préalablement pro-

grammées. Cela se traduit, pour chaque adresse définie par le compteur IC₆, par la présentation, sur les entrées d'adressage du SPO 256, de l'une des 64 positions binaires possibles.

Notons que, dans cette situation, le point H du montage étant soumis à un état bas, la position des roues codeuses RC₁ et RC₂ n'a aucune incidence sur l'adressage de IC₈, grâce à la présence des diodes D₇ à D₁₂.

j) Le synthétiseur SPO 256 (fig. 5 et 7)

Il ne saurait être question de décrire dans le détail le fonctionnement relativement complexe de ce circuit intégré, qui a d'ailleurs fait l'objet d'un article dans EP n° 142 du mois de novembre 1990. Rappelons simplement qu'il comporte quatre parties essentielles :

- une mémoire interne pour gérer les 64 allophones qui constituent la base de la synthèse de la parole ;
- une logique gérant les entrées-sorties et le pilotage extérieur pour placer les allophones les uns à la suite des autres en respectant leurs durées propres ;
- un filtre digital interne commandé par la logique évoquée ci-dessus ;
- un modulateur à largeur d'impulsions délivrant le signal digital de sortie.

Un quartz régule la base de temps interne du circuit : un allophone se traduit à la sortie par un signal à fréquence variable pendant une durée propre à chaque son. Une fréquence constante constitue un silence. Cette variation de fréquence agit sur un filtre constitué par R₄₆, R₄₇, C₂₃ et C₂₄, qui en restitue la composante analogique.

Le bouton-poussoir BP₅ permet d'assurer l'initialisation interne du SPO 256. Lorsque l'on passe en phase « lecture » après une phrase « programmation » ou au moment de la mise sous tension, il convient d'appuyer une fois sur BP₅, puis de faire avancer le compteur IC₆ sur la première adresse en se servant de BP₁. Le circuit et sa logique externe de pilotage démarrent aussitôt.

k) Amplification (fig. 5)

Les signaux analogiques de faible amplitude sont transmis à l'entrée d'un amplificateur par l'inter-

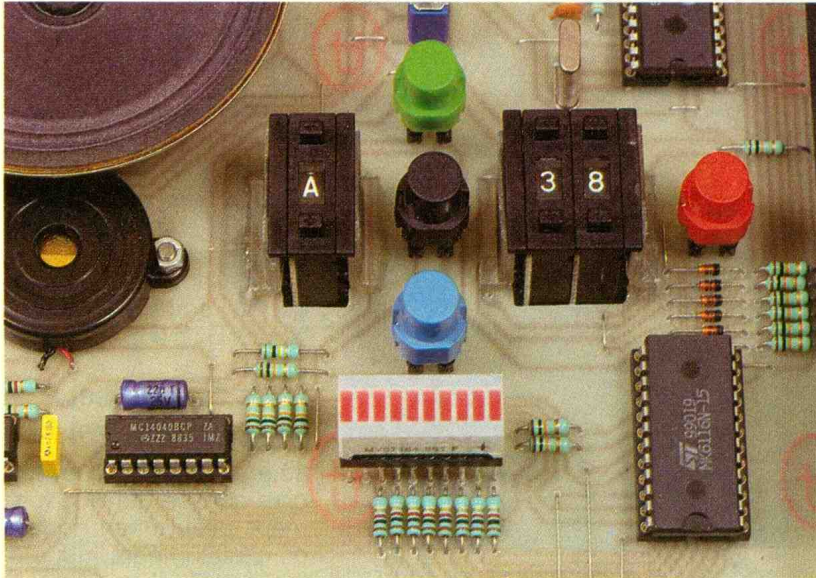


Photo 5. — Le bargraph intégré indique le positionnement du compteur binaire IC₆.

médiaire de C₂₅ et de l'ajustable A. Suivant la position angulaire du curseur de cet ajustable, il est possible de prélever une fraction plus ou moins importante du signal analogique à amplifier, ce qui permet d'obtenir la puissance souhaitée au niveau de la restitution du son.

L'amplificateur TBA 820 se caractérise par une puissance de l'ordre de 2 W. Peu de commentaires sont à faire sur son fonctionnement, qui est partiellement conditionné par ses composants périphériques.

Le haut-parleur utilisé se caractérise par une impédance de 8 Ω et par un diamètre d'au moins 70 mm. Un haut-parleur de diamètre moins important restituerait un son de qualité moindre.

Notons enfin que sur position « programmation » de l'inverseur, le TBA 820 n'est pas alimenté afin de ne pas délivrer sur la sortie des sons et des signaux plus ou moins incohérents.

III – REALISATION PRATIQUE

a) Circuit imprimé (fig. 8)

Le circuit imprimé est relativement grand, étant donné que la finalité visée est le regroupement de tous les organes de commande sur un pupitre fonctionnel, et cela sans liaisons réalisées par le biais de fils isolés, qui sont autant de risques de pannes et de coupures au niveau de leurs soudures.

Plusieurs possibilités de réalisation de circuit imprimé existent.

Une première solution consiste à appliquer directement les différents éléments de transfert Mecanorma sur le cuivre de l'époxy. Une autre possibilité réside dans la réalisation d'un mylar transparent sur lequel sont disposés les mêmes éléments de transfert : pastilles et bandelette de 0,8 mm.

Enfin, la méthode la plus simple consiste à photocopier le modèle présenté dans le présent article sur du papier transparent spécial, du même type que celui que l'on utilise pour réaliser des « transluçides » pour projections sur écran. Ce mylar sera ensuite à interposer entre l'époxy présensibilisé et une source de rayons ultraviolets.

Après révélation dans un bain de soude, le circuit sera plongé dans

un bain de perchlorure de fer pour gravure. Il sera ensuite abondamment rincé. Toutes les pastilles seront percées à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre. Certaines seront à agrandir suivant le diamètre des connexions de composants plus encombrants tels que les condensateurs électrolytiques, le transformateur...

Pour achever la confection du circuit imprimé, l'auteur conseille toujours d'étamer toutes les pistes, directement à l'aide du fer à souder. Sa tenue dans le temps et sa résistance mécanique n'en seront qu'augmentées.

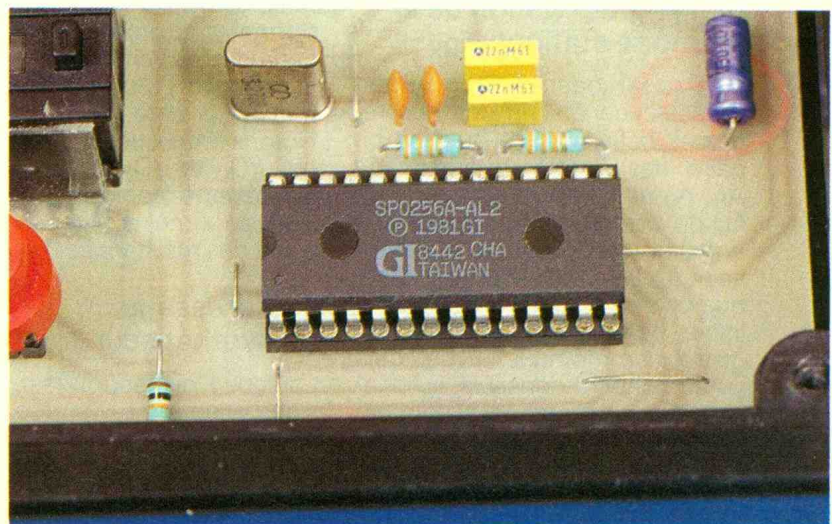
b) Implantation des composants (fig. 9)

Après la mise en place des straps de liaison, on procédera à l'implantation des diodes et des résistances. Ensuite, ce sera le tour des capacités, des supports de circuits intégrés, de l'ajustable, du transistor, du pont, du régulateur et du bornier.

Le bargraph est monté sur un support à wrapper de manière à le surélever au niveau souhaitable. Il en est de même pour les boutons-poussoirs. Le haut-parleur est directement collé sur l'époxy ; une découpe de l'ordre de 20 à 22 mm de diamètre est néanmoins nécessaire pour y loger la partie du HP contenant l'aimant permanent et l'équipage mobile, afin d'obtenir le niveau requis.

Deux découpes de section rectangulaire permettent de noyer partiellement les roues codeu-

Photo 6. — Vue du synthétiseur vocal.



AA	18	Hot
AE	1A	Hat
AO	17	Aught
AR	3B	Alarm
AW	20	Out
AX	0F	Succeed
AY	06	Sky
BB1	1C	Business 80
BB2	3F	Business 50
CH	32	Church
DD1	15	Could
DD2	21	Do
DH1	12	They 290
DH2	36	They 240
EH	07	End
EL	3E	Saddle
ER1	33	Fir 160
ER2	34	Fir 300
EY	14	Beige
FF	28	Food
GG1	24	Got
GG2	3D	Guest
GG3	22	Wig
HH1	1B	He
HH2	39	Hoe
IH	0C	Sit
IY	13	See
JH	0A	Dodge
KK1	2A	Can't
KK2	29	Sky
KK3	08	Comb
LL	2D	Lake

MM	10	Milk
NG	2C	Anchor
NN1	0B	Thin
NN2	38	No
OR	3A	Store
OW	35	Beau
OY	05	Boy
PA1	00	Pause 10
PA2	01	Pause 30
PA3	02	Pause 50
PA4	03	Pause 100
PA5	04	Pause 200
PP	09	Pow
RR1	0E	Rural
RR2	27	Brain
SH	25	Ship
SS	37	Vest
TH	1D	Thin
TT1	11	Part
TT2	0D	To
UH	1E	Book
UW1	16	To
UW2	1F	Food
VV	23	Vest
WH	30	Whig
WW	2E	Wool
XR	2F	Repair
YR	3C	Clear
YY1	31	Yes 130
YY2	19	Yes 180
ZH	26	Azure
ZZ	2B	Zoo

ses. Celles-ci sont ensuite immobilisées à l'aide de petites équerres collées. Les liaisons sont réalisées à l'aide de fil nu sur la face arrière du circuit imprimé. Il va sans dire qu'il convient de faire extrêmement attention à

l'orientation des composants orientés. Toute erreur à ce niveau compromet totalement les chances de fonctionnement du montage. Les traces de vernis laissées par le décapant du fil de soudure

Adresse								Allophone	Adresse	
0	0	0	0	0	0	0	0	MM	10	Monday
0	0	0	0	0	0	0	1	AX	0F	
0	0	0	0	0	0	1	0	AX	0F	
0	0	0	0	0	0	1	1	NN1	0B	
0	0	0	0	0	1	0	0	PA2	01	
0	0	0	0	0	1	0	1	DD2	21	
0	0	0	0	0	1	1	0	EY	14	
0	0	0	0	0	1	1	1	PA5	04	
0	0	0	0	1	0	0	0	PA5	04	
0	0	0	0	1	0	0	1	PA5	04	
0	0	0	0	1	0	1	0	TT2	0D	
0	0	0	0	1	0	1	1	UW2	1F	
0	0	0	0	1	1	0	0	ZZ	2B	
0	0	0	0	1	1	0	1	PA2	01	
0	0	0	0	1	1	1	0	DD2	21	
0	0	0	0	1	1	1	1	EY	14	
0	0	0	1	0	0	0	0	PA5	04	
0	0	0	1	0	0	0	1	PA5	04	
0	0	0	1	0	0	1	0	PA5	04	
0	0	0	1	0	0	1	1	WW	2E	
				0	1	0	0	EH	07	
					1	0	1	EH	07	
								NN1	0B	

peuvent être éloignées à l'aide d'un pinceau imbibé d'un peu d'acétone.

Les circuits intégrés seront insérés dans leurs supports respectifs en fin d'opération seulement. Attention à leur orientation.

Notons que le transformateur a été implanté côté cuivre du circuit imprimé pour d'évidentes raisons d'encombrement.

c) Programmation

Très peu de commentaires supplémentaires sont à faire ; l'essentiel a été explicité dans notre numéro 143 du mois de novembre 1990.

Le tableau de la **figure 10** indique les adresses de programmation des 64 allophones du SPO 256. On remarquera qu'en face de chaque allophone figure un exemple du son obtenu.

Pour faciliter la programmation, l'auteur recommande de réaliser des grilles de programmation du type de celle qui est représentée à titre d'exemple en **figure 10** ; il s'agit de l'énumération des jours de la semaine.

Il est tout à fait possible de faire parler notre synthétiseur en français : le résultat obtenu est même très amusant...

Toutes sortes de combinaisons sont possibles avec ce montage, qui est un véritable laboratoire de langues. En faisant se succéder des allophones divers, et pas forcément cohérents entre eux, avec une insertion adaptée de pauses, le montage restituera des sons étranges, qui seraient capables de servir de base de sonorisation pour des films de science-fiction et peut-être même pour des films d'horreur...

Robert KNOERR

COMPOSANTS

30 straps (11 horizontaux, 19 verticaux)

R₁ : 1 kΩ (marron, noir, rouge)

R₂ à R₇ : 6 × 10 kΩ (marron, noir, orange)

R₈ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)

R₉ : 10 kΩ (marron, noir, orange)

R₁₀ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)

R₁₁ : 10 kΩ (marron, noir, orange)

R₁₂ : 1 kΩ (marron, noir, rouge)

R₁₃ : 10 kΩ (marron, noir, orange)

R₁₄ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)

R₁₅ : 10 kΩ (marron, noir, orange)

R₁₆ à R₁₈ : 3 × 33 kΩ (orange, orange, orange)

R₁₉ : 10 kΩ (marron, noir, orange)

R₂₀ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)

R₂₁ : 10 kΩ (marron, noir, orange)

R₂₂ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)

R₂₃ : 10 kΩ (marron, noir, orange)

R₂₄ : 33 kΩ (orange, orange, orange)

R₂₅ à R₃₂ : 8 × 1 kΩ (marron, noir, rouge)

R₃₃ à R₄₅ : 13 × 10 kΩ (marron, noir, orange)

R₄₆, R₄₇ : 2 × 33 kΩ (orange, orange, orange)

R₄₈ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)

R₄₉, R₅₀ : 2 × 68 Ω (bleu, gris, noir)

R₅₁ : 330 kΩ (orange, orange, jaune)

R₅₂ : 10 kΩ (marron, noir, orange)

A : ajustable 22 kΩ, implantation horizontale, pas de 5,08

D₁, D₂ : 2 diodes 1N4004, 4007

D₃ à D₁₂ : 10 diodes-signal 1N4148, 1N914

Pont redresseur 1 A

Bargraph de 10 LED rouges

Support à wrapper 20 broches tulipe (surélévation bargraph)

C₁ : 2 200 μF/16 V électrolytique

C₂ : 220 μF/10 V électrolytique

C₃ : 0,1 μF milfeuil

C₄, C₅ : 2 × 47 μF/10 V électrolytique

C₆ : 0,1 μF milfeuil

C₇ : 4,7 μF/10 V électrolytique

C₈ : 4,7 nF milfeuil

C₉ : 22 nF milfeuil

C₁₀ : 4,7 nF milfeuil

C₁₁ : 47 nF milfeuil

C₁₂ : 1 nF milfeuil

C₁₃ : 22 nF milfeuil

C₁₄ : 1 nF milfeuil

C₁₅ : 4,7 nF milfeuil

C₁₆ : 10 μF/10 V électrolytique

C₁₇ : 10 nF milfeuil

C₁₈ : 1 nF milfeuil

C₁₉ : 22 nF milfeuil

C₂₀ : 22 μF/10 V électrolytique

C₂₁, C₂₂ : 2 × 22 pF céramique

C₂₃, C₂₄ : 2 × 22 nF milfeuil

C₂₅ : 4,7 μF/10 V électrolytique

C₂₆, C₂₇ : 2 × 100 μF/10 V électrolytique

C₂₈ : 470 pF céramique

C₂₉ : 1 000 μF/10 V électrolytique

C₃₀ : 0,22 μF milfeuil

Q : quartz 3,2768 MHz

T : transistor NPN BC 108, 109, 2N2222

REG : régulateur 5 V / 7805

IC₁ : NE 555

IC₂ : CD 4011 (4 portes NAND à 2 entrées)

IC₃ : CD 4001 (4 portes NOR à 2 entrées)

IC₄ : CD 4081 (4 portes AND à 2 entrées)

IC₅ : CD 4011 (4 portes NAND à 2 entrées)

IC₆ : CD 4040 (compteur binaire à 12 étages)

IC₇ : μPD 446 (mémoire statique 16 K) type 6116

IC₈ : SPO 256 General Instruments (synthétiseur vocal)

IC₉ : TBA 820 amplificateur

1 support 8 broches (tulipe)

5 supports 14 broches (tulipe)

1 support 16 broches (tulipe)

1 support 24 broches (tulipe)

1 support 28 broches (tulipe)

Transformateur 220 V/9 V/2 VA

Batterie Varta 3,6 V 100 mAh

Bornier soudable (2 broches)

Haut-parleur 8 Ω - ø 77

Buzzer piézo (sans oscillateur incorporé)

3 roues codeuses hexadécimales

5 boutons-poussoir à contact travail (pour circuit imprimé)

Inverseur à bascule (pour circuit imprimé)

Passe-fil

Cordon secteur

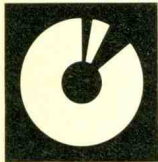
Fiche secteur

Boîtier Retex Abox Ra2

**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**

UN JEU DE LUMIERES PROGRAMMABLE



Voici une autre application de notre programmeur simplifié d'EPROM dont nous avons publié la réalisation dans notre numéro 137 de mai 1990. Moyennant une programmation pratiquement modulable à l'infini, les effets les plus spectaculaires et les plus originaux peuvent être obtenus avec ce jeu de lumières. De plus, sa réalisation reste relativement simple.

I - LE PRINCIPE (fig. 1)

Une base de temps réglable génère les impulsions de comptage destinées à faire avancer pas à pas un compteur binaire comportant 14 étages. Ses sorties assurent l'adressage de l'EPROM 2716 qui, rappelons-le, comporte $2^{11} = 2\,048$ adresses. Grâce à un dispositif très simple de microswitches, il est possible de « boucler » la course du compteur à 256, 512, 1\,024 ou 2\,048 positions binaires successives, suivant l'intensité du coupage du programmeur de l'EPROM...

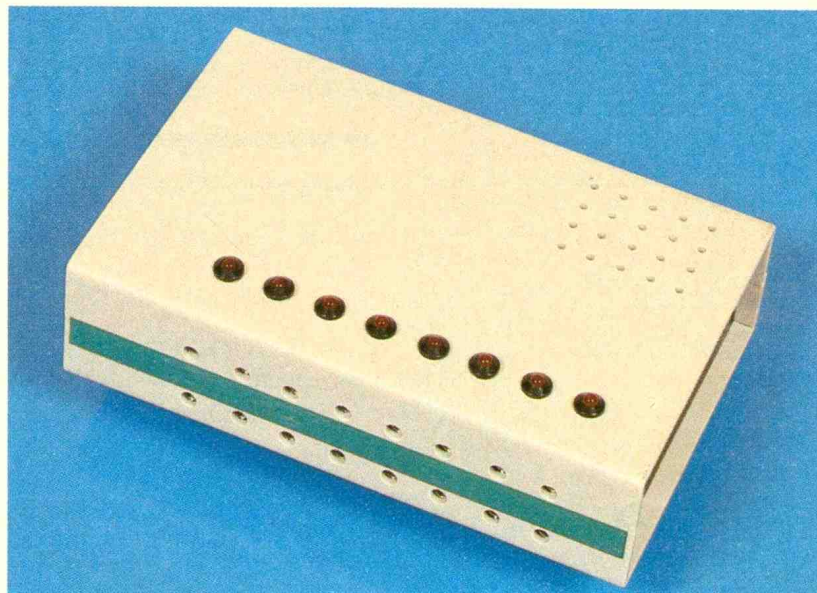
Cette dernière délivre des états hauts et bas sur 8 sorties. Après amplification, les états hauts assurent la commande de 8 triacs de puissance dont les sorties peuvent alimenter directement des ampoules 220 V, jusqu'à 200 W de puissance unitaire. Parallèlement à cette restitution en puissance, 8 LED signalent en permanence le déroulement du programme.

II - LE FONCTIONNEMENT

(fig. 2 et 3)

a) Alimentation

L'énergie nécessaire au fonctionnement du montage est prélevée du secteur. A cet effet, un transformateur abaisse la tension à 9 V, dont un pont de diodes assure le redressement des deux alternances. Après un premier filtrage réalisé par la capacité C_1 , un régulateur délivre sur sa sortie un potentiel limité à 5 V, qui est la tension nominale requise par l'EPROM.



La capacité C_2 effectue un complément de filtrage, tandis que C_3 est davantage affectée à l'antiparasitage et au découplage de cette alimentation.

b) Base de temps

Les portes NAND III et IV de IC_1 forment un multivibrateur astable. Celui-ci délivre sur sa sortie des créneaux dont la période est proportionnelle au produit $(A + R_1) \times C_4$. Dans le cas présent, et grâce à l'ajustable, cette période est réglable de quelques centièmes de seconde à quelques dixièmes de seconde.

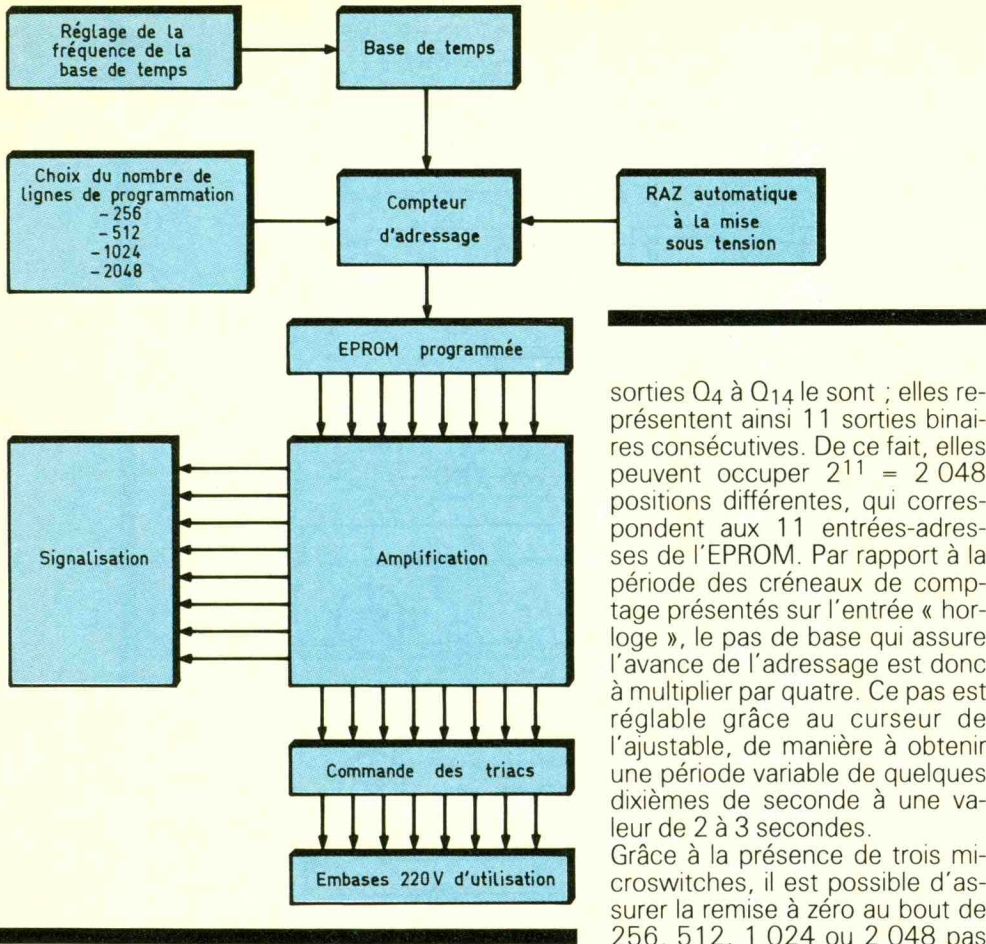
La résistance R_2 n'a pas d'incidence directe sur la valeur de la période : elle confère au montage davantage de stabilité et de fiabilité. On la choisit généralement beaucoup plus importante que $A + R_1$. La capacité C_4 doit être obligatoirement du type non

polarisé étant donné qu'elle subit des cycles de charge et de décharge dans un sens, puis dans l'autre.

Les portes NAND I et II sont montées en cascade pour former un trigger de Schmitt. Rappelons qu'un tel montage a pour mission de « verticaliser » les fronts montants et descendants des créneaux de comptage afin de les rendre davantage aptes à attaquer l'entrée « Horloge » du compteur IC_2 . Cette opération se réalise grâce à la réaction positive introduite par R_4 au moment des basculements et qui se traduit par une accélération du phénomène.

c) Adressage

Le boîtier IC_2 est un compteur binaire à 14 étages. Les sorties Q_1 , Q_2 et Q_3 ne sont pas accessibles. Seules les sorties Q_1 et les



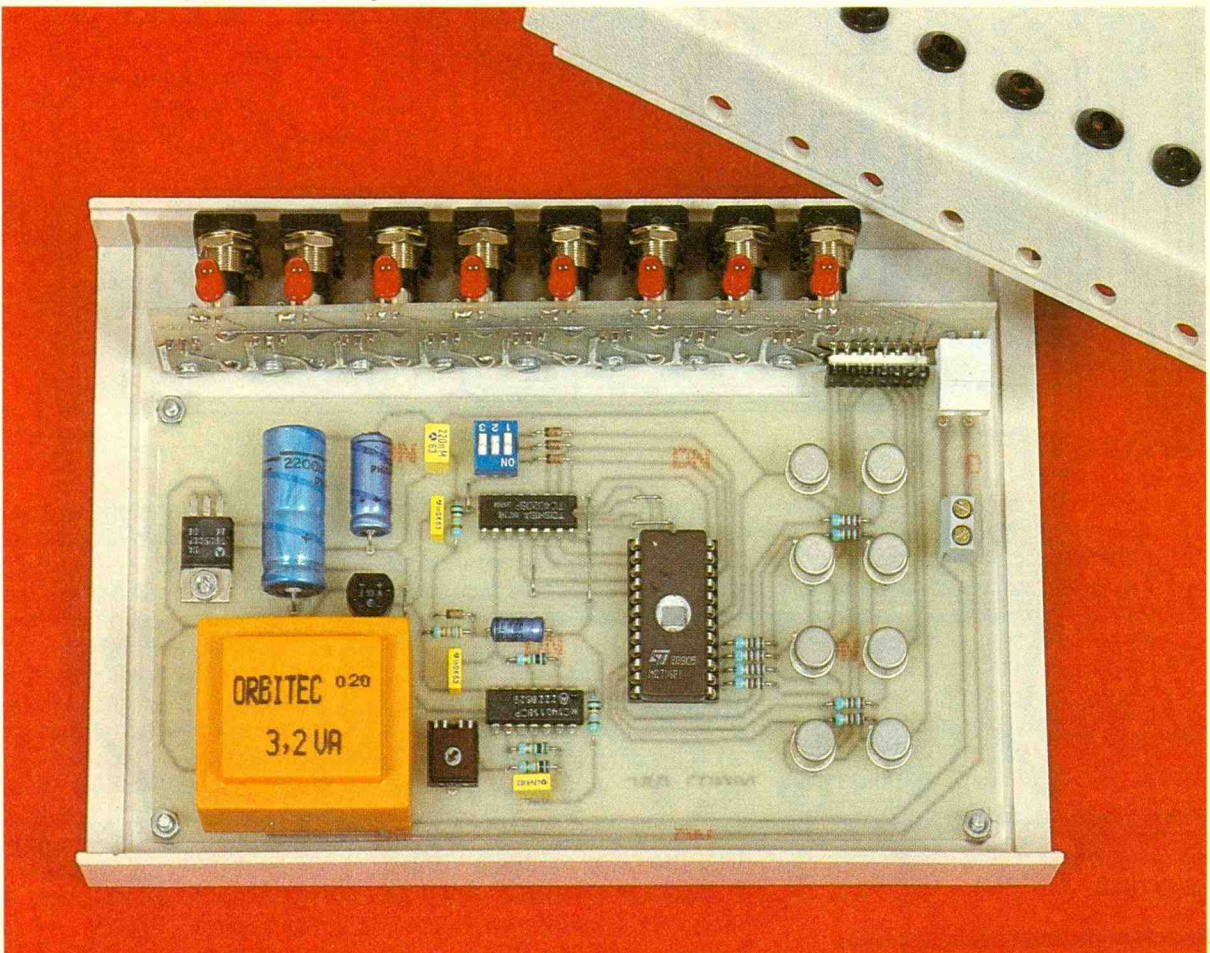
sorties Q₄ à Q₁₄ le sont ; elles représentent ainsi 11 sorties binaires consécutives. De ce fait, elles peuvent occuper 2¹¹ = 2 048 positions différentes, qui correspondent aux 11 entrées-adresses de l'EPROM. Par rapport à la période des créneaux de comptage présentés sur l'entrée « horloge », le pas de base qui assure l'avance de l'adressage est donc à multiplier par quatre. Ce pas est réglable grâce au curseur de l'ajustable, de manière à obtenir une période variable de quelques dixièmes de seconde à une valeur de 2 à 3 secondes. Grâce à la présence de trois microswitches, il est possible d'assurer la remise à zéro au bout de 256, 512, 1 024 ou 2 048 pas

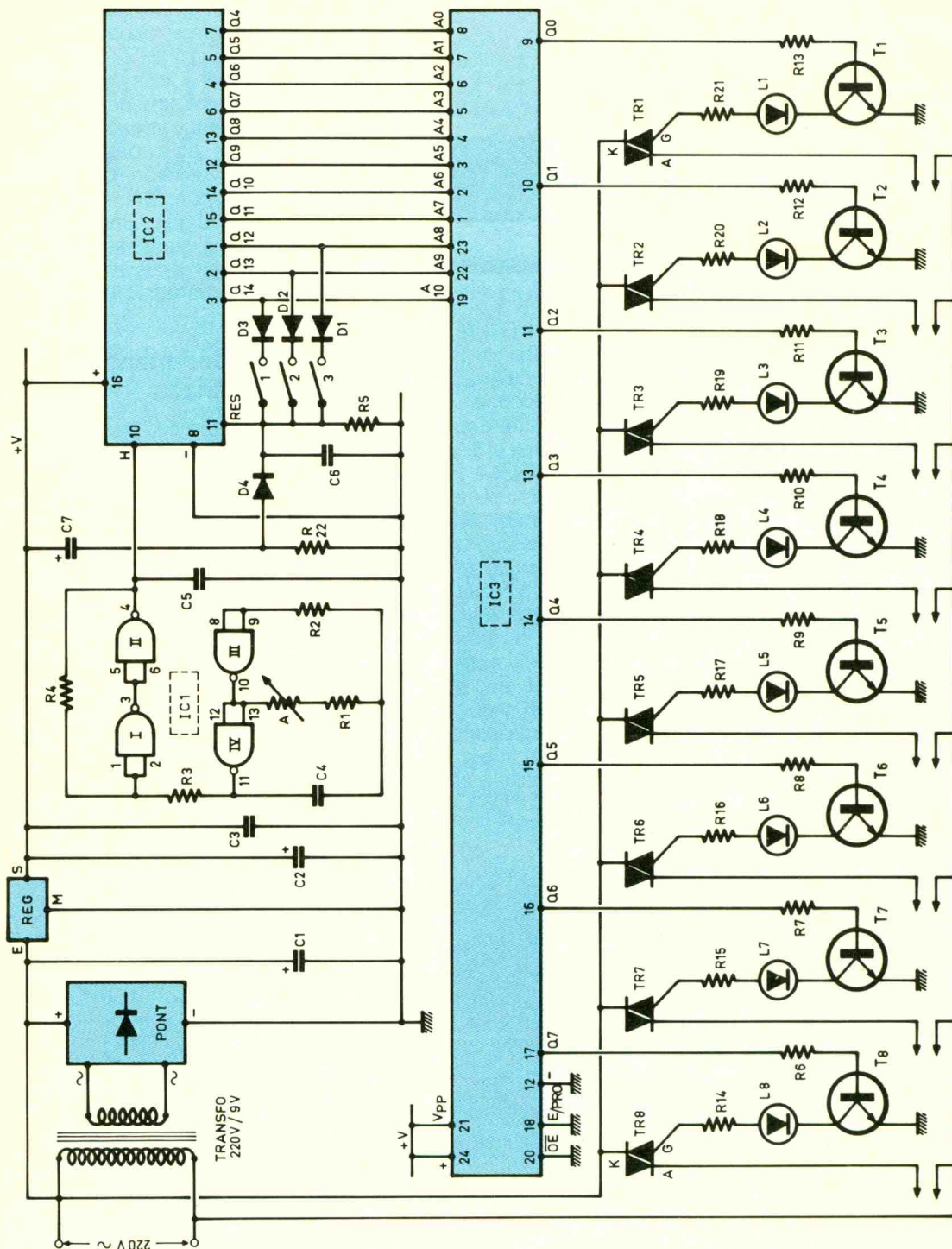
de programmation, suivant que l'on ferme respectivement l'interrupteur n° 3, 2, 1 ou aucun interrupteur. Cette disposition permet d'obtenir une programmation à... géométrie variable ! Enfin, au moment de la mise sous tension du montage, la charge de C₇ à travers R₂₂ a pour effet de gérer une impulsion positive qui, transmise par D₄, assure une remise à zéro systématique du compteur.

d) Commande des triacs

Les sorties programmables de l'EPROM aboutissent à 8 ensembles d'utilisation comprenant chacun un transistor, une LED de signalisation et un triac. A titre d'exemple, examinons la sortie Q₀ de l'EPROM qui, par l'intermédiaire de la résistance de limitation R₁₃, assure la saturation du transistor T₁, dès qu'un état haut se manifeste. Dans ce cas, un courant s'établit entre la jonction cathode → gâchette du triac TR₁. Ce courant a pour origine la polarité positive disponible sur l'entrée du régulateur, c'est-à-dire avant abaissement du poten-

Photo 2. - Vue supérieure du montage.





tiel à 5 V. La LED L₁ s'allume, le courant qui la traverse étant limité par R₂₁ à environ 30 mA. Cette valeur suffit à rendre actif le triac TR₁, si bien que ce dernier devient passant entre cathode et anode, et cela pour les deux alternances du courant secteur. A noter que cette disposition nécessite de relier un point affecté à la basse tension du montage à l'une des phases du secteur. En conséquence, des précautions sont à prendre au niveau de la sécurité. En effet, tout point du

montage présente un potentiel dangereux par rapport à la terre. Il est donc absolument indispensable de débrancher le montage du secteur avant toute intervention.

III - LA REALISATION

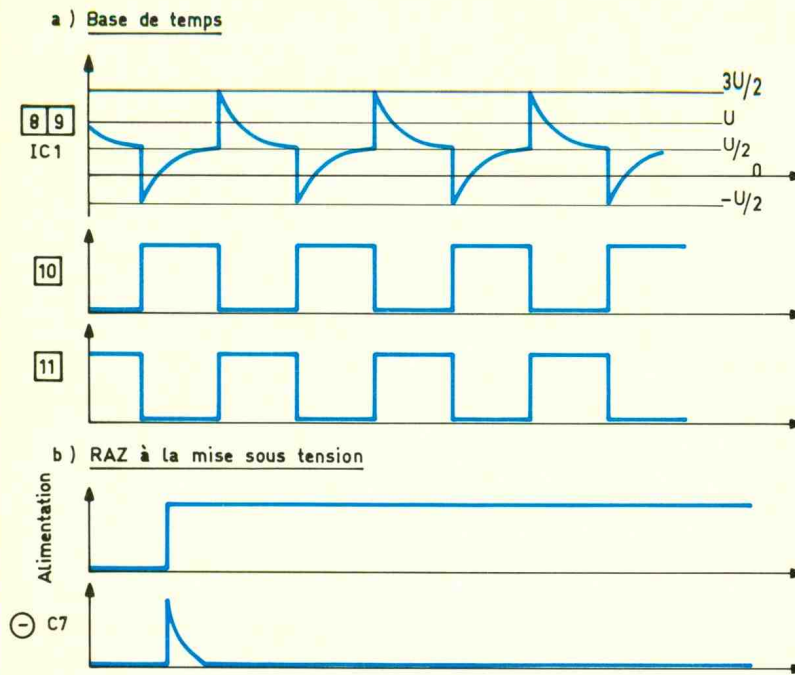
a) Circuits imprimés (fig. 4)

Plusieurs possibilités existent. Une première méthode consiste à appliquer directement les élé-

ments de transfert Mecanorma sur la face cuivre préalablement bien dégraissée de l'époxy. Il est également possible de passer par la réalisation d'un « mylar », qui est un support transparent sur lequel on applique les transferts. Ce dernier sera ensuite interposé entre une source de rayons ultraviolets et la face de cuivre présensibilisée de l'époxy. Une autre méthode consiste à obtenir le mylar par voie de photocopie sur du papier destiné à la réalisation de translucides, en se

3

Chronogrammes relevés en divers points du montage.



servant directement du modèle publié. Dans ces deux derniers cas, le circuit sera ensuite révélé dans une solution à base de soude, disponible auprès des fournisseurs.

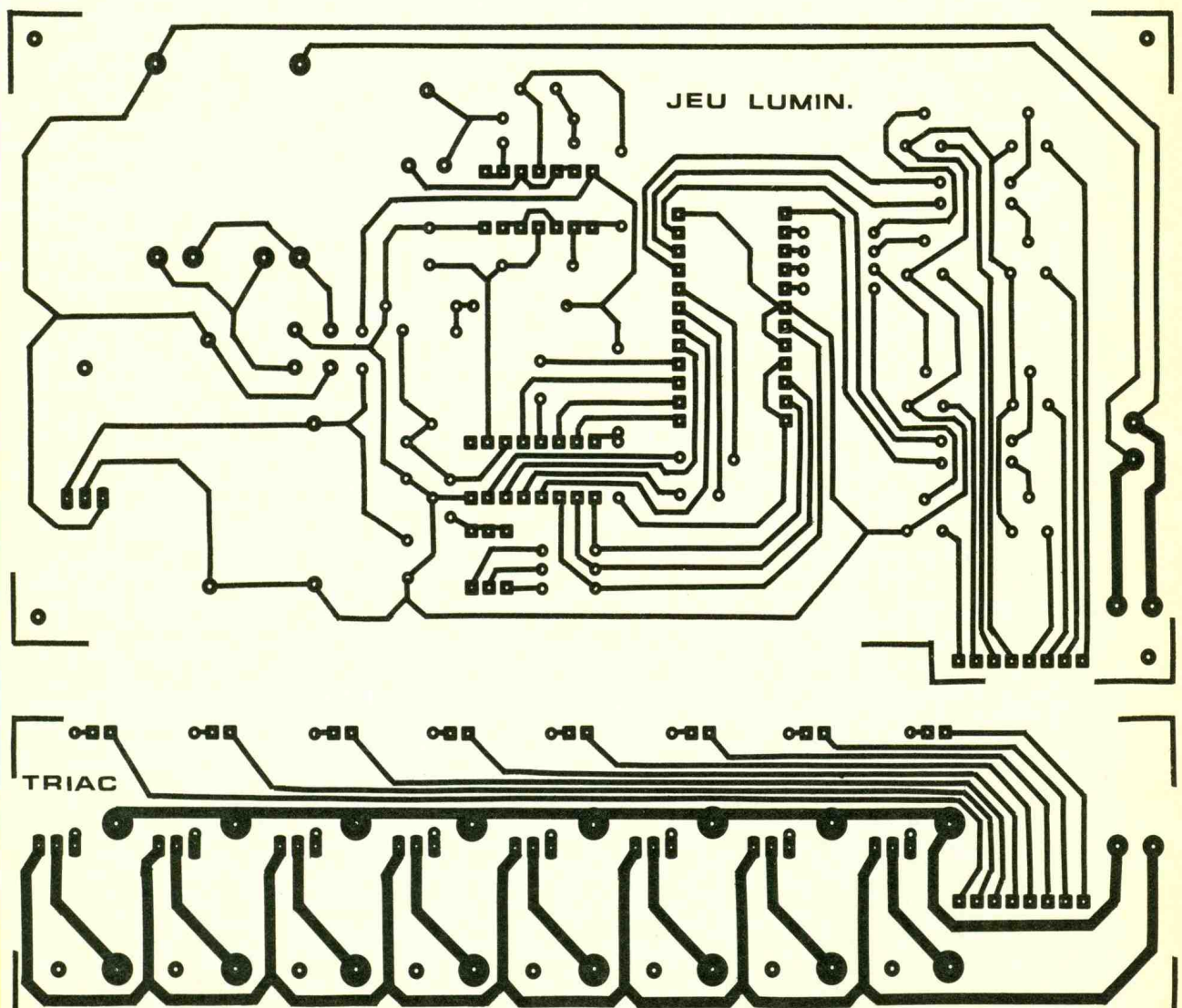
Par la suite, les modules seront gravés dans un bain de perchlore de fer. Après un abondant rinçage, on passera aux perçages de toutes les pastilles en utilisant les forets de diamètre approprié suivant les composants à implanter.

Enfin, pour terminer, il est vivement recommandé d'étamer les pistes directement au fer à souder.

Un dernier conseil toutefois : avant de débuter les circuits imprimés, on a toujours intérêt à se procurer auparavant les différents composants nécessaires

4-5

Tracés des circuits imprimés et implantation à l'échelle 1



au montage. Ainsi, en cas de différence de brochage, il est encore possible d'apporter les rectifications qui s'imposent.

b) Implantation des composants (fig. 5)

Après la mise en place des straps de liaison, on implantera les diodes, les résistances, les capacités et les transistors. Attention aux composants polarisés. Cette même remarque s'applique à plus forte raison aux circuits intégrés, qu'il convient de ménager au moment de leur montage en évitant de trop les chauffer. Une bonne méthode consiste à les monter sur support, ce qui présente un autre avantage : celui de faciliter les dépannages en cas de mauvais fonctionnement.

On remarquera que les embases femelles 220 V ont été directement soudées sur le module vertical. Compte tenu de leur masse thermique, il est nécessaire d'utiliser un fer à souder de puissance plus importante, par exemple 100 W.

c) Montage (fig. 6)

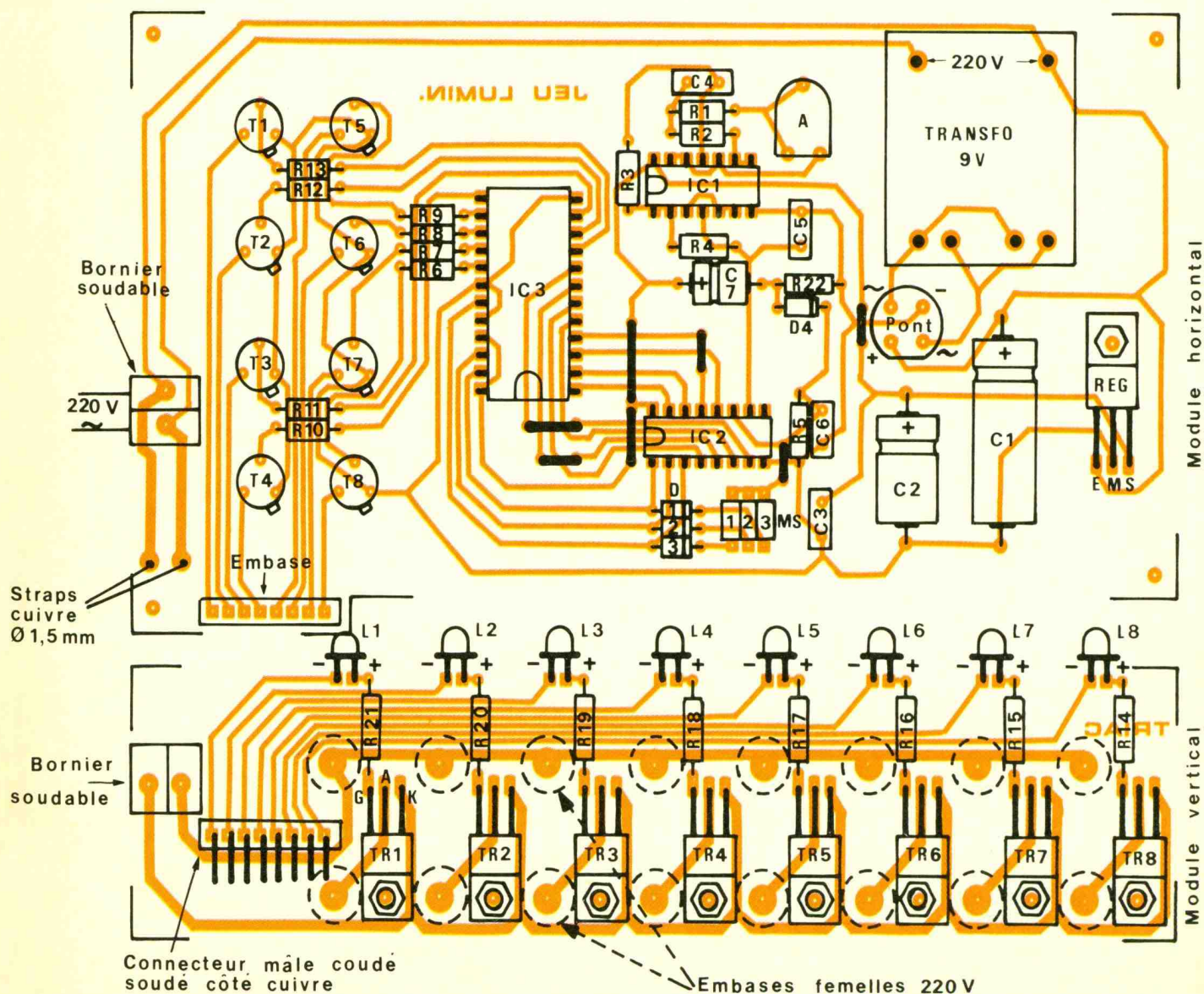
Le module horizontal sera monté sur le fond du boîtier, tandis que le module vertical se positionnera par rapport au premier, grâce au connecteur coudé. Ce dernier n'acheminera que les courants de commande des triacs. Les courants de puissance, de plus forte intensité, seront transmis par deux fils de cuivre nu partant du module horizontal et reliés au module vertical par le biais d'un

bornier à deux plots implanté côté cuivre.

Le module vertical se trouve consolidé mécaniquement dans sa position par l'intermédiaire de quatre vis à fixation, traversant la face latérale du demi-boîtier inférieur et se trouvant vissées dans la partie plastique des embases.

Des trous seront à percer sur la face latérale des deux demi-boîtiers montés afin de permettre l'introduction des fiches secteurs des lampes constituant le jeu de lumières.

Les LED de signalisation débouchent sur la partie supérieure du boîtier. Enfin, pour achever le travail du boîtier, il est recommandé de percer quelques trous sur la face supérieure et la face avant du boîtier afin de permettre la ventilation du transformateur d'alimentation.



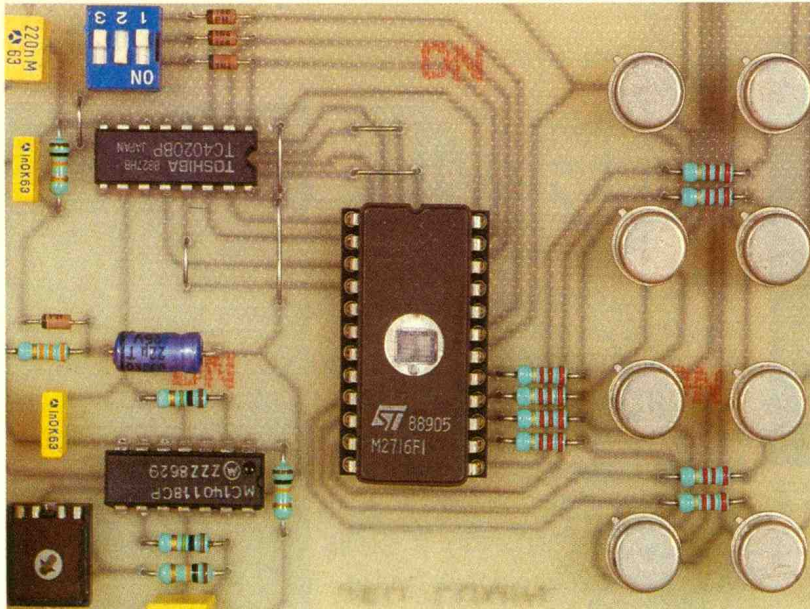


Photo 3. – L'EPROM 2716 stocke en permanence le « programme » gérant le défilement des lumières.

dont l'allumage se déplace par « glissement » ;
 – clignotements divers, par lampes consécutives alternées ou par groupements ;
 – remplissage progressif d'une rangée d'ampoules par déplacement d'ampoule allumée.

Bien entendu, tous ces phénomènes peuvent également se concevoir par effet « négatif », c'est-à-dire par extinctions d'ampoules.

Une fois remplies les 2 048 lignes de programmation, il convient de traduire la configuration des points, en langage binaire, en respectant les principes suivants :

– les colonnes 1 à 4 correspondent au chiffre des unités qui, rappelons-le, peut aller de 0 à F (16 notations) ;

– les colonnes 5 à 8 représentent les « semaines », toujours en utilisant les symboles 0 à F.

La valeur binaire de quatre colonnes d'une ligne est obtenue par simple addition des puissances entières de deux correspondantes.

Ainsi, si on trouve un point dans les colonnes 2, 4, 6, 7 et 8, la programmation de la ligne sera la suivante :

– **chiffre des unités**
 (colonnes 2 et 4)
 $2^1 + 2^3 = 2 + 8 = 9$

– **chiffre des « semaines »**
 (colonnes 6, 7 et 8)
 $2^1 + 2^2 + 2^3 = 2 + 4 + 8 = 14 \Rightarrow E$

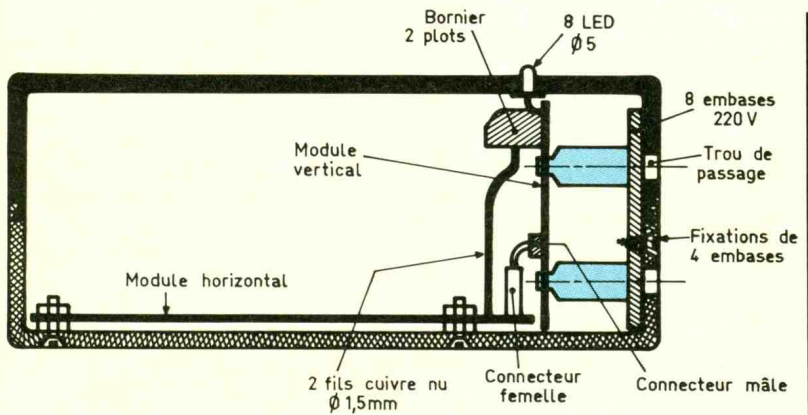
La programmation de la ligne sera alors E9.

Il ne reste plus qu'à remplir les trois cases correspondant à l'adresse pour disposer en définitive de tous les éléments pour réaliser la programmation de l'EPROM.

Robert KNOERR

6

Montage mécanique des platines dans le boîtier « Tôlerie Plastique » retenu.



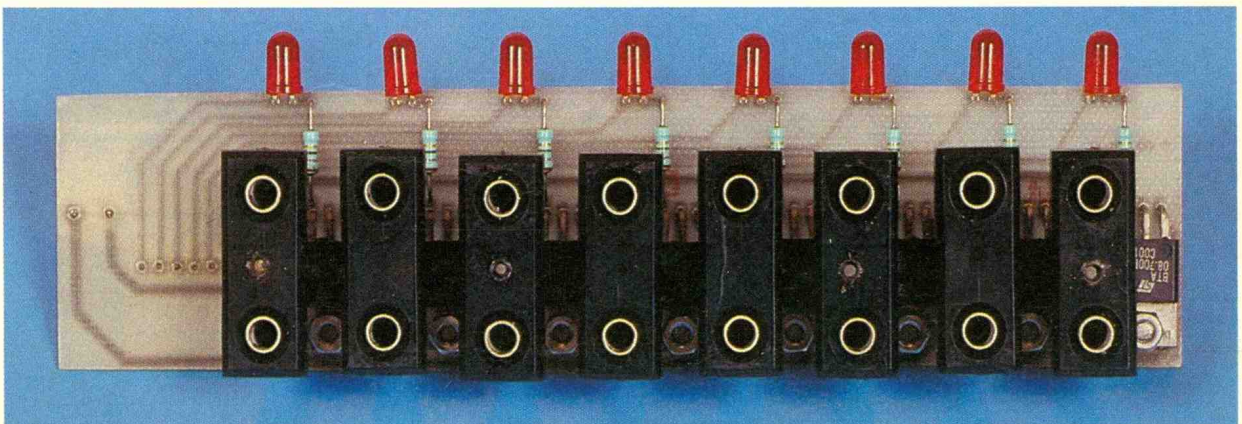
d) Programmation de l'EPROM

La programmation ne présente aucune difficulté particulière, à condition toutefois d'être organisé. Il est donc vivement recommandé de constituer des grilles de programmation du type de celle qui est représentée à la figure 7. A noter qu'il suffit de réaliser une page de 32 lignes par exemple et de tirer autant de

photocopies qu'il est nécessaire. Par la suite, ce sera l'imagination de chacun qui permettra d'établir le programme souhaité. Les possibilités sont en effet illimitées. La figure 7 représente un exemple de chenillard bidirectionnel. D'autres effets lumineux peuvent se suivre. En voici quelques idées :

– chenillards classiques ou bidirectionnels à 2 ou 3 ampoules

Photo 4. – Platine de sortie recevant les étages de sortie, pilotant les lampes extérieures.



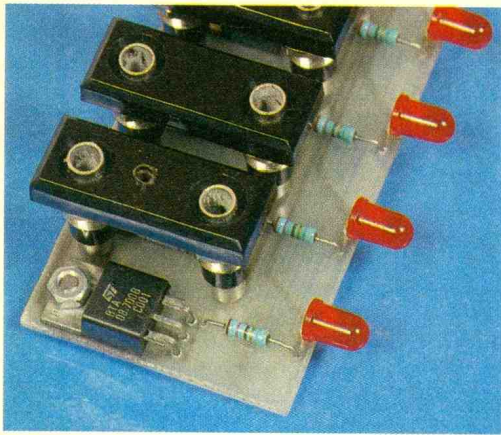


Photo 5. - Etant donné la faible puissance dissipée, les triacs seront directement soudés sur l'époxy.

LISTE DES COMPOSANTS

a) Module horizontal

7 straps (2 horizontaux, 5 verticaux)
 R_1 : 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R_2 : 1 M Ω (marron, noir, vert)
 R_3 : 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R_4 : 1 M Ω (marron, noir, vert)
 R_5 : 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R_6 à R_{13} : 8 x 2,2 k Ω (rouge, rouge, rouge)

R_{22} : 33 k Ω (orange, orange, orange)
 D_1 à D_4 : 4 diodes signal 1N4148, 1N914
 Pont redresseur 1 A
 A : ajustable 470 k Ω , implantation horizontale, pas de 5,08
 C_1 : 2 200 μ F/16 V électrolytique
 C_2 : 220 μ F/10 V électrolytique
 C_3 : 0,22 μ F milfeuill
 C_4 : 47 nF milfeuill
 C_5, C_6 : 2 x 1 nF milfeuill
 C_7 : 22 μ F/10 V électrolytique
 T_1 à T_8 : 8 transistors NPN, 2N1711, 2N1613
 REG : régulateur 5 V-7805
 IC_1 : CD 4011 (4 portes NAND à 2 entrées)
 IC_2 : CD 4020 (compteur binaire à 14 étages)
 IC_3 : EPROM 2716
 Support 24 broches pour EPROM

Bornier soudable 2 plots
 Transformateur 220 V/ 9 V/ 3,5 VA
 Connecteur femelle 8 broches
 Microswitches 3 interrupteurs

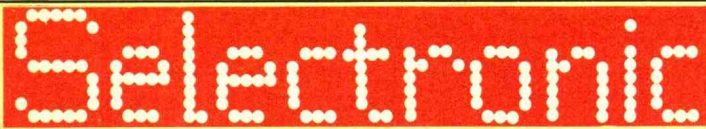
b) Divers

1 boîtier « Tôlerie plastique D30 » (40 x 120 x 170)

ADRESSES	8	7	6	5	4	3	2	1	PROGR. EPROM
	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰	
0 0 0									8 0
0 0 1									4 0
0 0 2									2 0
0 0 3									1 0
0 0 4									0 8
0 0 5									0 4
0 0 6									0 2
0 0 7									0 1
0 0 8									0 2
0 0 9									0 4
0 0 A									0 8
0 0 B									1 0
0 0 C									2 0
0 0 D									4 0
0 0 E									8 0
0 0 F									4 0
0 1 0									2 0
0 1 1									1 0

c) Module vertical

R_{14} à R_{21} : 8 x 270 Ω (rouge, violet, marron)
 L_1 à L_8 : 8 LED rouges \varnothing 8
 TR_1 à TR_8 : 8 triacs 6 A
 Connecteur mâle 8 broches soudées
 8 embases femelles 220 V soudables.
 Bornier soudable (2 plots)

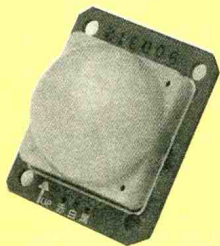


BP 513 59022 LILLE Tél. : 20.52.98.52

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/1mA
 - 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.
 Détecte 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 24/CE 26
 Dimensions : 103 x 52 x 62 mm
 Couleur : crème
 le coffret SIG-BOX 121.9379 **30,00 F**



GENERATEUR DE FONCTIONS WOBBOLE

(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**



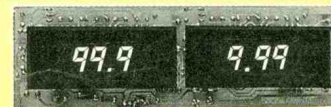
GENERATEUR DE COURANT

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 multivoirs.
 - Affichage LCD
 Le kit complet avec tôlerie percée et sérigraphiée 121.9340 **825,00 F**



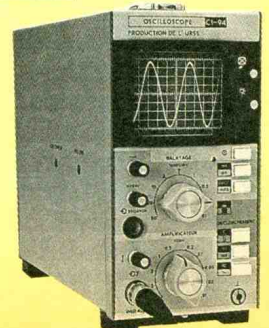
KIT VOLTMETRE + AMPEREMETRE NUMERIQUE A LED

Le 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 9,99 A).
 - Encombrement : 46 x 158 mm.
 - Fourni avec fenêtre spéciales, plexi rouge, etc...
 Le Kit complet (sans boîtier) 121.1100 **275,00 F**



POURQUOI S'EN PRIVER ?

L'OSCILLOSCOPE CI 94
 + KIT D'EXTENSION
 BICOURBE
 + SONDE
 121.0087 **1350,00 F**
 FRANCO



LE MULTIMETRE MAN'X TOP PLUS



L'affichage numérique a ses avantages et ses inconvénients ; l'affichage analogique également. Le multimètre MAN'X TOP PLUS résout favorablement ce dilemme par un heureux mariage des deux procédés. Objectif pleinement atteint donc, avec en prime une grande robustesse, alliée à une remarquable simplicité d'utilisation.

I - PRESENTATION GENERALE

Le multimètre est protégé efficacement contre les chocs et les agressions mécaniques diverses par un solide boîtier en élastomère. Ses dimensions sont de 145 x 105 x 43 mm et sa masse totale, avec la pile et les cordons, se limite à 560 g.

Il permet les mesures de :

- tensions continues et alternatives jusqu'à 1 000 V ;
- intensités continues et alternatives jusqu'à 20 A ;
- résistances jusqu'à 20 M Ω ;
- décibels (dB) en voltmètre alternatif sur l'échelle analogique.

Il peut également réaliser :

- des tests de continuité sonore
- des tests de semi-conducteur.

Enfin, le MAN'X TOP PLUS peut également être utilisé en galvanomètre de zéro.

II - CARACTERISTIQUES GENERALES

a) Affichage analogique

Le multimètre est utilisable en galvanomètre de zéro car l'aiguille dévie toujours dans le même sens, de gauche à droite, même pour une valeur négative. La polarité est indiquée sur l'affichage numérique par l'apparition du signe « - » en négatif. Cette disposition permet de disposer d'une longueur double d'échelle pour la mesure de valeurs fluctuant autour de la valeur zéro.

Le cadran comporte deux échelles noires 0-25 et 0-1 000 ; de plus, une échelle rouge autorise la mesure des décibels.



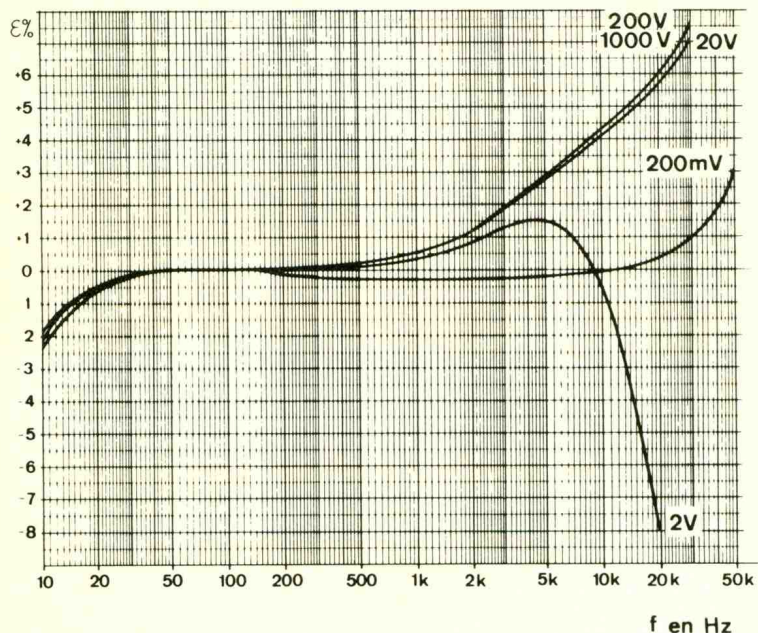
1

Erreur maximale dans une plage allant de 20 à 80 % du calibre.

2

Réponse en fréquence du MAN'X TOP PLUS.

Fonctions	V $\overline{\overline{=}}$	V \sim	A $\overline{\overline{=}}$	A \sim	Ω
%/10 °C	0,17	0,26	0,31	0,5	0,32



- **Sur le calibre 200 mV :**
± 0,5 dB ± 2 pt de 10 Hz à 50 kHz
- **Sur les autres calibres :**
± 0,5 dB ± 2 pt de 10 Hz à 20 kHz.

b) Affichage numérique

Il se caractérise par 2 000 points de mesure. Les chiffres ont des hauteurs de 9 mm, et l'affichage du signe « - » est automatique. La position de la virgule dépend du calibre de mesure. En cas de dépassement de la valeur mesurable, seul le « 1 » reste visible, précédé le cas échéant du signe « - ».

c) Alimentation

L'énergie est fournie par une pile de 9 V (6F22). La consommation varie de 0,75 mA pour les calibres V, A et $\overline{\overline{=}}$ avec le commutateur TRMS sur « alternatif », jusqu'à 4,9 mA pour le test de continuité sonore.

Il en résulte une autonomie tout à fait respectable, pouvant atteindre 650 heures avec une pile alcaline. Lorsque la tension de la pile tombe dans une plage allant de 7,1 à 7,5 V, deux points apparaissent entre les deux chiffres du milieu de l'affichage numérique.

d) Utilisation

Les raccordements se réalisent par l'intermédiaire de trois bornes de sécurité :

- une borne commune à toutes les fonctions ;
- une borne séparée pour les calibres 20 A $\overline{\overline{=}}$ et \sim ;
- une borne pour les autres calibres.

Le commutateur rotatif permet de sélectionner 28 calibres en plus de la position « arrêt ». Grâce à un commutateur de couplage « TRMS » à deux positions, il est possible d'éliminer la composante continue d'une valeur sur la position « alternatif ». Nous en reparlerons.

Le domaine climatique de référence se situe de + 20 à + 25 °C, mais la plage de fonctionnement s'étale de 0 °C à + 50 °C.

Le tableau de la figure 1 met en évidence la dérive, tout à fait négligeable, pour une variation de température de 10 °C.

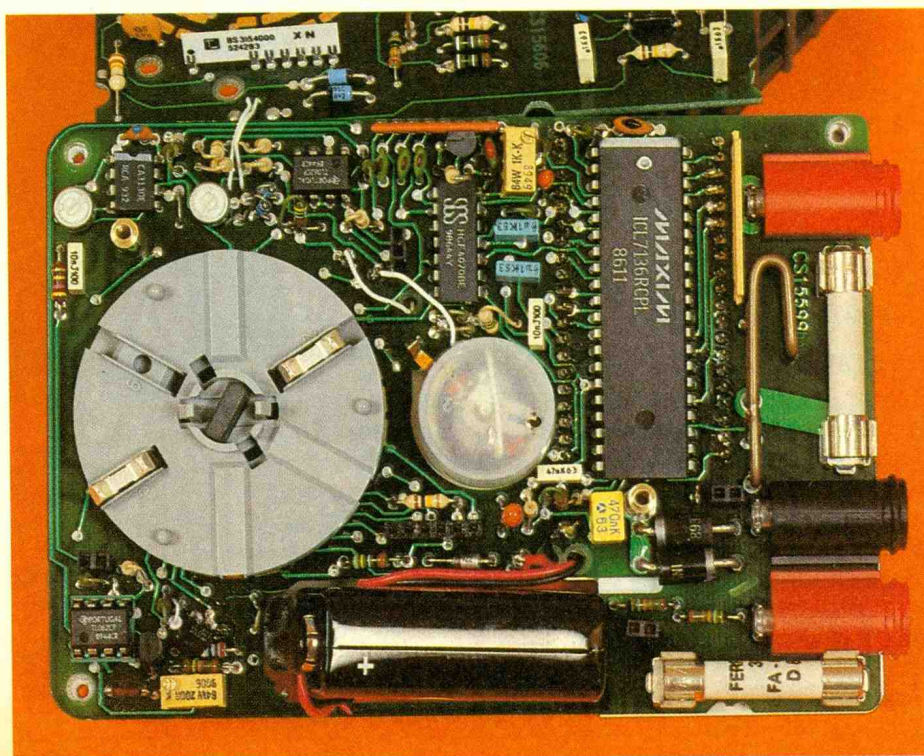
La figure 2 fait montre de l'incidence de la fréquence du signal à mesurer par rapport à une référence de fréquences s'étalant de 40 à 500 Hz.

e) Protections

Les calibres 20 A $\overline{\overline{=}}$ et \sim sont protégés par un fusible de 16 A à fusion rapide. En cas de fusion, les autres calibres restent entièrement opérationnels.

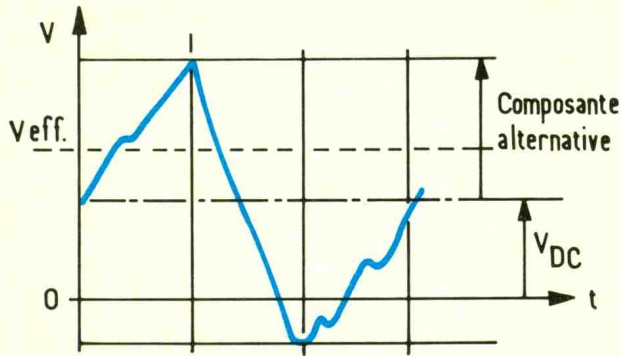
Les autres calibres affectés à la mesure des intensités sont protégés par un fusible de 315 mA à fusion rapide et par deux diodes de puissance. Lorsque le fusible fond, les calibres 20 A continuent de fonctionner.

Photo 2. - On aperçoit sur le côté droit de la platine les deux fusibles de protection.

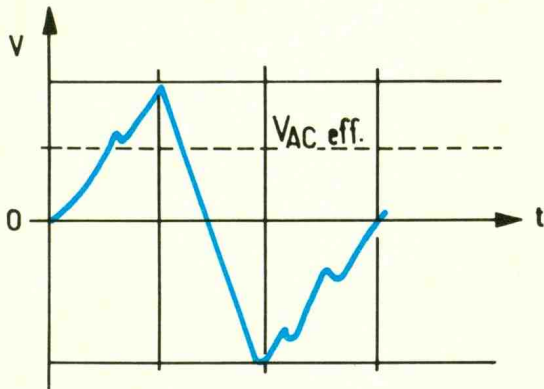


3a

Mesure d'une valeur RMS en couplage continu.



$$V_{\text{eff}} = \sqrt{V_{\text{AC eff}}^2 + V_{\text{DC}}^2}$$



3b

Mesure d'une valeur RMS en couplage alternatif.

Enfin, une thermistance CTP protège les calibres Ω et \rightarrow contre les surcharges accidentelles jusqu'à 380 V.

Les calibres 200 mV peuvent supporter des surcharges brèves accidentelles jusqu'à 380 V. Les calibres 1 000 V admettent 1 200 V, et tous les autres calibres peuvent supporter 1 000 V. La rigidité diélectrique du multimètre est garantie pour 6 kV à 50 Hz entre les bornes et l'extérieur du boîtier.

Les fusibles peuvent être auto-testés, en plaçant le commutateur rotatif sur position « test de continuité » (●)).

Fusible 315 mA

En court-circuitant les bornes « VA Ω » et « COM », le buzzer doit sonner. En retirant le cordon, si le buzzer cesse de sonner, le fusible est en état de fonctionnement. Il est défectueux si le buzzer continue de sonner.

Fusible de 16 A

Le buzzer sonne si on court-circuite les mêmes bornes que ci-dessus. En court-circuitant les bornes « VA Ω » et « 20 A », le fusible est en bon état si le buzzer sonne. Dans le cas contraire, le fusible est défectueux.

Pour remplacer la pile ou les fusibles, il suffit de démonter le double fond arrière du boîtier à l'aide d'une simple pièce de monnaie.

III – MESURES

a) Le commutateur TRMS (fig. 3)

Une caractéristique intéressante du Man'X Top Plus est la mesure de la valeur efficace vraie, avec ou sans composante continue. On définit cette valeur efficace comme étant celle d'une tension continue qui provoquerait le même échauffement dans une résistance pure donnée, et pendant la même durée.

Une tension de forme quelconque peut toujours se décomposer en une composante alternative superposée à une composante continue. On peut ainsi démontrer que :

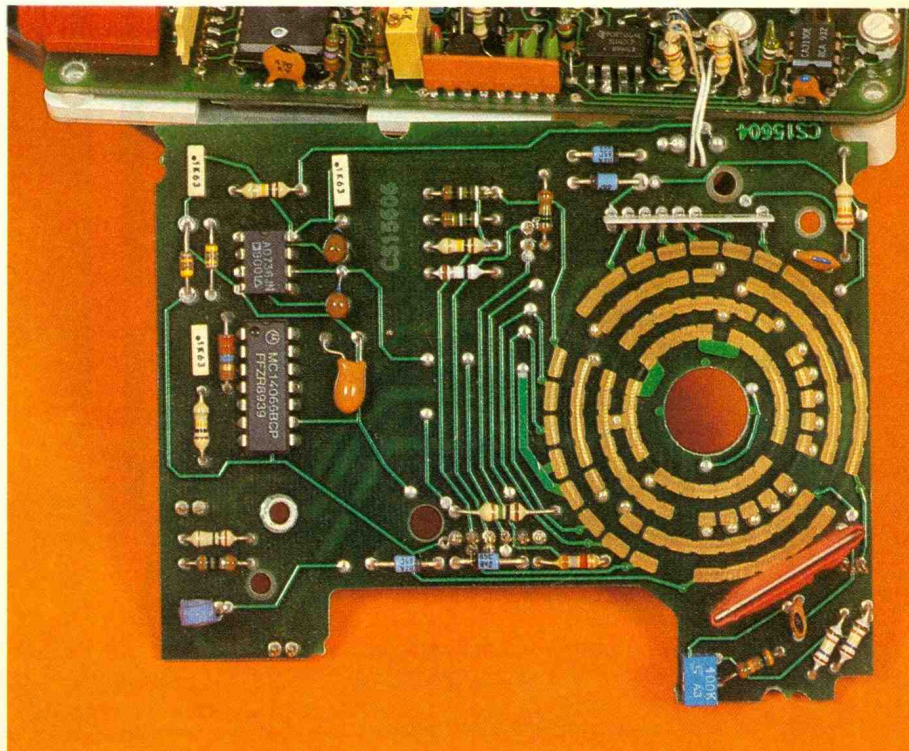
$$V_{\text{eff}} = \sqrt{V_{\text{AC eff}}^2 + V_{\text{DC}}^2}$$

V_{eff} = valeur efficace

$V_{\text{AC eff}}$ = valeur efficace de la composante alternative

V_{DC} = valeur de la composante continue.

Photo 3. – Les pistes du circuit imprimé sont partie prenante du rotacteur central.



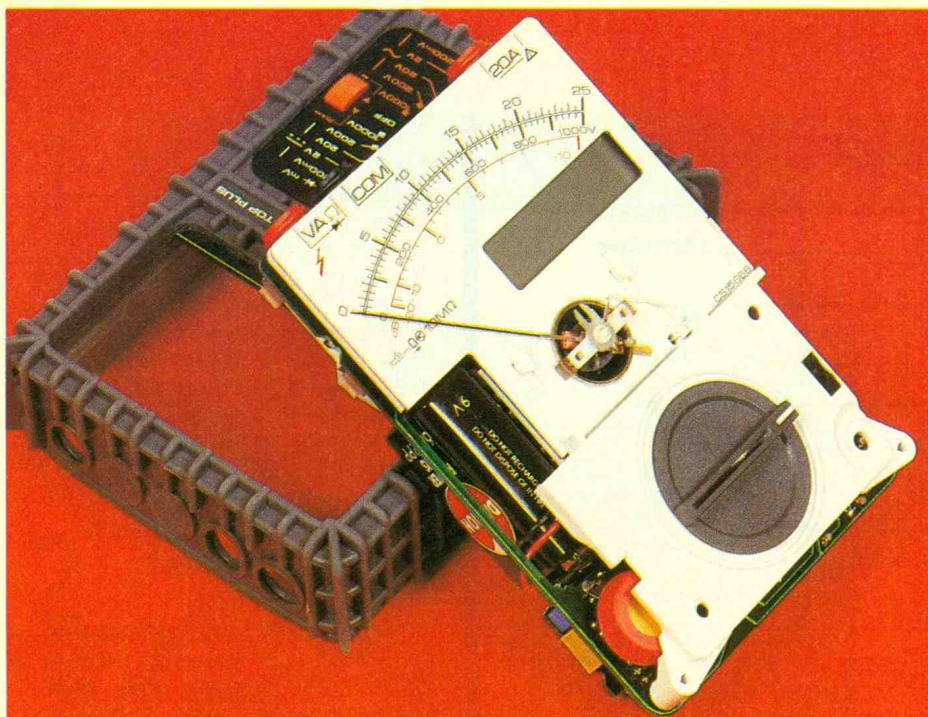


Photo 4. – Vue du cadre mobile du galvanomètre.

En plaçant le commutateur TRMS sur la position « $\overline{=}$ + \sim », le multimètre mesure, en **valeur efficace**, la composante continue et la composante alternative.

En revanche, si le commutateur est en position « \sim », seule la composante alternative est prise en compte : la composante continue se trouve éliminée.

b) Tensions continues et alternatives TRMS

Il suffit de placer le commutateur rotatif sur le calibre souhaité. Les impédances des entrées sont tout à fait correctes :

- supérieures à 100 M Ω /72 pF en calibre 200 mV ;
- 10 M Ω /72 pF pour les autres calibres.

La précision est de l'ordre de 1 % en affichage numérique et de 2,5 % en affichage analogique.

c) Intensités continues et alternatives TRMS

Le commutateur rotatif sera placé sur la position adaptée à la mesure. On n'oubliera pas d'utiliser la borne « 20 A » si l'intensité à mesurer est supérieure à 200 mA. Si l'intensité est supérieure à 10 A, il est conseillé de limiter le temps de mesure à 2 minutes. Le temps de réponse est de l'ordre de 2 secondes.

d) Résistances

Le commutateur rotatif sera positionné sur le calibre approprié.

On notera que l'échelle analogique est linéaire, ce qui est rarement le cas pour les multimètres courants.

En circuit ouvert (R infinie), l'aiguille vient en butée sur la droite de l'échelle. Il faut compter un temps de réponse de 6 secondes sur le calibre de 20 M Ω , un peu moins sur les autres calibres. La précision que l'on peut escompter est de $\pm 1\%$ en affichage numérique et de $\pm 2,5\%$ en affichage analogique.

e) Continuité sonore

Le commutateur est à placer sur la symbole \bullet). Le signal sonore est émis par le buzzer si la résistance testée reste inférieure à 100 Ω .

f) Test des semi-conducteurs

Le commutateur doit occuper la position « \rightarrow mV ». La polarité positive se trouve sur la borne « VA Ω ». L'appareil indique le potentiel de jonction de 0 à 1 999 mV en numérique et de 0 à 2 500 mV en analogique.

g) Mesures en décibels

Rappelons que le niveau N en dB d'une tension alternative peut être exprimé par l'expression mathématique :

$$N_{dB} = 20 \log_{10} \frac{U}{U_0}$$

dans laquelle la valeur U_0 est de 0,775 V \sim (puissance de 1 mW

dissipée dans une résistance de 600 Ω).

Le commutateur TRMS est à placer sur « \sim » et le commutateur sera positionné sur le calibre « 2 V \sim ». La lecture est alors directe sur l'échelle rouge (de -20 à +10 dB).

Il est possible d'utiliser les autres calibres ; dans ce cas, sur les calibres :

- 200 mV \sim : retrancher 20 dB
- 20 V \sim : ajouter 20 dB
- 200 V \sim : ajouter 40 dB

IV – ACCESSOIRES DE MESURE

Plusieurs accessoires de mesure élargissent considérablement le champ d'application du Man'X Top Plus. Il s'agit :

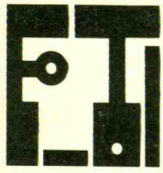
- de la sonde de température ST2 (-50 à 1 000 $^{\circ}$ C) ;
- de la sonde CDA 4000 D qui permet de mesurer des tensions continues jusqu'à 30 000 V ;
- de shunts de calibres divers caractérisés par une chute de tension de 200 mV ;
- de plusieurs types de pinces ampèremétriques qui permettent de mesurer des intensités alternatives sans ouvrir le circuit électrique ;
- de pinces ampèremétriques à effet Hall autorisant même les mesures d'intensités continues ;
- de la sonde « Tachytronic 6 » qui permet de transformer le multimètre en tachymètre ;
- de la cellule photoélectrique CDA 651A pour obtenir un luxmètre.

V – CONCLUSION

Elle sera brève : le multimètre Man'X Top Plus est un appareil de mesure véritablement performant qui a su tirer habilement parti de la combinaison des affichages numérique et digital, tout en restant simple et fiable. De plus, et grâce à un catalogue élargi d'accessoires, il devient universel.

Robert KNOERR

LES CIRCUITS LM 1871 ET LM 1872



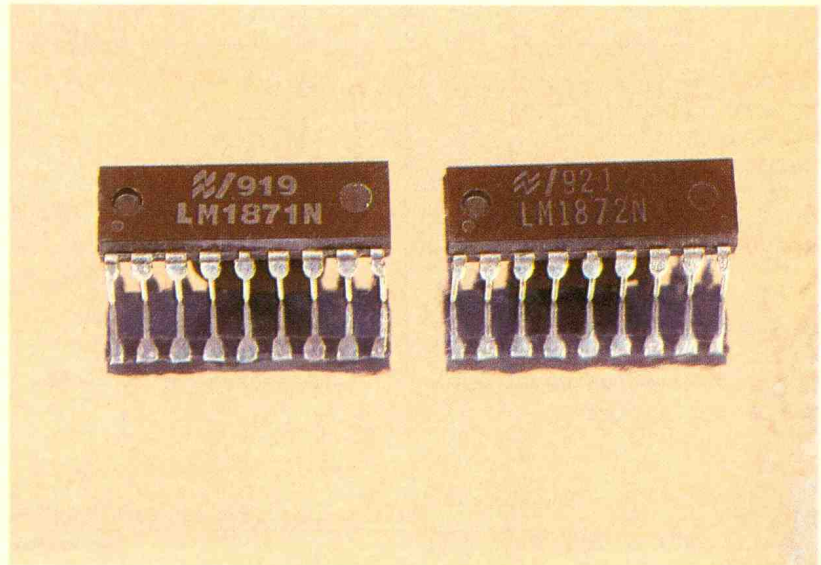
Ces deux circuits forment un couple parfaitement adapté aux besoins en radiocommande pour les jouets, d'une part, et également pour des applications modélistes et domestiques. Le LM 1871 constitue l'émetteur avec son codeur à six voies proportionnelles et à quatre voies en commande TOUT ou RIEN. Le LM 1872 regroupe les fonctions d'un récepteur de radiocommande équipé d'un décodeur disposant de deux voies proportionnelles et deux voies TOUT ou RIEN.

L'objectif de ces lignes consiste à vous les présenter d'une façon simple, car leur structure interne reste des plus complexes. Leur mise en service relativement facile nécessite peu de composants annexes. La firme National Semi-conductor les propose depuis onze ans à son catalogue avec un boîtier DIL 18 broches, « mais toujours pas de boîtier CMD » !

LE CODAGE DES VOIES

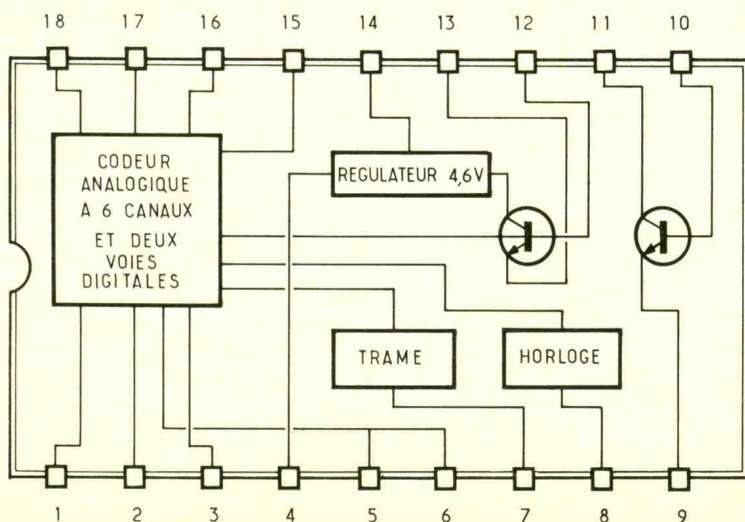
L'émetteur LM 1871

La **figure 1** représente le schéma synoptique du circuit intégré. Le codage des six voies proportionnelles s'effectue par des résistances ajustables, qui modifient la largeur des créneaux correspondant au numéro de la voie. Un jeu de condensateurs fixe la longueur de la trame et la largeur



des créneaux. Les voies TOUT ou RIEN s'obtiennent par la mise à la masse de deux broches pouvant donner jusqu'à quatre possibilités de commandes. L'alimentation du circuit est assurée par

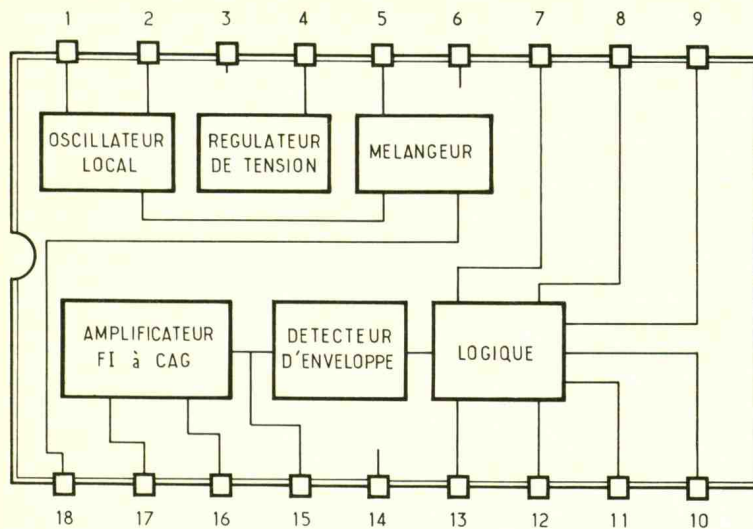
un régulateur interne procurant 4,6 V, ce qui assure un fonctionnement stable, quelles que soient les variations de tension de la pile 9 V. Deux transistors internes réalisent les fonctions HF,



- 1 canal 3
 - 2 canal 2
 - 3 canal 1
 - 4 sortie 4,6 V régulée
 - 5 canal A digital
 - 6 canal B digital
 - 7 constante de temps de la trame
 - 8 constante de temps de l'horloge
 - 9 masse du circuit
 - 10 polarisation du transistor oscillateur
 - 11 sortie HF et circuit accordé
 - 12 filtre de modulation
 - 13 sortie du modulateur
 - 14 Vcc du circuit
 - 15 constante de temps de modulation
 - 16 canal 6
 - 17 canal 5
 - 18 canal 4
- } analogiques
} analogiques

4

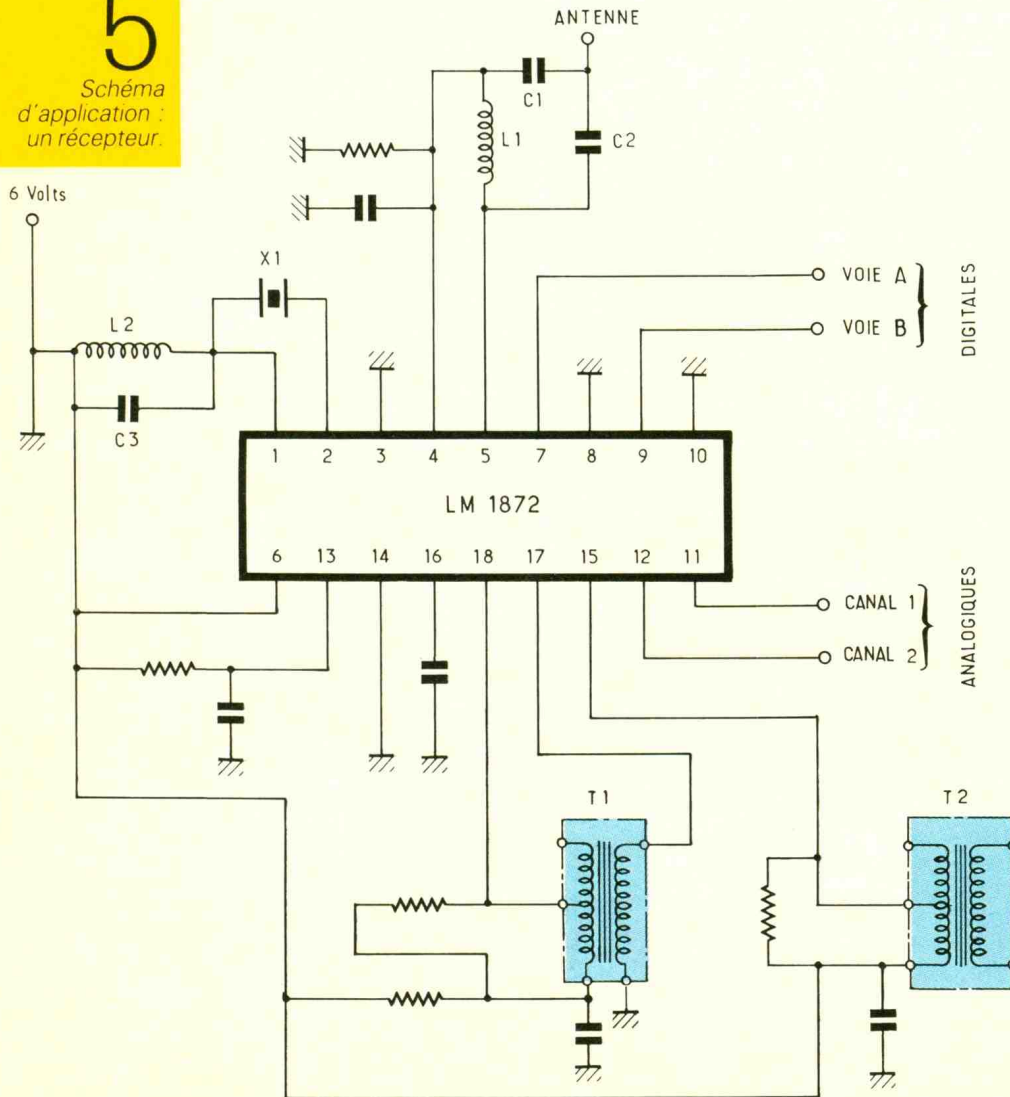
Constitution du LM 1872.



- 1 circuit accordé de l'oscillateur
- 2 quartz
- 3 masse section HF
- 4 sortie tension régulée
- 5 entrée mélangeur
- 6 alimentation
- 7 collecteur canal A
- 8 émetteur canal A
- 9 collecteur canal B
- 10 émetteur canal B
- 11 canal analogique 1
- 12 canal analogique 2
- 13 constante de temps de la synchro
- 14 masse section logique
- 15 sortie ampli FI
- 16 constante de temps de l'AGC
- 17 entrée ampli FI
- 18 sortie mélangeur

5

Schéma d'application : un récepteur.



la figure 4 laisse présager une grande complexité de l'électronique interne. Il contient un récepteur en modulation d'amplitude et toute la logique de décodage. De cette manière, très peu de composants annexes seront nécessaires. La tension d'alimentation maximale se situe à 7 V et peut fonctionner à partir de 2,5 V, sa consommation moyenne avoisine les 13 mA quand les voies digitales et analogiques sont hors service, pour atteindre 30 mA en service.

La section HF

Le récepteur à simple changement de fréquence possède un oscillateur local couplé en courant continu au mélangeur. L'oscillation du quartz, provoquée par le couplage entre la base et le collecteur du transistor, nécessite un circuit inductif accordé par une capacité sur la fréquence à recevoir moins 455 kHz. Comme le LM 1871, le LM 1872 peut fonctionner dans les gammes de fréquences allant de 27 à 72 MHz et tous les quartz disponibles dans le commerce semble lui convenir. L'entrée du mélangeur reste sensible aux signaux forts, celui-ci se sature rapidement, et le fonctionnement global se retrouve entravé. La sortie du mélangeur est filtrée, et seule la fréquence de 455 kHz peut passer au travers de l'amplificateur FI. Le filtrage est assuré par deux transformateurs et le signal subit une amplification de son niveau d'environ 58 décibels. Le démodulateur d'enveloppe ou d'amplitude procure

6

Codage des circuits présentés.

LM 1871	
broche 5 canal A	broche 6 canal B
ouvert	ouvert
masse	ouvert
ouvert	masse
masse	masse

7

Extension du LM 1872 à 6 voies.

LM 1872	
broche 7 canal A	broche 9 canal B
état bas	état bas
état haut	état bas
état bas	état haut
état haut	état haut

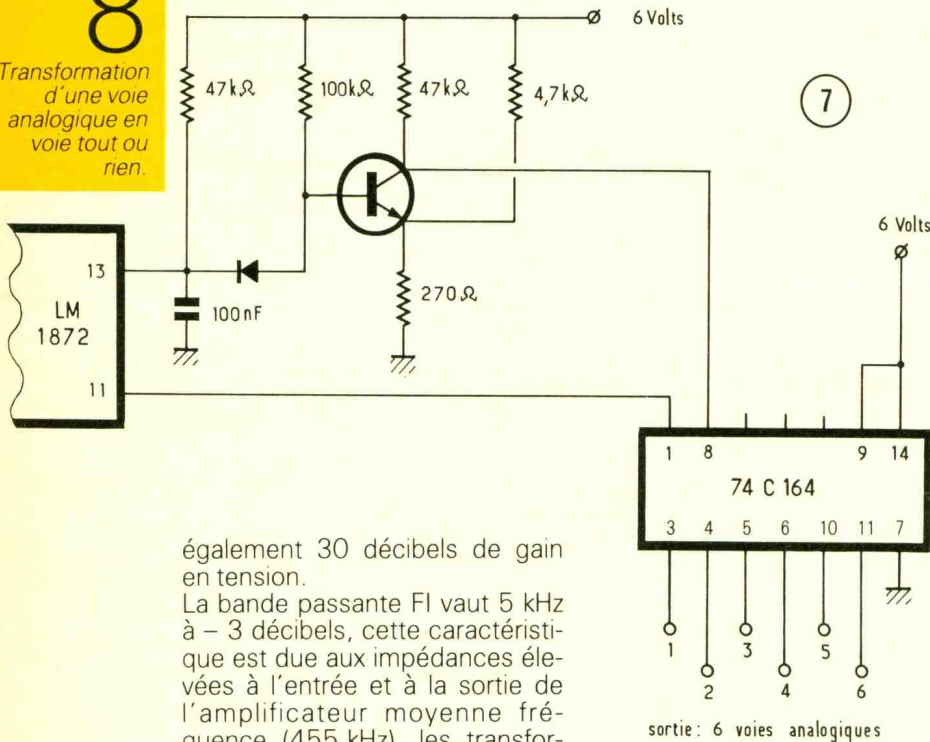
Figure 6

LA SECTION DECODAGE

Le LM 1872 permet le décodage direct de deux voies proportionnelles et deux voies TOUT ou RIEN. Nous verrons comment étendre le système en effectuant un décodage externe au circuit. La figure 3 montre le chronogramme de six voies proportionnelles transmises par le LM 1871. Notez la forme de l'onde HF modulée en amplitude par l'émetteur, avec un oscilloscope double trace possédant une bande passante d'au moins 50 MHz ; vous pourrez mettre en évidence cet événement en comparant la forme de l'onde émise à celle reçue et translatée à 455 kHz sur la broche 15 du LM 1872, juste avant le démodulateur. La largeur des créneaux Tch dépend de la position des potentiomètres de commande sur l'émetteur et génère, aux broches 11 et 12, les deux voies de commandes proportionnelles,

8

Transformation d'une voie analogique en voie tout ou rien.



également 30 décibels de gain en tension.

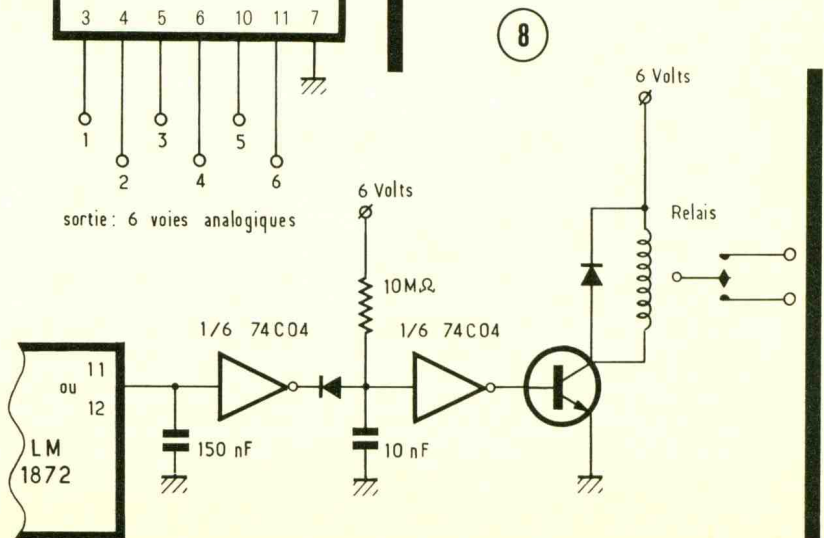
La bande passante FI vaut 5 kHz à - 3 décibels, cette caractéristique est due aux impédances élevées à l'entrée et à la sortie de l'amplificateur moyenne fréquence (455 kHz), les transformateurs conservent ainsi un facteur de surtension élevé. Un deuxième détecteur engendre une tension continue, proportionnelle à l'amplitude du signal incident à l'antenne de réception, elle contrôle le gain de l'amplificateur FI. La figure 5 propose un schéma typique d'application de ce circuit intégré, dédié exclusivement à l'usage des modélistes.

pour la variation de la position du moteur d'un servomécanisme standard. Ce genre de servomoteur nécessite, pour sa position centrale, un créneau d'une largeur de 1,5 ms, il va à droite pour une largeur de 2 ms et à gauche pour 1 ms. Le nombre de voies TOUT ou RIEN programmées sur le LM 1871 par les poussoirs A et B donne sur les broches 7 et 9 du LM 1872, les informations présentées par la table de vérité de la figure 6. Pour correspondre aux possibilités de codage du LM 1871 (le codage de six voies proportionnelles), nous vous proposons le schéma de la figure 7 pour leurs décodages. Par ailleurs, il s'avère possible de transformer une voie proportionnelle en voie TOUT ou RIEN, comme le suggère la figure 8, cela peut être fort utile en modélisme naval.

CONCLUSION

Bien qu'un peu âgés, ces deux circuits intégrés présentent encore de bonnes performances, si l'on avise à les comparer à certains circuits dédiés de la nouvelle génération. Ils sont malgré tout d'une mise au point fort aisée et impliquent un coût de réalisation vraiment bas, le plus impressionnant restant la facilité de mise en œuvre, ce qui plaira à nos lecteurs, nous en sommes sûrs. Alors rendez-vous pour la réalisation pratique d'une petite radio-commande de poche.

Ph. B.



TELECOMMANDE 72 MHz QUATRE CANAUX TOUT OU RIEN



Nous vous proposons un montage assez simple à régler et surtout peu encombrant ; vous aurez la possibilité d'actionner jusqu'à quatre relais, dont un par défaut en commande TOUT ou RIEN. Les commandes sont disponibles l'une après l'autre. Nous verrons, au cours de ces lignes, les limites du système proposé ce mois-ci.

CARACTERISTIQUES ET PERFORMANCES

L'émetteur

Consommation sous 9 V : 45 mA dont 10 pour l'amplificateur de sortie (2N2369).

Nombre de canaux : 4.

Puissance de sortie : 10 mW.

Portée en vue directe : une dizaine de mètres avec les antennes préconisées dans le texte.

Le récepteur

Consommation sous 12 V : 35 mA.

Courant sous 12 V : 100 mA maximum.

Nombre de canaux : 4.

Sensibilité utile : 20 μ V.

Sélectivité FI : 10 kHz à - 10 dB.

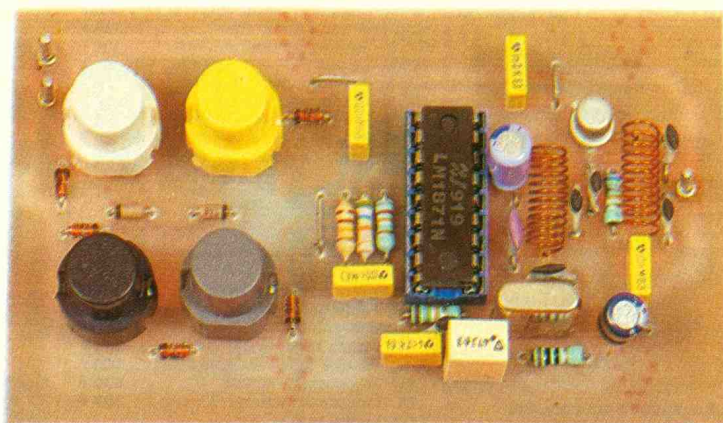
FUNCTIONNEMENT DE L'EMETTEUR

Section codage

Conçu selon les spécifications de National Semi-conductor, nous l'avons adapté aux besoins cou-

rants de l'amateur et vers une mise au point plus simple. Les pots ferrites ont été remplacés par des inductances fabriquées avec du fil de cuivre qui ne demande aucun réglage, ce qui fera plaisir à nos lecteurs. Quatre poussoirs Isostat effectuent la mise en route de l'émetteur pour chaque voie digitale, fonction réalisée par les diodes 1N4148 entre le moins de la pile et la masse du transmetteur ; la diffé-

rence de potentiels aux bornes des diodes n'influence pas le fonctionnement de l'appareil. Le codage des voies TOUT ou RIEN s'effectue également par ces mêmes poussoirs avec des diodes connectées aux broches 5 et 6. Le tableau de la **figure 1** explique clairement le principe du codage. Le schéma fonctionnel de l'émetteur donné par la **figure 2** permet d'apprécier la simplicité du montage. Les six voies analogiques générées par le LM 1871 aux broches 1 à 3 et 16 à 18 sont sélectionnées par les diodes connectées aux broches 5 et 6. Cette façon de procéder permet de n'envoyer que les voies 3 à 6 sur le modulateur en amplitude. Le récepteur décodera ce train série pour le restituer sous forme d'impulsion. Le signal modulé en amplitude disponible en broche 11 est représenté par la **figure 3**, où l'on peut le comparer au signal du codeur présent à la broche 13 du circuit intégré. La



Broches du LM 1871		Canal correspondant après le décodage par le CD 4028
5	6	
1	1	canal 1
1	0	canal 2
0	1	canal 3
0	0	canal 4

3 voies transmises

5 voies transmises

4 voies transmises

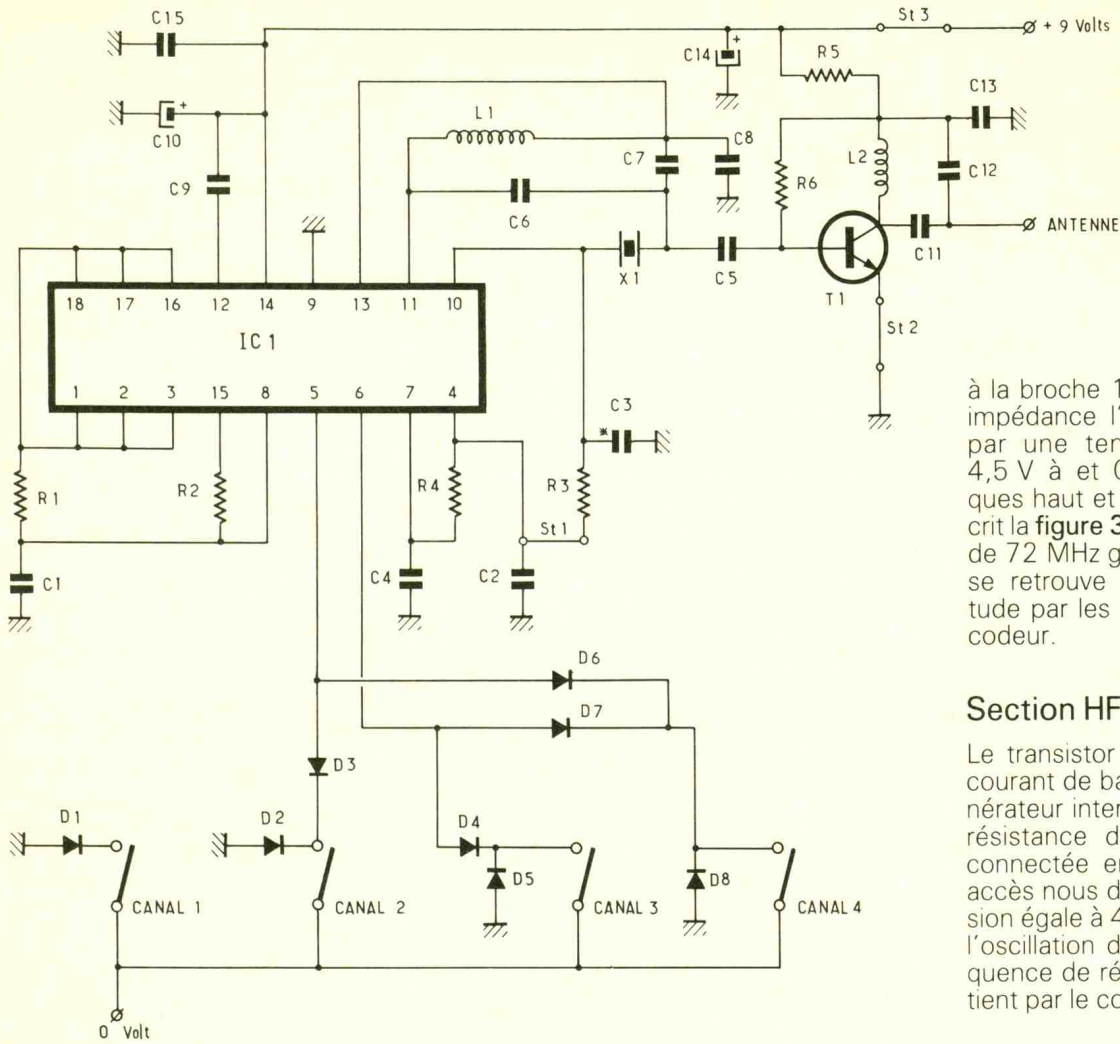
6 voies transmises

1

Diagramme de codage des quatre voies de l'émetteur.

2

Schéma de principe de l'émetteur.



à la broche 13 alimente à basse impédance l'oscillateur à quartz par une tension définie entre 4,5 V à et 0,9 V (niveaux logiques haut et bas), comme le décrit la figure 3. Ainsi, la fréquence de 72 MHz générée par le quartz se retrouve modulée en amplitude par les niveaux logiques du codeur.

Section HF

Le transistor oscillateur voit son courant de base régulé par le générateur interne au travers d'une résistance de polarisation (R3) connectée en broche 4 ; à cet accès nous disposons d'une tension égale à 4,6 V. L'entretien de l'oscillation du quartz sur sa fréquence de résonance série s'obtient par le couplage en phase de

3

Le signal analogique module l'oscillateur à quartz, en amplitude.

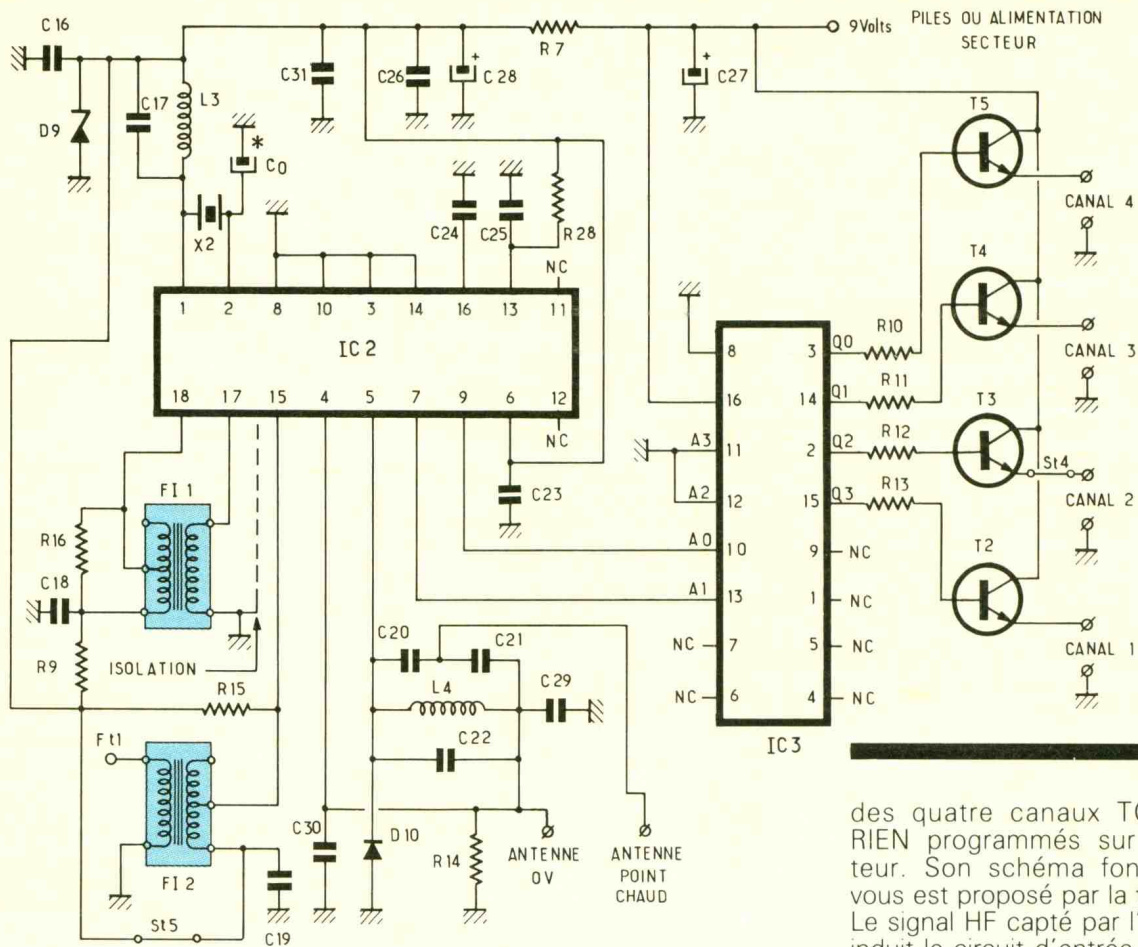
SIGNAL ANALOGIQUE	NUMERO DE CANAL	SIGNAL HF MODULE EN AMPLITUDE
	1	
	3	
	2	
	4	

longueur d'une trame reste toujours identique quel que soit le nombre de voies transmises, seule la longueur de la synchronisation varie en rapport. La sortie

du codeur disponible sur la broche 12 active ou désactive un transistor interne monté en collecteur commun au rythme du codage. Son émetteur disponible

la base et du collecteur du transistor oscillateur. L'utilisation du pont capacitif aux bornes de L1 réduit l'amortissement du réseau oscillant par la résistance de sor-

4 Schéma du récepteur.



tie du transistor oscillateur tout en facilitant la mise en œuvre. La capacité C_3 compense la fréquence de certains quartz, en la rabaisant à sa valeur marquée sur le boîtier de cristal. Une chose importante à savoir, la tolérance d'un quartz est de l'ordre de 0,01 % autour de la valeur marquée sur son boîtier. A 72 MHz, cela correspond à un écart de 7,2 kHz en plus ou en moins, ce qui avec le récepteur décrit ci-après ne convient absolument pas. Au point commun de C_6 et de C_7 , nous disposons d'un signal d'une amplitude d'environ 100 mV crête à crête. Cette valeur semble insuffisante pour exploiter le système de télécommande, il convient donc de l'amplifier pour lui procurer une valeur raisonnable. Le transistor T_1 réalise cette fonction en donnant au signal une amplitude exploitable. Ce transistor se voit polarisé en classe A. Le rapport d'amplification équivaut à 10, soit un gain en tension de 20 dB. Le circuit de sortie composé de l'inductance L_2 et des capacités C_{11} - C_{12} adapte à l'antenne l'onde modulée en amplitude.

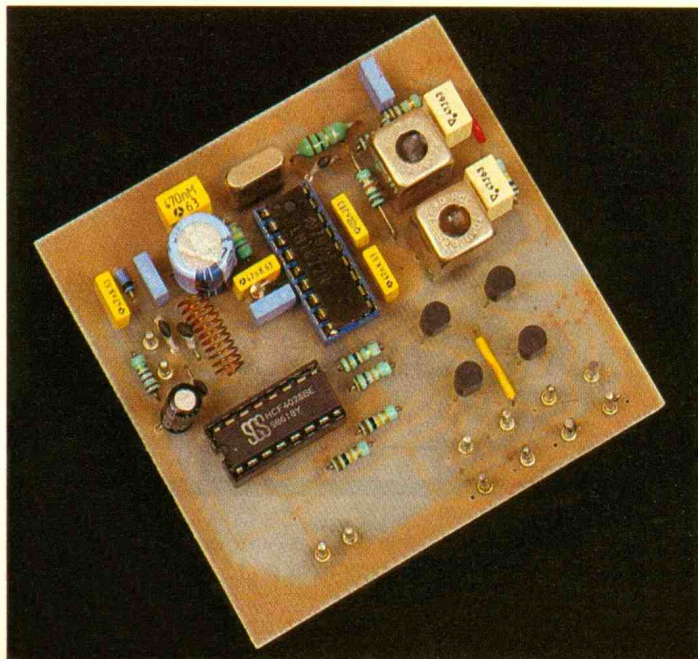
FUNCTIONNEMENT DU RECEPTEUR

Section HF

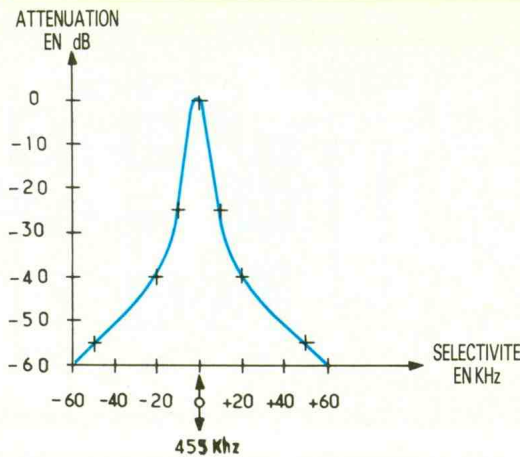
Constitué par le circuit intégré LM 1872, il permet la restitution

des quatre canaux TOUT ou RIEN programmés sur l'émetteur. Son schéma fonctionnel vous est proposé par la figure 4. Le signal HF capté par l'antenne induit le circuit d'entrée accordé par l'inductance L_4 et les capacités C_{20} - C_{21} sur la fréquence de l'émetteur pour attaquer la broche 5 du circuit intégré. Cet accès correspond à l'entrée du mélangeur actif, qui transforme la fréquence reçue en un signal FI équivalent pour sa forme mais

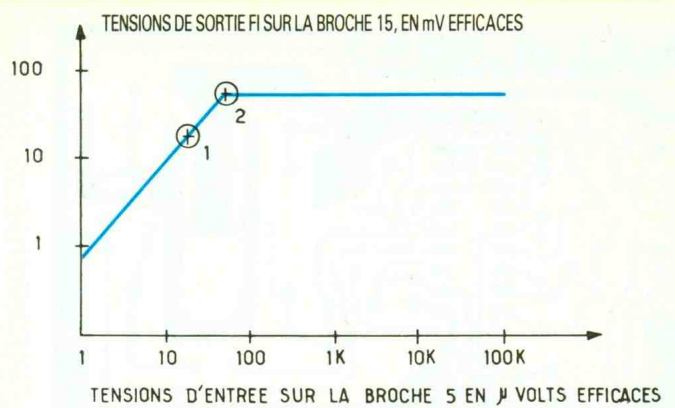
Photo 2. - Le récepteur de la télécommande 72 MHz.



5a Réponse en fréquence de l'émetteur.



5b Sensibilité du LM 1872 : le point 2 correspond au début de la compression du signal F.I. par le circuit CAG.



d'une fréquence de 455 kHz. Ce mélangeur reçoit par ailleurs un signal généré par un oscillateur local interne au LM 1872, la différence des deux signaux équivaut à la fréquence de la FI. L'oscillateur local du récepteur fonctionne grâce au quartz X2 et au circuit composé de L₃ et C₁₇ accordé dans la bande de 36 MHz. Cela vient du fait que les quartz disponibles en 72 MHz résonnent sur la fréquence de réception moins 455 kHz et divisé par deux. Normalement, nous devrions utiliser un doubleur de fréquence, mais, comme chacun le sait, tout oscillateur génère des harmoniques, et nous en profitons aujourd'hui en prenant la deuxième (72 MHz). Il aurait été plus judicieux de tailler des quartz en ré-

sonance série overtone 3. La remarque faite pour l'émetteur reste valable ici pour l'ajustage exact de la fréquence du quartz. La capacité C₀ sur le schéma n'existe pas sur notre maquette mais pourrait être utile avec certains cristaux disponibles dans le commerce. La mesure de la fréquence d'oscillation s'effectue avec l'aide d'un fréquencemètre, prêté par un ami si vous n'en disposez pas.

Section FI

Disponible sur la broche 18 du boîtier, cette différence est filtrée par FI₁ puis amplifiée avec un gain de 58 dB. La sortie se retrouve en broche 15 sur le filtre FI₂ afin d'être appliqué sur le démodulateur d'enveloppe qui offre un gain supplémentaire de 30 dB et du contrôle de gain (CAG). Le temps de retour du CAG s'ajuste une fois pour toutes par la capacité C₁₆. Nous verrons lors de la mise au point du montage combien il s'avère important de conjuguer les réglages de FI₁ et FI₂ pour obtenir le fonctionnement correct du décodeur de voies. Ces transformateurs déterminent la sélectivité du récepteur ; selon le graphe présenté par la figure 5, nous obtenons à -10 dB de l'amplitude maximale du signal FI une bande passante crête à crête de 5 kHz. Cette figure comporte également la courbe de sensibilité du récepteur, où l'on peut y voir l'action du CAG pour les signaux d'entrée (broche 5) dont l'amplitude atteint 100 µV. Le point 1 du graphe indique que nous disposons d'un gain de 58 dB procuré par l'amplificateur 455 kHz. Notez enfin le trait pointillé sur le schéma de la figure 4, qui correspond au 'blindage' réalisé sur le

circuit imprimé pour isoler l'entrée et la sortie de l'amplificateur FI.

Le décodage des quatre voies TOUT OU RIEN

Nous disposons aux broches 7 et 9 d'un niveau logique dépendant du nombre de voies transmises par le LM 1871 (fig. 1 et 3). La figure 6 donne, en fonction des niveaux de sortie, la logique de décodage de IC₃ (CD 4028). Les quatre sorties de ce circuit actionnent quatre transistors T₂ à T₅. Ces derniers offrent la possibilité d'activer des charges demandant jusqu'à 100 mA.

REALISATION PRATIQUE

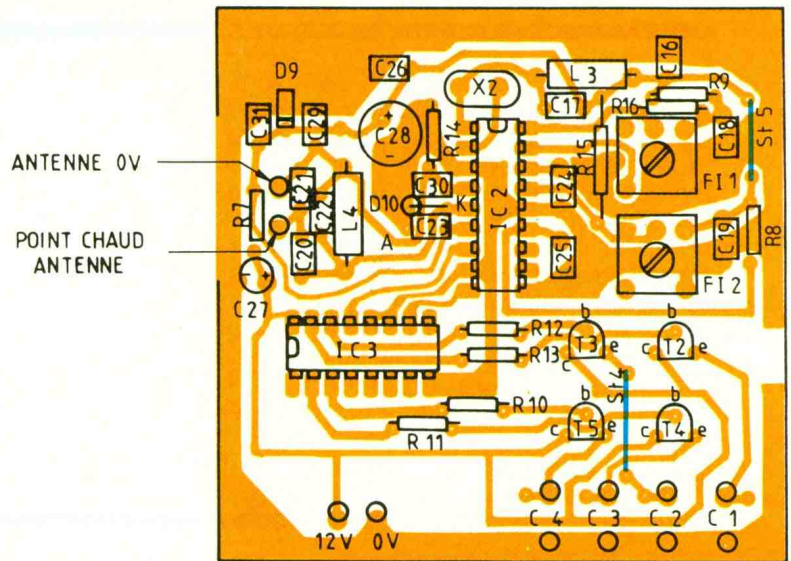
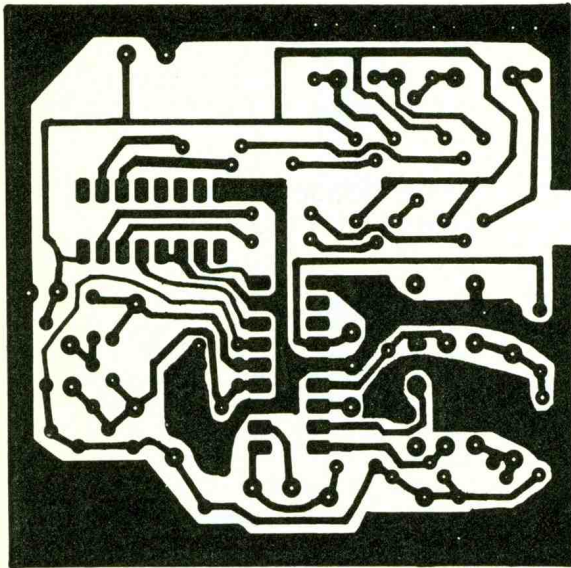
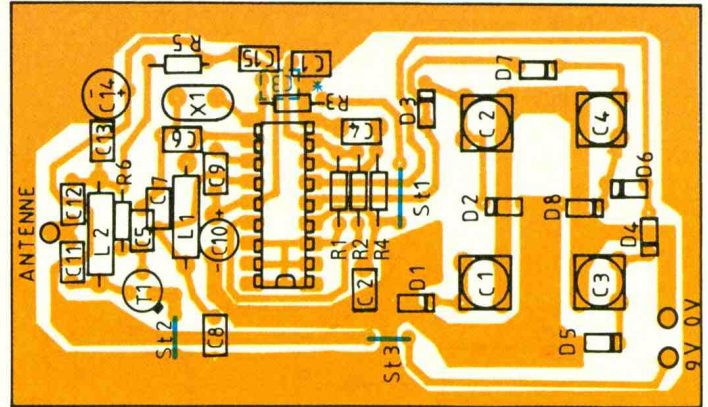
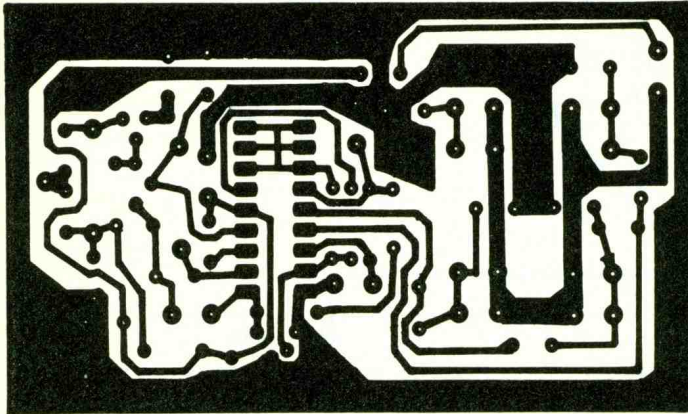
Les circuits imprimés

Le montage comporte deux circuits imprimés en verre époxy simple face, dont les dessins vous sont présentés aux figures 7 et 8. Une des méthodes, couramment pratiquée par l'électronicien, consiste à photocopier sur papier calque les dessins proposés par la revue, et d'effectuer ensuite l'insolation du « mylar » ainsi obtenu sur une plaque de circuit photosensible (positive). Puis après la révélation du circuit, s'opère la gravure à l'aide de perchlore de fer. Cela fait, vous réaliserez le perçage des deux circuits imprimés au diamètre de 0,7 mm, sauf pour les quartz : 1,1 mm, les pots ferrites : 1,1 mm pour leurs picots et 1,5 mm pour les points de masse (capots de blindage). Une fois tous les perçages réalisés, vous découperez les deux circuits imprimés de la couche photosensible restante avec de l'éthanol

Entrée			
A ₀	A ₁	A ₂	A ₃
0	0	0	0
0	1	0	0
1	0	0	0
1	1	0	0

Sortie				N° du canal
O ₀	O ₁	O ₂	O ₃	
1	0	0	0	4
0	1	0	0	3
0	0	1	0	2
0	0	0	1	1

6 Table de vérité du décodage des 4 voies du récepteur.



dénaturé. Dans le cas où ces manipulations vous semblent fastidieuses n'hésitez pas à faire appel aux annonceurs de la revue pour réaliser vos circuits imprimés.

Réalisation des selfs

Celles-ci seront réalisées à l'aide d'un foret d'un diamètre de 4 mm, le fil de cuivre émaillé d'un diamètre de 0,5 mm est enroulé autour du foret. Les quatre selfs auront onze spires pour faciliter la tâche du lecteur. Pour retirer

l'émail à chaque extrémité, vous utiliserez un briquet pour le brûler. Puis, à l'aide d'un cutter, il faudra gratter et mettre ainsi à nu le cuivre. Lors de l'implantation des composants, vous étirez les selfs de telle manière qu'elles occupent la place prévue sur les deux circuits imprimés. Pour vous guider dans votre réalisation, nous vous proposons les dessins de la figure 9.

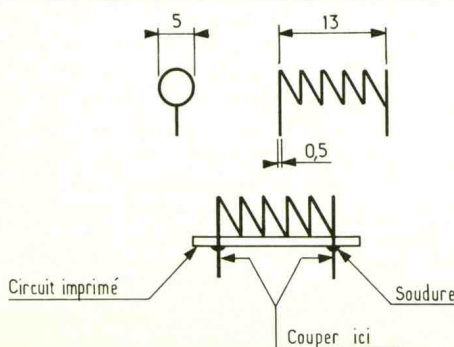
L'implantation des composants

Les implantations présentées aux figures 10 et 11 permettent de réaliser le câblage. Tous les circuits intégrés sont disposés sur des supports de bonne qualité. Vous prendrez un soin tout particulier lors des soudures réalisées sur les transformateurs FI1 et FI2, le quartz et l'inductance surmoulée « L3 », ces derniers composants s'avérant très fragiles. Les antennes de réception et d'émission sont construites en fonction de vos besoins spécifiques.

L'émetteur et le récepteur disposent chacun d'une antenne filaire de un mètre de longueur. L'autre solution consiste, pour l'émetteur, de réaliser une antenne en forme de bobinage ; nous l'avons essayé avec de bons résultats jusqu'à 5 mètres de portée, en vue directe avec l'antenne de réception décrite ; cette bobine fabriquée avec du fil de cuivre d'un diamètre de 10/10 de mm comporte dix spires, espacées de telle façon que l'on obtienne la largeur du circuit imprimé ; le diamètre du bobinage sera d'environ 15 mm.

MISE EN BOITIER

L'émetteur prend place dans un Heiland HE 222. Le récepteur aura de préférence une place à l'intérieur d'un boîtier Teko métallique. Ce qui évite bien des problèmes. L'entrée d'antenne peut être réalisée à l'aide d'une fiche RCA alors que les sorties de



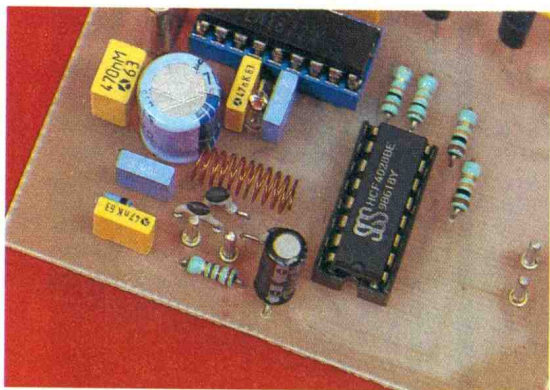


Photo 3. — La self sera réalisée à l'aide de fil de cuivre émaillé.

commande (1 à 4) se verront affectées sur quatre paires de fiches banane.

MISE AU POINT ET FONCTIONNEMENT

Avant toute manipulation sur le récepteur, il faut connecter sur chaque sortie une diode électroluminescente, de couleur différente pour chaque canal, et une résistance de 51Ω sur l'entrée antenne. Côté émetteur, une résistance de 51Ω sera également soudée sur la sortie d'antenne. Après les vérifications d'usage contre les courts-circuits, les faux contacts et les bonnes polarités des divers composants, vous pouvez mettre sous tension tout d'abord l'émetteur, puis le récepteur. Vous constatez qu'une diode au moins s'allume, en général celle du canal 3. Pour l'instant, cela n'est d'aucune importance. L'émetteur ne nécessite aucune mise au point ; en revanche, le récepteur sera réglé avec la plus grande précaution. En effet, du réglage dépend le fonc-

Photo 4. — Vue des transformateurs F.I.



tionnement correct de celui-ci, pour commencer il s'agit de connecter un voltmètre courant continu sur la broche 16 du LM 1872 pour contrôler la tension du CAG. Sans signal HF sur l'antenne, cette tension se situe vers 700 mV et monte jusqu'à 1,5 V pour un signal de forte amplitude. Si vous en disposez, connectez un oscilloscope sur le secondaire de F12 (au point PT1 sur le schéma) par un fil très court, la sensibilité de l'amplificateur vertical en position 50 mV par division. Placez les deux appareils à une distance de 20 cm pour commencer les réglages. Appuyez sur le canal 1 (bouton jaune) et commencez le réglage du transformateur F11 ; cette action permet de constater l'augmentation de la tension du CAG. Fignolez ce réglage en ajustant F12. Progressivement, augmentez la distance entre l'émetteur et le récepteur pour arriver à la position de portée limite, les DEL clignotent d'une façon tout fait aléatoire. A ce moment, la tension redevient minimale.

Après ces quelques manipulations, vous aurez constaté l'efficacité de la commande du CAG. Placez-vous maintenant à une distance telle que vous puissiez actionner une à une les sorties visualisées par les DEL. Le réglage de F11 étant optimal, il ne faut pas le retoucher ; en revanche, F12 sera ajusté pour obtenir la démodulation correcte du signal 455 kHz. La méthode consiste à n'avoir que la diode sollicitée d'allumée en appuyant sur l'un des boutons de l'émetteur. Mais si vous approchez l'émetteur trop près du récepteur, vous saturez l'entrée de ce dernier, ainsi, plus aucune commande ne devient possible. De même, lorsque la portée limite est atteinte, le même effet se produit. Lorsque tout vous semble correct, desoudes les résistances de 51Ω et branchez à la place les antennes respectives. De la sorte, votre ensemble est prêt pour le service.

UTILISATION ET MISE EN SERVICE

Le système pourra aisément s'intégrer à tout appareil domestique déjà existant. Pour notre part, nous suggérons l'emploi de cette télécommande pour du modélisme tel que bateau ou train élec-

trique. La portée reste dépendante des antennes et de leurs positions ; si vous utilisez une antenne de un mètre de longueur il faut la déployer en totalité tant au niveau du récepteur qu'à celui de l'émetteur, et surtout pas la faire serpenter le long d'une table métallique, il est indispensable de présenter l'antenne de réception en position verticale dégagée de tout objet métallique. Faites des essais dans diverses configurations, et vous pourrez juger par vous-même, rien ne remplace l'expérience personnelle. De notre côté, nous obtenons une portée en vue directe de l'ordre de 20 mètres, parfois plus. Beaucoup de choses s'avèrent possibles avec cette modeste réalisation, à vous maintenant d'opter pour l'usage de votre choix et d'expérimenter toutes les possibilités en essayant différents types d'antennes.

PH. B.

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

L'émetteur

Résistances

- R_1 : 82 k Ω (gris, rouge, orange)
- R_2 : 56 k Ω (vert, bleu, orange)
- R_3 : de 15 à 22 k Ω (sur notre maquette : 15 k Ω . Dépend des LM 1871)
- R_4 : 220 k Ω (rouge, rouge, jaune)
- R_5 : 10 Ω (marron, noir, noir)
- R_6 : 68 k Ω (bleu, gris, orange)

Condensateurs

- C_1 : 4,7 nF
- C_2 : 100 nF
- C_3 : de 10 à 33 pF (voir texte ; sur notre maquette : 22 pF)
- C_4 : 100 nF
- C_5 : 6,8 pF
- C_6 : 100 pF
- C_7 : 33 pF
- C_8 : 1 nF
- C_9 : 150 pF
- C_{10} : 1 μ F/12 V
- C_{11} : 47 pF
- C_{12} : 39 pF
- C_{13} : 10 nF
- C_{14} : 47 μ F/12 V
- C_{15} : 470 nF

Inductances

- L_1 : 220 nH, 11 spires enroulées sur diamètre 4 mm
- L_2 : 220 nH, 11 spires enroulées sur diamètre 4 mm

Semi-conducteurs

IC₁ : LM 1871
D₁ à D₈ : 1N4148
T₁ : 2N2369, 2N2222

Quartz

Tout quartz disponible dans la bande des 72 MHz (sur notre maquette : 72,325 MHz)

Divers

4 poussoirs Isostat
1 support de CI 18 broches
3 straps ST₁ à ST₃
1 pression pour pile de 9 V
1 boîtier Heiland HE 222
1 CI en verre époxy photosensible

Le récepteur

Résistances

R₇ : 220 Ω (rouge, rouge, marron)
R₈ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R₉ : 220 Ω (rouge, rouge, marron)

R₁₀ à R₁₃ : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R₁₄ : 150 kΩ (marron, vert, jaune)
R₁₅ : 15 kΩ (marron, vert, orange)
R₁₆ : 15 kΩ (marron, vert, orange)

Condensateurs

C₀ : de 10 à 33 pF (voir texte)
C₁₆ : 10 nF
C₁₇ : 22 pF
C₁₈ : 470 nF
C₁₉ : 470 nF
C₂₀ : 47 pF
C₂₁ : 39 pF
C₂₂ : 2,2 pF
C₂₃ : 47 nF
C₂₄ : 100 nF
C₂₅ : 47 nF
C₂₆ : 470 nF
C₂₇ : 10 μF/16 V
C₂₈ : 470 μF
C₂₉ : 10 nF
C₃₀ : 47 nF
C₃₁ : 47 nF

Inductances

L₃ : 1 μH surmoulé

L₄ : 200 nH, 11 spires sur un diamètre de 4 mm
FI₁ : transformateur FI 455 KHz de 10 × 10 mm couleur noire
FI₂ : transformateur FI 455 kHz de 10 × 10 mm couleur jaune

Quartz

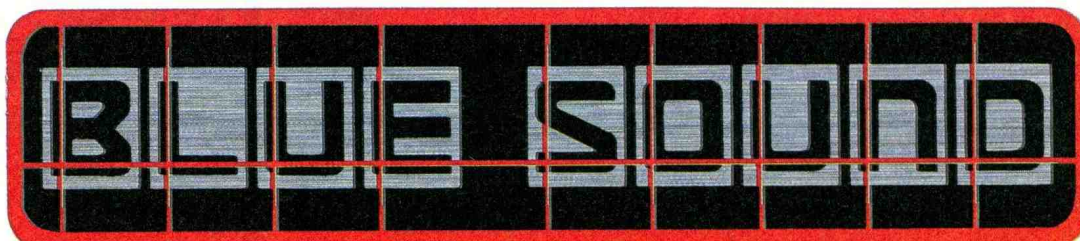
X2 de fréquence « émission moins 455 kHz » ou une paire de quartz d'émission réception, dans la bande 72 MHz pour télécommandes en modulation d'amplitude (important)

Semi-conducteurs

IC₂ : LM1872
IC₃ : CD4028
T₂ à T₅ : BC 550C
D₉ : diode Zener 5,6 V
D₁₀ : diode germanium AA119

Divers

2 straps ST₄ et ST₅
1 support CI 18 broches
1 support CI 16 broches
1 circuit en verre époxy photosensible
etc.



KIT ENCEINTE PRO 12/203, 200 W, 8 Ω

Spécialisé depuis une dizaine d'années dans le kit audio, BLUE SOUND propose des formules in-



téressantes dans une gamme de produits allant jusqu'à 500 W.

Le kit PRO 12/203 ici décrit se compose de matériels de bonne qualité. Ont ainsi été retenus, pour le boomer, la marque Céles-tion, et pour les haut-parleurs piézo, Motorola.

A partir de planches de bois qu'il aura fait débiter aux dimensions fournies, l'audiophile n'aura plus qu'à procéder à un assemblage mécanique et électrique extrêmement facile.

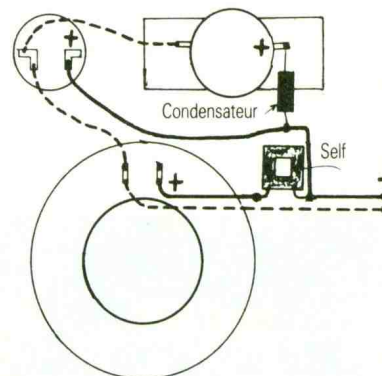
Le résultat : une enceinte à la hauteur, pour un prix trois fois inférieur à celui d'un modèle équivalent sur le marché.

Le kit PRO 12/203 comprend :

- 1 boomer ø 31 cm ;
- 1 médium piézo ;
- 1 tweeter piézo ;
- 1 filtre ;

- le plan de câblage électrique, extrêmement simple ;
- le plan de montage de l'ébénisterie.

Le kit : 450 F + 50 F de port.



BLUE SOUND
2-4, rue du Tage
75013 Paris
Tél. : (1) 45.88.08.08.

UN THERMOMETRE DE BAIN



Ce montage vous évitera les désagréments d'un bain trop chaud ou trop froid. Il suffit de le... jeter dans l'eau pour qu'il vous indique aussitôt si vous pouvez le suivre.

LE PRINCIPE (fig. 1)

L'ensemble du montage a été introduit dans un tube de médicaments que l'on peut obturer hermétiquement. La température est détectée par contact de la paroi métallique du tube et d'une CTN. Il en résulte un potentiel qui est constamment comparé à un potentiel de référence fixé par un réglage approprié.

Le résultat de cette comparaison se manifeste, après un traitement logique adapté, sous la forme de l'allumage de l'une des trois LED :

- 1 LED jaune si la température est trop basse,
- 1 LED rouge si la température est trop forte,
- 1 LED verte si la température est convenable.

On distingue l'allumage de la LED concernée, à travers la matière translucide du bouchon-obtuteur.

LE FONCTIONNEMENT (fig. 2, 3 et 4)

a) Alimentation

Le montage est alimenté par une pile de 9 V, découplée par une capacité C. Une telle pile offre une autonomie très correcte

étant donné que la consommation est limitée à quelques milliampères ; il en résulte plusieurs dizaines d'heures de fonctionnement, surtout si on a pris soin de choisir une pile alcaline.

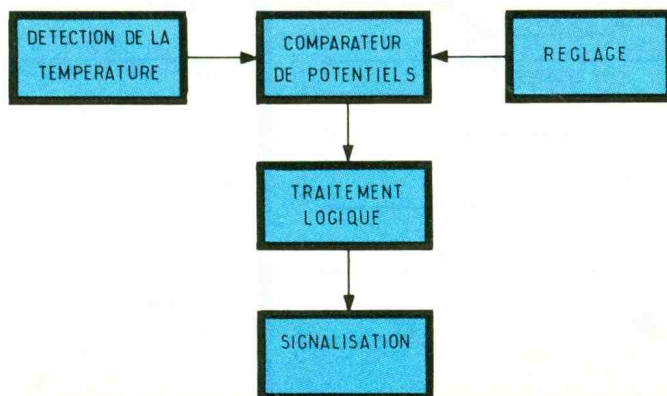
Il fallait également résoudre le problème de la mise en route et de l'arrêt de l'alimentation du montage. Il ne saurait être question de recourir au traditionnel interrupteur étant donné que l'intérieur du tube doit rester parfaitement isolé du milieu extérieur et de façon tout à fait hermétique. Aussi la solution adoptée a-t-elle consisté à utiliser un interrupteur à ampoule de mercure. Lorsque l'on place le tube dans l'eau, le centre de gravité de l'ensemble étant relativement bas à cause de la disposition de la masse de la pile, l'ensemble se place dans une position verticale qui assure l'alimentation. En effet, dans cette situation, la bulle de mercure réunit les deux contacts situés à l'intérieur de l'ampoule de verre. Pour couper l'alimentation, il suffira, une fois le tube retiré du bain, de le retourner et de le poser sur le bouchon ; grâce à la disposition de l'ampoule de mercure, la bulle de mercure s'éloigne alors des contacts.

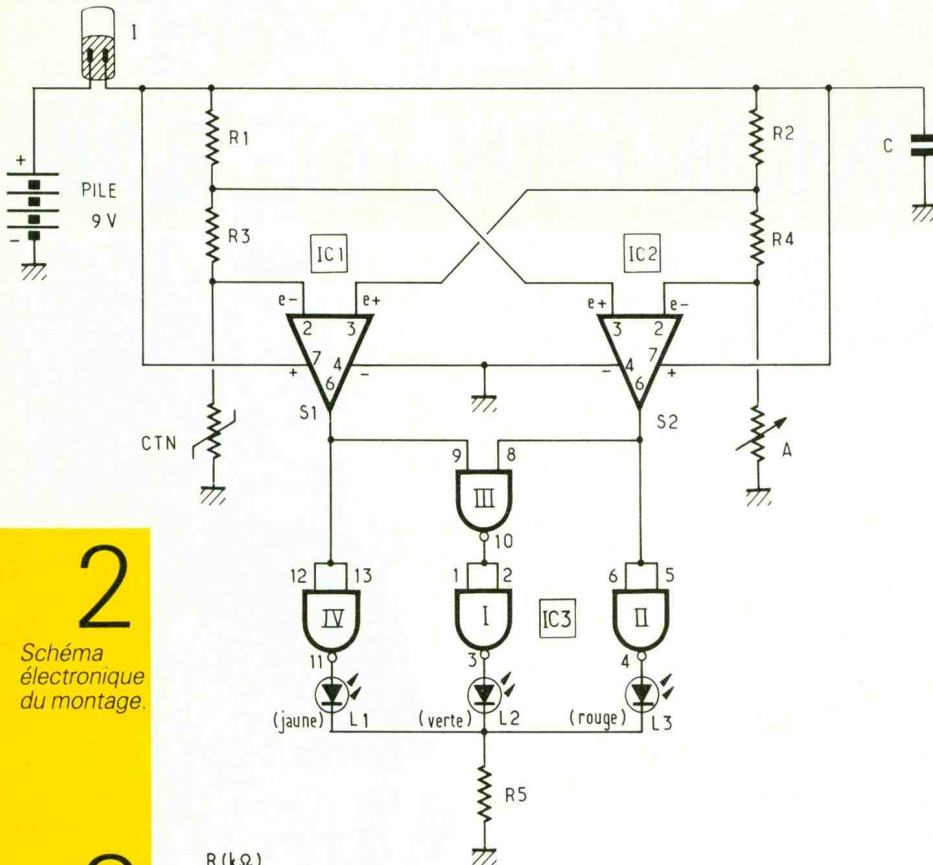


b) Situation d'équilibre des potentiels

Le dispositif de comparaison des potentiels est constitué de deux « 741 » montés en comparateur de tension. La chaîne du potentiel de référence est constituée d'un pont diviseur à trois sorties, comprenant les résistances R_2/R_4 et l'ajustable A.

La chaîne de mesure est également un pont diviseur à trois sorties avec les résistances R_1 et R_3 respectivement égales aux résistances R_2 et R_4 ; mais le composant homologue de l'ajustable est une CTN. Il s'agit d'une résistance à coefficient de température négatif. La figure 3 rappelle sa loi de variation : la résistance diminue lorsque la température augmente et inversement.



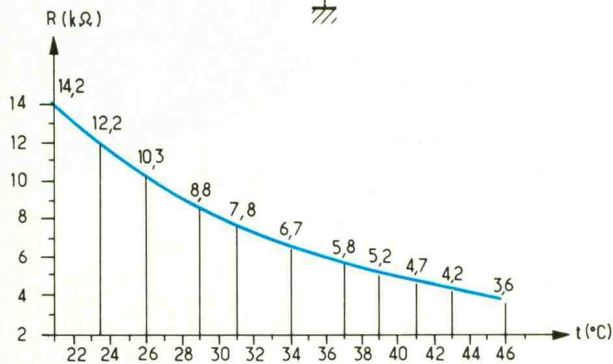


2

Schéma électronique du montage.

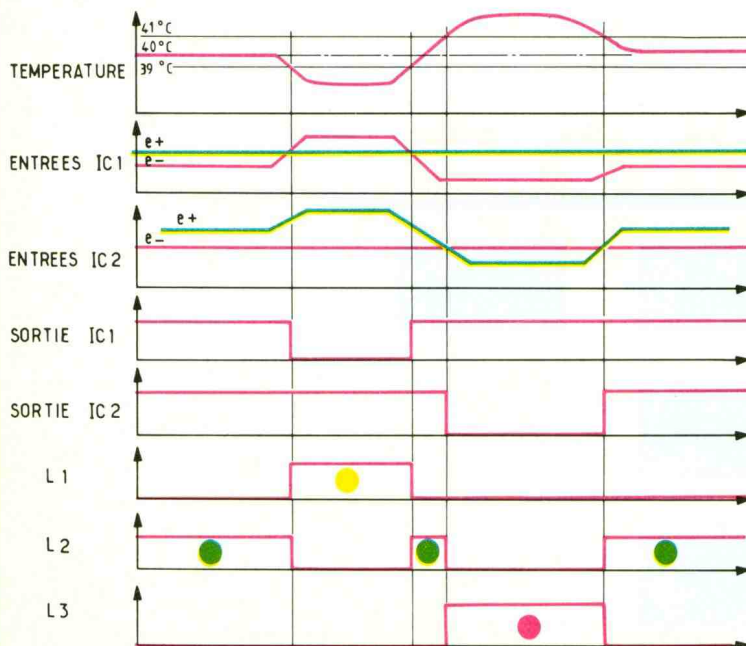
3

Courbe de réponse de la CTN de 10 kΩ.



4

Diagramme de fonctionnement.



La situation d'équilibre du montage est atteinte lorsque la résistance présentée par la CTN est égale à celle qui caractérise le réglage de l'ajustable A. On notera que les résistances R₃/R₄ sont très faibles par rapport aux résistances R₁ et R₂ : 68 Ω par rapport à 4,7 kΩ.

Pour une température de 40 °C, la résistance de la CTN est de l'ordre de 5 kΩ. A titre d'exemple, on peut alors calculer très facilement les potentiels disponibles aux différents points de sortie des ponts diviseurs.

Sur les entrées inverseuses e⁻ de IC₁ et IC₂ :

$$u = \frac{5}{5 + 4,7 + 0,068} \times 9 \text{ V} = 4,607 \text{ V}$$

Sur les entrées directes e⁺ de IC₁ et IC₂ :

$$u = \frac{5 + 0,068}{5 + 4,7 + 0,068} \times 9 \text{ V} = 4,670 \text{ V}$$

On peut constater que le potentiel auquel sont soumises les entrées directes des « 741 » est supérieur à celui des entrées inverseuses. Les circuits IC₁ et IC₂ présentent donc sur leur sortie un état haut.

c) La température est trop grande

Lorsque la température augmente, la résistance de la CTN diminue. Toujours à titre d'exemple, plaçons-nous dans le cas où la température passe à 42 °C, pour laquelle la résistance de la CTN est de 4,5 kΩ.

Circuit IC₁ :

Entrée e⁻ → u = $\frac{4,5}{4,5 + 4,7 + 0,068} \times 9 \text{ V} = 4,370 \text{ V}$

Entrée e⁺ → sans changement : u = 4,670 V

Circuit IC₂ :

Entrée e⁻ → sans changement : u = 4,607 V

Entrée e⁺ → $u = \frac{4,5 + 0,068}{4,5 + 4,7 + 0,068} \times 9 \text{ V} = 4,436 \text{ V}$

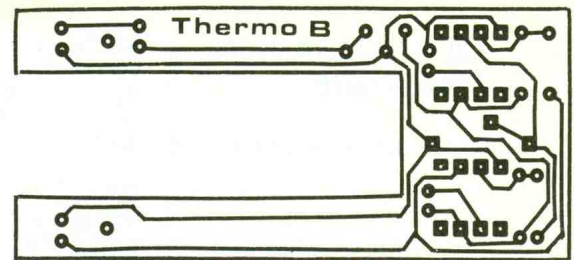
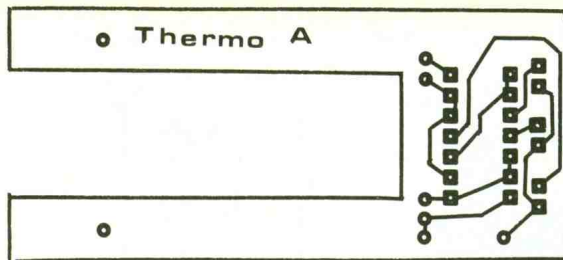


Photo 2. – La pile sera maintenue au centre des circuits imprimés.



Photo 3. – On aperçoit l'ampoule de mercure.

Dans cette nouvelle situation :

- la sortie de IC₁ reste à l'état haut ;
- la sortie de IC₂ passe à l'état bas.

d) La température est trop faible

On pourrait refaire des calculs similaires en prenant par exemple une température de 38 °C pour laquelle la résistance de la CTN est de 5,5 kΩ. On obtiendrait le résultat suivant :

- la sortie de IC₁ passe à l'état bas ;
- la sortie de IC₂ reste à l'état haut.

Les points de basculement sont d'autant plus proches de la température de réglage que les valeurs des résistances R₃ et R₄ sont faibles par rapport aux autres valeurs de la même chaîne. Dans le présent montage, les valeurs ont été choisies de manière à obtenir un dispositif différentiel de comparaison des potentiels réagissant dès que la température s'éloigne de plus de 1,5 à 2 degrés de la valeur de référence fixée par le réglage, et cela dans un sens ou dans l'autre.

e) Signalisation

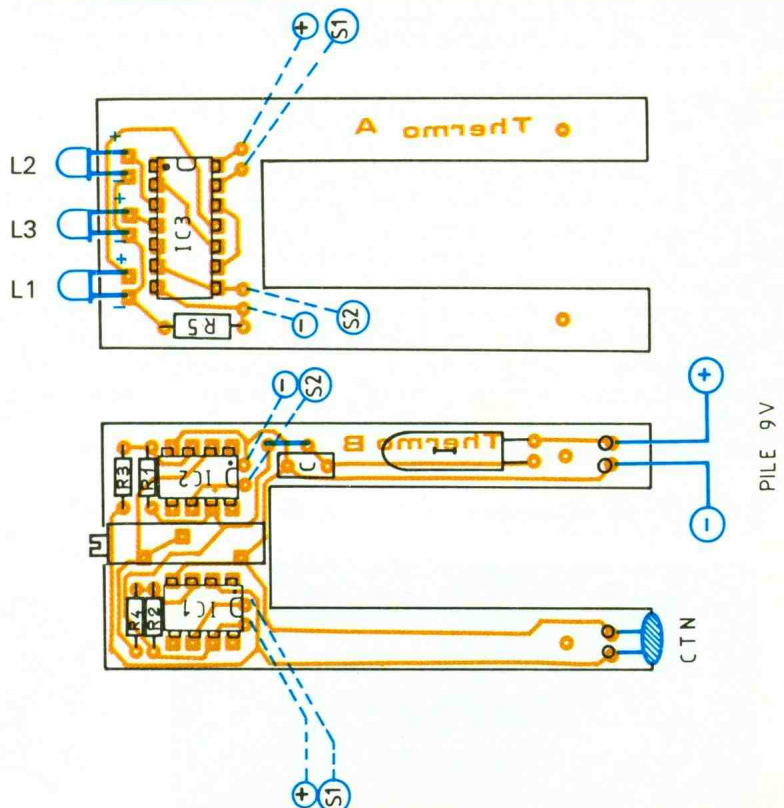
En situation d'équilibre, les sorties S₁ et S₂ étant à l'état haut, les portes inverseuses NAND IV et II de IC₃ présentent sur leurs sorties un état bas. Les LED L₁ et L₃ sont alors éteintes. En revan-

che, la sortie de la porte III, dont les deux entrées sont simultanément soumises à un état haut, présente un état bas. Il en résulte un état haut sur la sortie de la porte I : la LED verte L₂ s'allume, le courant étant limité par R₅.

Si la température est trop faible, la sortie S₁ de IC₁ passe à l'état bas. Celle de la porte NAND IV passe alors à l'état haut et la LED

jaune L₁ s'allume. La LED L₃ rouge reste éteinte. La porte III passe à l'état haut étant donné que l'une de ses entrées est soumise à un état bas. Il en résulte l'extinction de la LED verte L₂.

Le lecteur vérifiera de même que, si la température est trop élevée, c'est la LED rouge L₃ qui s'allume, les deux autres LED restent éteintes.



LA REALISATION PRATIQUE

a) Circuits imprimés (fig. 5)

Ils sont au nombre de deux. Leurs dimensions dépend essentiellement du tube que l'on aura pu se procurer. Toutefois, l'échancrure centrale devra avoir les mêmes dimensions que celles des modèles présentés vu que ces échancrures sont destinées à insérer la pile d'alimentation de 9 V.

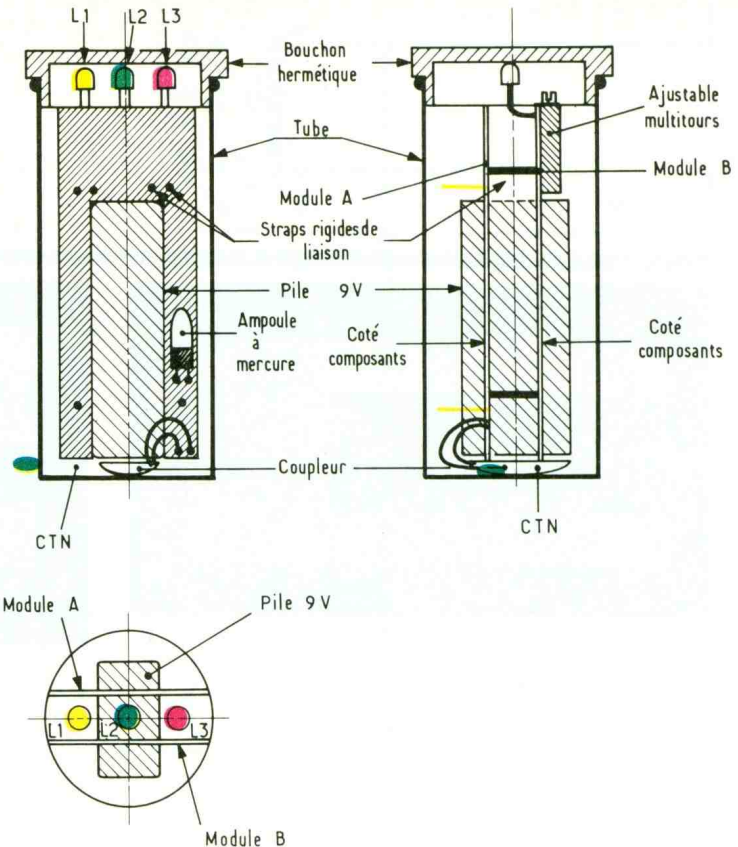
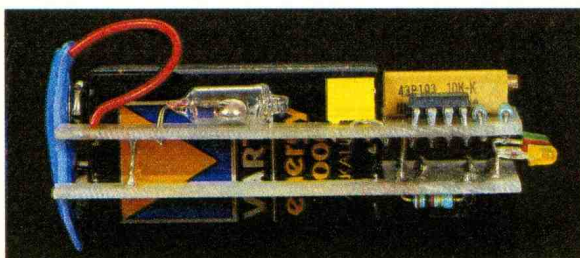
La réalisation de ces circuits imprimés ne présente pas de difficulté particulière. Les éléments de transfert Mécanorma : pastilles et bandelette de 0,5 mm de largeur, peuvent être directement appliqués sur le cuivre préalablement bien dégraissé de l'époxy. Par la suite, les circuits seront gravés dans un bain de perchlorure de fer. Après un abondant rinçage, toutes les pastilles seront percées à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre.

On pourra très avantageusement étamer les pistes pour une meilleure tenue des circuits imprimés.

b) Implantation des composants (fig. 6)

On implantera d'abord le strap du module B. Ensuite, ce sera le tour des résistances et de la capacité. Attention à la bonne disposition de l'ampoule de mercure pour un fonctionnement correct. Après la mise en place de l'ajustable A dont le curseur interne aura été placé en position médiane avant montage (se servir d'un ohmmètre), on procédera à la mise en place des circuits intégrés. Deux précautions essentielles sont à prendre en ce qui les concerne : leur orientation et un temps de refroidissement suffisant entre deux soudures consécutives sur les broches d'un même boîtier.

Photo 4. – Les liaisons entre les circuits s'effectueront à l'aide de six straps.



La CTN sera soudée en bas du module, de manière qu'elle puisse toucher directement le fond du tube métallique.

Attention à la soudure du coupleur : la couleur rouge correspond au « plus » et le noir au « moins ». Toute erreur à ce niveau peut détruire les circuits intégrés.

Enfin on achève le montage par la mise en place des trois LED de signalisation, en veillant bien à leur orientation. Il convient également de régler correctement leur hauteur. En effet, une fois l'ensemble monté, la face interne du bouchon appuiera sur les LED et assurera une pression de l'ensemble vers le fond du boîtier afin d'obtenir un bon contact thermi-

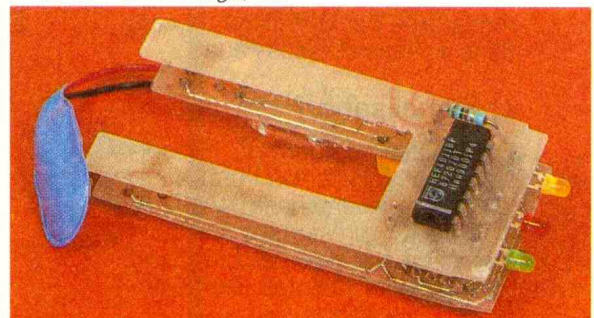
que de la CTN et de la masse métallique du tube.

Enfin, les deux modules sont à réunir au moyen de six straps rigides de liaison. On pourra utiliser des chutes de connexions de résistances. Les deux modules seront écartés de manière à obtenir un jeu nul, une fois l'ensemble du montage, pile comprise, inséré à l'intérieur du tube.

c) Montage et réglage (fig. 7)

Le principal problème consistera à garantir une parfaite étanchéité du montage. Les tubes à comprimer avec leur bouchon plastique translucide font parfaitement l'affaire. Pour aboutir à un temps de

Photo 5. – Le montage, nu.



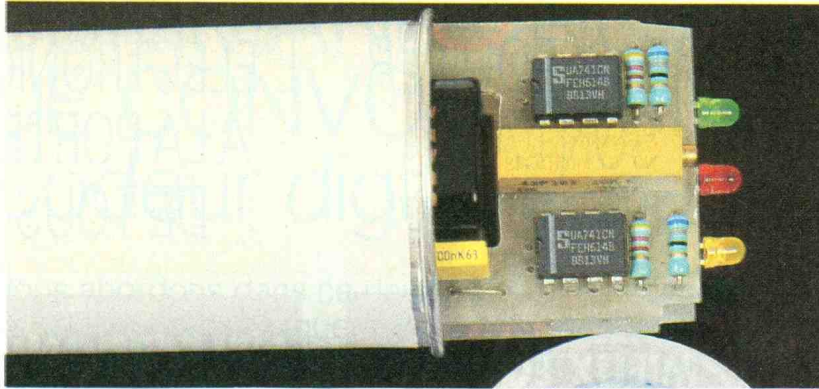


Photo 6. – On pourra insérer le montage dans un tube de comprimés de médicaments, idéal pour cette application.

réponse le plus rapide possible, il est recommandé de se servir d'un tube métallique, qui est généralement en aluminium. Mais un tube en matière plastique peut également convenir.

Si le volume du tube est suffisamment important, l'ensemble flottera. Dans le cas contraire, il coulera... (Archimède l'avait déjà prévu), ce qui n'est pas forcément gênant d'ailleurs.

Le réglage est très simple. Il suffira de placer le tube dans de

l'eau dont la température a la valeur souhaitée. On pourra relever celle-ci à l'aide d'un thermomètre en prenant comme valeur de réglage 39 ou 40 °C. Après avoir attendu une minute afin d'être sûr que l'équilibre thermique est atteint, on tournera la vis de l'ajustable multitour dans un sens ou dans l'autre de manière à obtenir l'allumage de la LED verte. Il ne reste plus qu'à fermer hermétiquement le bouchon : le bain de madame ou de monsieur peut être préparé ! ■

LISTE DES COMPOSANTS

a) Module B

1 strap
 R_1, R_2 : $2 \times 4,7 \text{ k}\Omega$ (jaune, violet, rouge)
 R_3, R_4 : $2 \times 68 \Omega$ (bleu, gris, noir)
 A : Ajustable $10 \text{ k}\Omega$, multitour (à vis latérale)
 C : $0,1 \mu\text{F}$ milfeuilles
 IC_1, IC_2 : $2 \times \mu\text{A} 741$ (amplificateur opérationnel)
 T : Interrupteur à mercure (ampoule)
 CTN de $10 \text{ k}\Omega$
 Coupleur pour pile 9 V

b) Module A

R_5 : $1 \text{ k}\Omega$ (marron, noir, rouge)
 L_1 : LED jaune $\varnothing 3$
 L_2 : LED verte $\varnothing 3$
 L_3 : LED rouge $\varnothing 3$
 IC_3 : CD 4011 (4 portes NAND à 2 entrées)

c) Divers

Pile 9 V
 Boîtier cylindrique (voir texte).

Multimètres analogiques/numériques

MAX 1000 - MAX 2000 - MAX 3000

- Auto AC/DC
- Auto RANGE
- TRMS
- Fonction MAX PEAK
- Boîtier antichoc

GARANTIE 3 ANS

Multimètres série MAX



La mesure efficace



CHAUVIN ARNOUX

190, rue Championnet 75876 PARIS Cedex 18 - France
 Tél. 33 (1) 42 52 82 55
 Telex 772081 - Télécopieur 33 (1) 46 27 73 89

Documentation sur demande

COMMANDE NUMERIQUE DE CONVOIS FERROVIAIRES (II) : Codeur digital 7 canaux



Nous abordons dans ce deuxième volet la description de la carte électronique assurant le codage des informations de commande des convois. Elle fait partie intégrante du système dont la description a débuté dans le numéro 143.

Pour piloter sept locomotives indépendamment, il est nécessaire d'effectuer un codage qui sera reconnu par chaque locomotive. Ce codage prend la forme d'une succession d'états logiques variables dans le temps. Chaque locomotive sera commandée au moyen d'un potentiomètre qui interviendra sur la durée de l'impulsion envoyée à la locomotive concernée. Le décodeur interne se chargera de retransformer cette durée en une tension afin d'alimenter le moteur.

Ayant sept locomotives à piloter, le signal d'émission comportera donc sept impulsions dont la durée sera réglable. De plus, il est nécessaire d'envoyer une impulsion de synchronisation pour le bon fonctionnement du décodeur situé dans chacune des locomotives. Nous avons donc un message de commande comportant au total huit impulsions. La génération de ces huit impulsions est assurée par le circuit intégré NE 5044 de Signetics.

Le NE 5044 est un circuit intégré encapsulé dans un boîtier 16 broches. Il assure la conversion parallèle/série de la commande digitale à transmettre. En effet, sur les sept entrées du circuit, se présentent en parallèle les sept informations de voies, alors que sur la sortie unique on les retrouve converties en durées et transmises séquentiellement.

La technologie de conversion est celle des codeurs de troisième génération permettant les réglages de courses individuels et indépendants du neutre, le calage du neutre général, les inversions de sens, les couplages et autres gadgets.

Le principe de la conversion du NE 5044 est celui de la double rampe permettant d'obtenir une

haute linéarité et une très bonne tenue en température.

Un régulateur de tension est intégré dans le circuit. Il délivre une tension de 5 V (V_r) avec 20 mA de débit de courant. Ce régulateur alimente le circuit lui-même ainsi que l'ensemble des potentiomètres de voies des locomotives.

STRUCTURE DU NE 5044

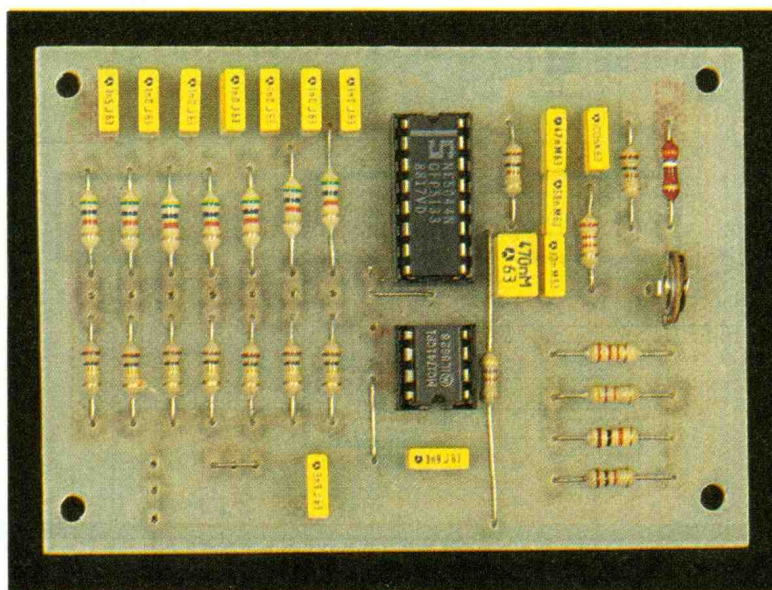
La figure 1 donne la structure interne du NE 5044, tandis que la figure 2 montre les signaux essentiels au bon fonctionnement.

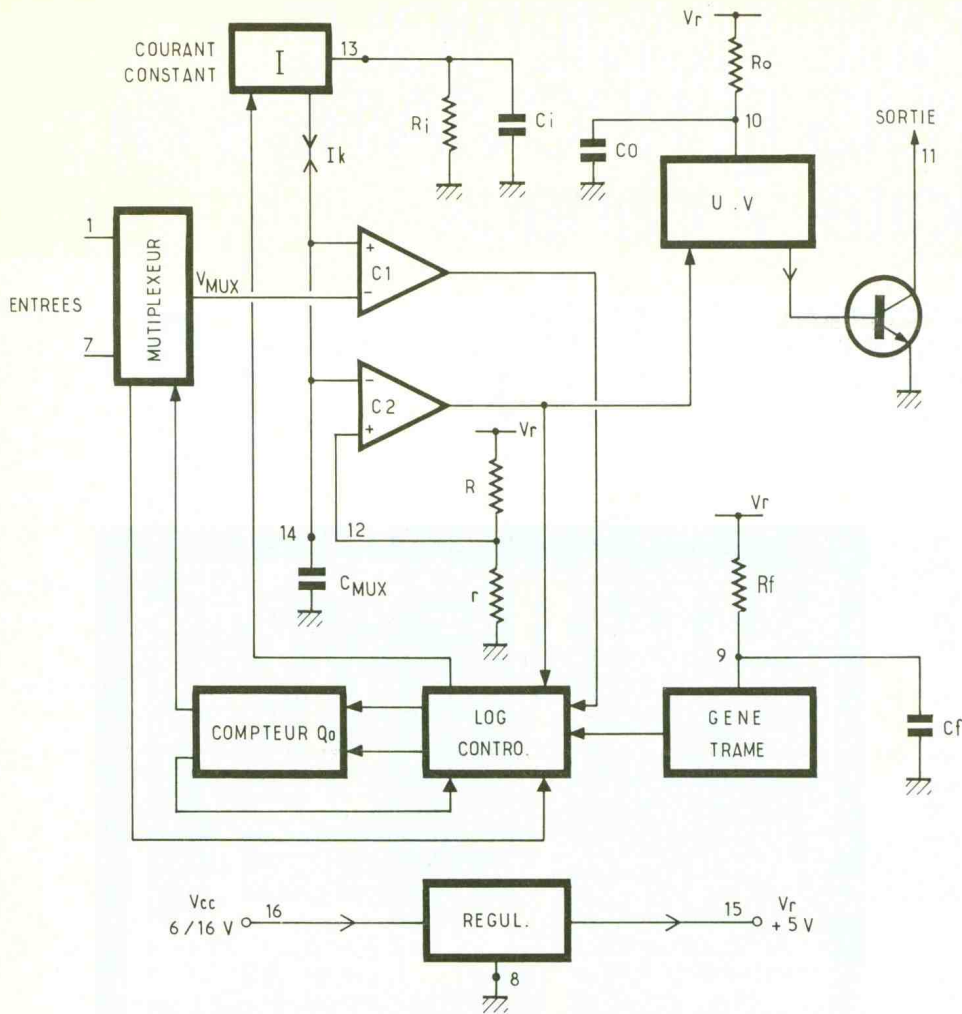
Les sept informations de voies, issues des potentiomètres connectés entre V_r et la masse, sont multiplexées, c'est-à-dire lues à tour de rôle. La voie lue sort alors en V_{MUX} .

Les entrées sont à haute impédance ($> 1 M\Omega$) et sont sensibles à la tension délivrée par les potentiomètres.

Les entrées non sélectionnées

par le multiplexeur sont complètement déconnectées et apparaissent comme des circuits ouverts. Les entrées 4, 5, 6 et 7 peuvent être utilisées pour déterminer le nombre de voies générées par le codeur. Par exemple, si l'entrée 4 est reliée directement à la masse, les voies 4 et suivantes disparaissent : le codeur est à 3 voies. Avec l'entrée 5 à la masse, on a un codeur à 4 voies, etc. On peut d'ailleurs considérer cela comme un avantage et un inconvénient. En effet, c'est bien pratique pour modifier le nombre de voies transmises mais, en revanche, si la mise à la masse d'une entrée est accidentelle (rupture du fil + d'un potentiomètre de voie, par exemple), cela est plus gênant car, outre la voie perdue, les suivantes le sont aussi. Précisons tout de même que la coupure ou la mise à la masse des entrées 1, 2 et 3 ne perturbent que la voie concernée et ne font pas disparaître les suivantes.





On notera cependant que les impulsions de voies prennent des durées soit très courtes (environ $500 \mu\text{s}$), soit très longues (environ 2 ms) et, dans un cas comme dans l'autre, la vitesse du convoi devient maximale dans un sens ou dans l'autre.

La tension de sortie du multiplexeur, V_{MUX} , est appliquée sur l'entrée e^- du comparateur C_1 , l'entrée e^+ de ce comparateur étant soumise à la tension en double rampe apparaissant aux bornes de C_{MUX} . Ce condensateur est alternativement chargé et déchargé par un générateur de courant constant I_k . La valeur exacte de ce courant est déter-

minée par la résistance R_1 , découplée par C_1 .

$$\text{On a } I_k = \pm (V_r / (2 \times R_1))$$

Une régulation interne du générateur de courant permet d'atteindre une précision de $0,1 \%$.

Au départ, C_{MUX} se charge linéairement. Lorsque sa tension devient égale à V_{MUX} , le comparateur C_1 bascule et, par l'intermédiaire de la logique de contrôle, provoque l'inversion du sens de I_k . C_{MUX} se décharge alors et sa tension diminue. Dès que celle-ci tombe sous la valeur du seuil de tension V_{12} , déterminée par le rapport des résistances R et r , le comparateur C_2 bascule à son tour, provoquant, par la logique de contrôle, un retour de I_k dans le sens normal de charge de C_{MUX} .

Par ailleurs, le basculement de C_2 déclenche le monostable de sortie UV qui génère une impulsion de fin de voie. La largeur de cette impulsion est déterminée par la constante de temps $R_0 C_0$ et réglée aux environs de $300 \mu\text{s}$ réglementaires.

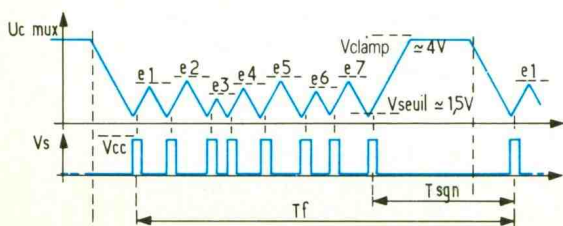
D'autre part, le basculement de C_2 , agissant sur la logique de contrôle, provoque également, via cette dernière, la progression du compteur interne contrôlant le multiplexeur, qui lit alors la voie suivante. Le même processus se répète jusqu'à lecture de la septième voie.

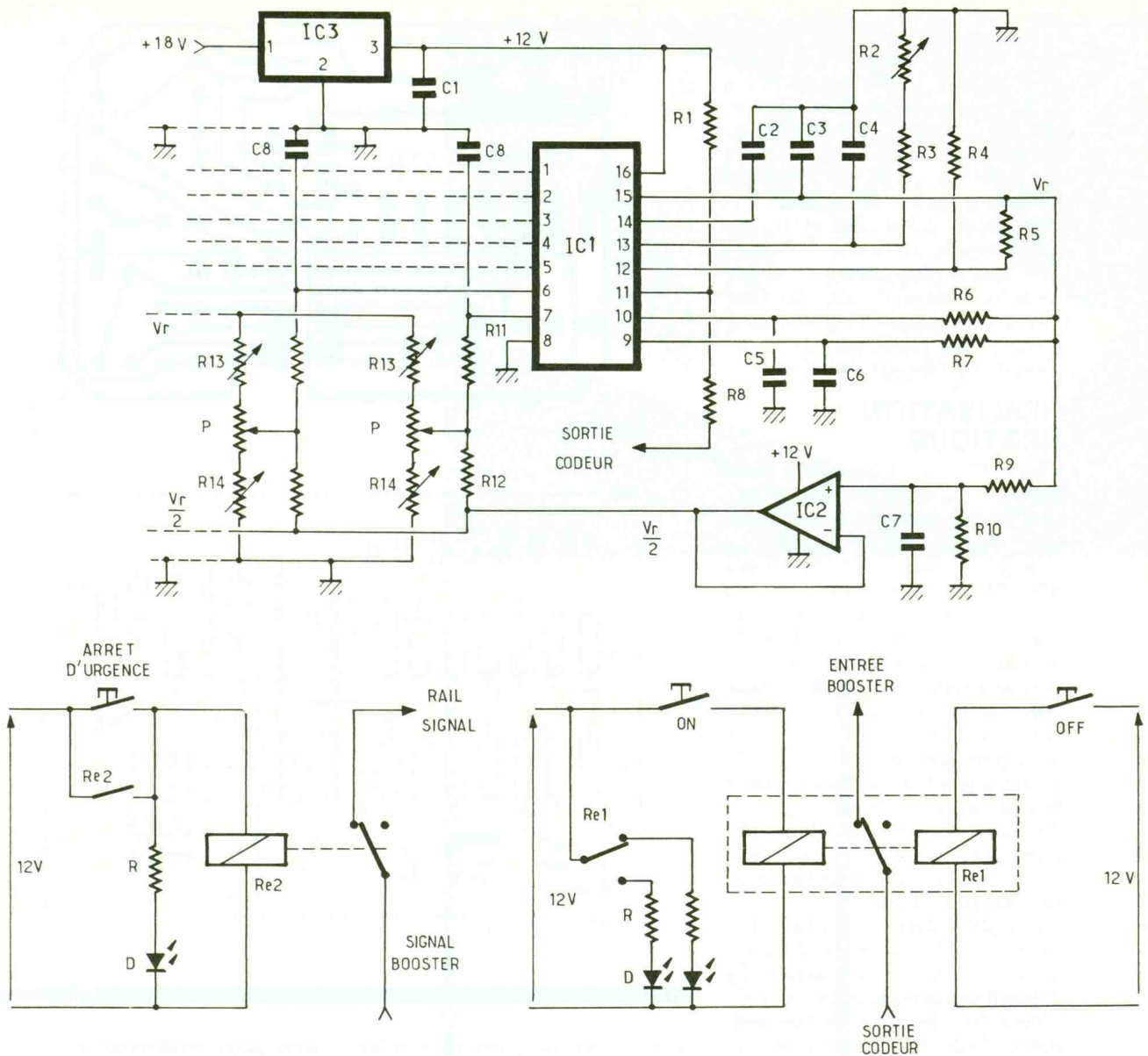
La tension aux bornes de C_{MUX} est à chaque fois un triangle isocèle (voir fig. 2) dont la durée détermine le temps de voie, dont la base est fixée à V_s et dont le sommet est à une valeur égale à V_{MUX} , donc dépend de chaque tension d'entrée. Les pentes étant parfaitement linéaires, on obtient une très bonne proportionnalité entre la tension d'entrée et la durée de la voie.

Après la 7^e voie, le condensateur V_{MUX} se recharge jusqu'à V_r . L'inversion de sens ne se produit pas et la tension aux bornes reste clampée à V_r . Par ailleurs, le générateur de séquence, dont la constante de temps est déterminée par les éléments R_f et C_f , bascule en fin de rampe de charge de C_f . Le basculement transmis à la logique de contrôle provoque la remise à zéro du système. Le condensateur C_{MUX} se charge linéairement jusqu'à V_s , puis le compteur remis à zéro permet la lecture de la première voie et une nouvelle séquence peut commencer.

La durée de la séquence T_f , fixée par R_f et C_f , est normalement constante. Le temps de synchronisation T_{SY} est égal à T_f diminué de la somme des durées des voies. Ce temps T_{SY} est donc variable selon la durée effective de chacune des voies. C'est un petit inconvénient dans la mesure où le réglage des décodeurs associés doit tenir compte de la variation de ce temps de synchro. A noter que le NE 5044 peut également fonctionner à T_{SY} constant, moyennant quelques composants supplémentaires. Malheureusement, ces adjonctions tendent à faire perdre l'avantage de la simplicité, ce qui fait que nous ne les avons pas adoptées.

Terminons cette étude théorique en signalant que le NE 5044 permet d'obtenir des temps de voies entièrement indépendants de la tension d'alimentation. Nous n'entrerons pas dans le détail des équations mathématiques du circuit, équations montrant cette propriété. Dans ces conditions, les temps ne dépendent que des





éléments externes R_1 et C_{Mux} . En choisissant des composants à haute stabilité, il est possible d'atteindre une stabilité de 100 ppm/°C de -20° à $+70^\circ$. C'est tout à fait remarquable et ceci permet la réalisation d'un codeur très stable. Dans notre utilisation, la stabilité n'est pas critique, et on se contentera d'y implanter des composants courants.

MONTAGE PRATIQUE DU NE 5044

On se reporte au schéma complet du codeur en **figure 3**. En pratique, le codeur est monté suivant les indications de Signetics, dans la configuration la plus simple. C'est en effet la simplicité

qui est la caractéristique la plus attractive de cette commande digitale. On retrouve donc les composants dont il a été question dans l'étude générale.

- La constante de temps de trame : $R_7 = 47 \text{ k}\Omega$ et $C_6 = 0,47 \mu\text{F}$ donnant une durée de la séquence de l'ordre de 14 ms (picot 9).

- La constante de temps des impulsions de voies : $R_6 = 33 \text{ k}\Omega$ et $C_5 = 10 \text{ nF}$ donnant les 300 μs requises (picot 10).

- Le seuil du comparateur C_2 est déterminé par R_4 et R_5 . On obtient 1,5 V environ (picot 12).

- Le réglage du courant constant se fait sur le picot 13 par l'intermédiaire de R_3 fixe et R_2 ajustable, ce qui permet le réglage du neutre général (arrêt des locomotives).

- Le condensateur C_{Mux} est $C_2 = 47 \text{ nF}$, sur le picot 14.

- L'alimentation du circuit se fait par la broche 16. Une tension de 12 V est appliquée, mais il est à signaler toutefois que le NE 5044 fonctionne avec une tension d'alimentation allant de 6 à 16 V. La tension régulée est disponible sur la broche 15.

- La sortie du NE 5044 est à collecteur ouvert. Il faut donc la charger par R_8 . La résistance R_8 représente la sortie et sert de liaison avec l'amplificateur de puissance.

- Pour les entrées non utilisées directement, il a fallu faire appel à un amplificateur opérationnel monté en suiveur de tension, donnant une tension $1/2 V_r$. Lorsque les entrées sont portés à cette tension, elles donnent le

neutre typique du codeur. C'est ce qui se passe lorsque les entrées sont en l'air, puisque les entrées du NE 5044 retournent à $1/2 V_r$ à travers R_{11} et R_{12} . En revanche, lorsque les entrées du codeur sont reliées aux curseurs de potentiomètres de voies, la tension d'entrée dépend du calage des ajustables R_{13} et R_{14} qui déterminent la position d'arrêt ainsi que la plage avant et arrière de la locomotive concernée. Une cellule de filtrage RC contribue à éliminer les perturbations atteignant les entrées du NE 5044.

REALISATION PRATIQUE

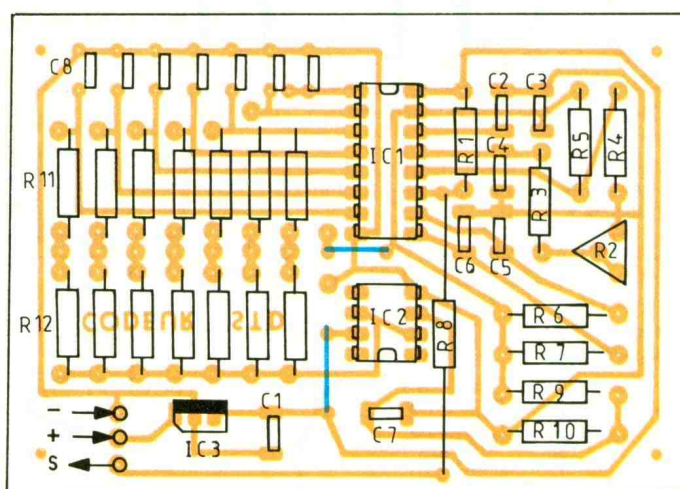
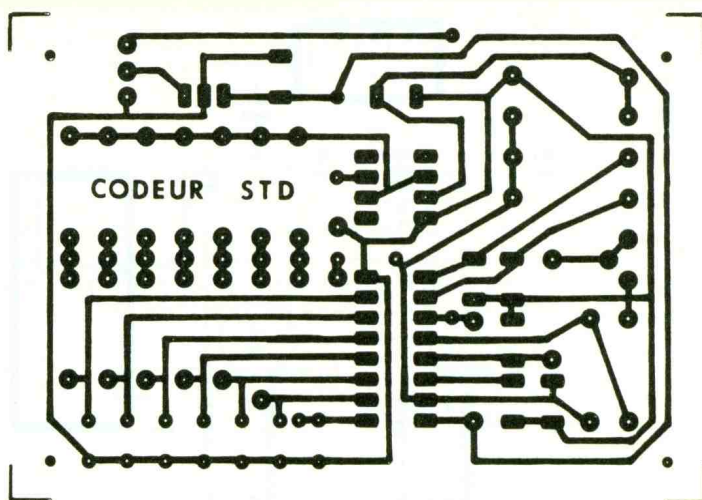
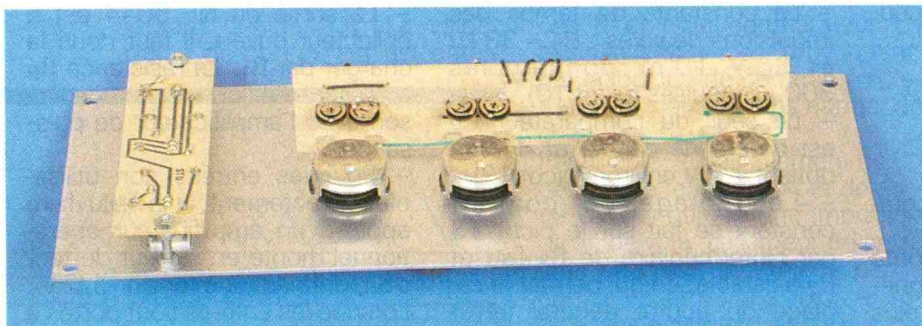
On retrouve en figures 5 et 6 le circuit imprimé ainsi que l'implantation des composants du codeur. Après gravure au perchlore de fer du circuit, on rincera abondamment à l'eau claire. La première étape consiste à implanter les deux straps. Ensuite viennent les résistances, les condensateurs et les deux supports de circuit intégré. Le régulateur de tension 12 V (IC_3) ne sera à insérer sur ce circuit imprimé que si l'on ne prévoit pas la réalisation de l'indicateur de sens de marche, objet de notre prochain volet. En effet, il est prévu un régulateur 12 V, monté sur un refroidisseur, pour l'alimentation 12 V des diverses platines. Celle-ci s'effectue en + 20/25 V si l'on implante le régulateur IC_3 présent sur la platine de l'amplificateur de puissance. Autrement, elle se fera par l'intermédiaire de l'indicateur de sens de marche, lui-même branché au + 20/25 V précédemment cité (voir la partie amplificateur de puissance et alimentation).

Les résistances ajustables R_{13} et R_{14} seront à implanter soit sur un circuit imprimé supportant tous les potentiomètres de voies, soit

directement sur chaque potentiomètre. Les liaisons avec le circuit imprimé seront effectuées avec du fil de câblage souple de petite section.

Il vous est possible de prévoir d'autres petits montages tels que arrêt d'urgence, marche/arrêt de l'émission. Vous trouverez des exemples en figure 4.

Photo 2. - Les ajustables ainsi que les boutons-poussoir reposent sur deux C.I. que chacun réalisera, à sa convenance.



Il est possible de relier les entrées du codeur à des connecteurs DIN : une DIN 8 broches permettra la commande extérieure des sept locomotives (les 7 entrées + V_r + la masse), par exemple. Il faudra utiliser un câble blindé 8 conducteurs où le blindage constituera la masse.

MISE EN BOITIER ET ESSAI

Le codeur pourra être inséré dans un boîtier avec l'amplificateur de puissance, l'alimentation, l'indicateur de sens de marche et les auxiliaires ou séparé de l'ensemble alimentation + amplificateur.

Pour les essais, il est indispensable de disposer d'un oscilloscope.

Mettre tous les réglages des ajustables à mi-course et les entrées en l'air.

Après avoir implanté les circuits intégrés dans leur support respectif en veillant au sens et vérifié l'implantation des autres composants, alimenter le montage en se reportant aux indications de réalisation concernant la tension d'alimentation.

Connecter l'oscilloscope sur la sortie du codeur (R_8 et masse), vous devez obtenir un oscillogramme semblable à la **figure 2** (les 7 premiers intervalles doivent être identiques). Si ce n'est pas le cas, vérifier l'allure de la tension aux bornes de C_{Mux} (C_2). En cas de non concordance, arrêter le montage et vérifier les valeurs des composants ainsi que leurs implantations.

Si l'oscillogramme correspond, vérifier l'action de R_2 sur le neutre général (1 des 7 premiers intervalles) et voir si l'on obtient sans difficulté la valeur de 1,2 ms. Caler le neutre à cette valeur. Si elle n'est pas accessible, augmenter légèrement la valeur de R_3 .

Vérifier également que la séquence dure bien 14 ms environ. Si tout est correct, il faut monter un potentiomètre de voie quelconque pour vérifier son action et celle des ajustables R_{13} et R_{14} qui règlent la course.

Caler R_{13} et R_{14} afin d'obtenir 1,1 ms en butée à droite en veillant à positionner le neutre (1,2 ms) à 1/3 de la course du potentiomètre par exemple. On aura donc 1/3 arrière et 2/3 avant.

Si tout fonctionne correctement, ce qui ne fait guère de doute, connecter le codeur à l'amplificateur de puissance et vérifier le signal de sortie des rails (signal en S et masse en M). Vous devez obtenir le signal précédent mais centré par rapport au 0 V. La tension passe de + 17 V à - 17 V environ. Vérifier que l'action du potentiomètre de voie se répercute sur le signal de sortie sans déformation.

Si tout est correct, il ne vous reste plus qu'à câbler les potentiomètres de voies qui vous sont nécessaires ainsi que les entrées auxiliaires (**fig. 4**).

Jean-Luc TISSOT

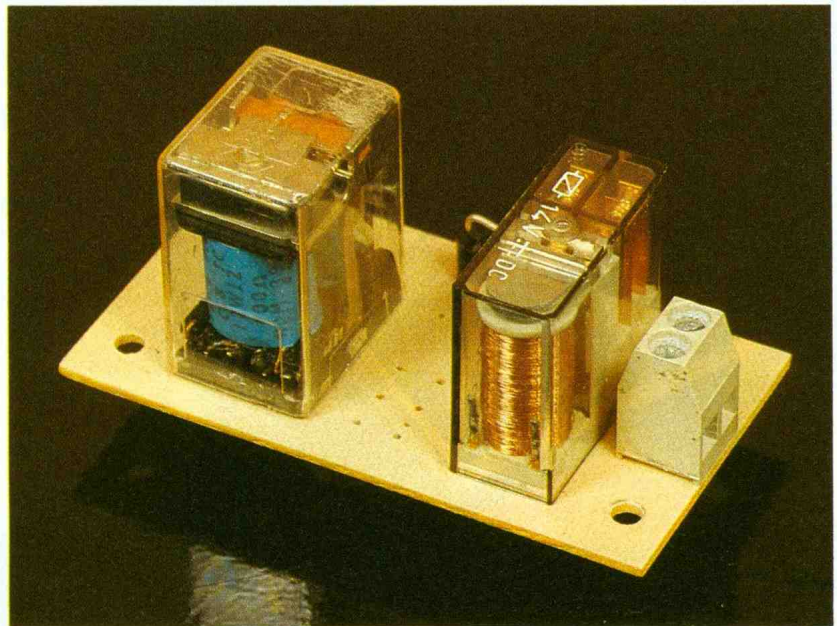


Photo 3. – On pourra également concevoir une carte pour supporter les relais.

LISTE DES COMPOSANTS

R_1, R_5, R_9, R_{10} : 10 k Ω , 1/4 W (marron, noir, orange)

R_3 : 33 k Ω , 1/4 W (orange, orange, orange)

R_4 : 3,9 k Ω , 1/4 W (orange, blanc, rouge)

R_6 : 33 k Ω , 1/4 W (orange, orange, orange)

R_7, R_8 : 47 k Ω , 1/4 W (jaune, violet, orange)

R_{11} : 56 k Ω , 1/4 W (vert, bleu, orange)

R_{12} : 100 k Ω , 1/4 W (marron, noir, jaune)

R_{13}, R_{14} : ajustable 100 k Ω , vertical

R_2 : ajustable 10 k Ω , vertical

P : potentiomètre rotatif ou rectiligne linéaire 10 k Ω

C_1 : 3,9 nF plastique 63 V

C_2 : 47 nF plastique 63 V

C_3 : 0,1 μ F plastique 63 V

C_4 : 68 nF plastique 63 V

C_5 : 10 nF plastique 63 V

C_6 : 470 nF plastique 63 V

C_7 : 0,1 μ F plastique 63 V

C_8 : 1 nF plastique 63 V

IC_1 : NE 5044 (Signetics) + support 16 broches

IC_2 : ampli op 741 + support 8 broches

IC_3 : régulateur de tension 7812 (voir texte)

Boutons pour potentiomètres

Fil de câblage

Auxiliaires

I_0 : interrupteur unipolaire à levier

Re_1 : relais bistable à enclenchement 12 V 2 RT 1A

Re_2 : relais monostable 12 V 2 RT 5 A

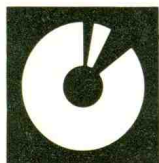
I_1, I_2, I_3 : poussoir 1 contact travail

R : 1 k Ω , 1/4 W (marron, noir, rouge)

D : LED au choix

Connectique, fil de câblage, époxy, soudure, etc.

KIT TSM 233 : un chenillard 8 voies



Un chenillard est un système qui génère un effet de mouvement par la circulation de lumière. Disposant de 8 voies, le TSM 233, ici présenté, comporte 60 programmes intégrés.

SCHEMA DE PRINCIPE (fig. 1)

La mémoire

Le cœur du montage repose sur une mémoire morte du type EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) dans laquelle les instructions gérant le défilement des lumières ont été codées.

Cette mémoire programmée électriquement à la base ne pourra être que lue par la suite. Celle-ci reste tout de même effaçable par l'insolation aux rayons ultraviolets d'une petite fenêtre située sur le dessus du boîtier. Cela explique ainsi pourquoi on la recouvre d'un cache noire en temps normal.

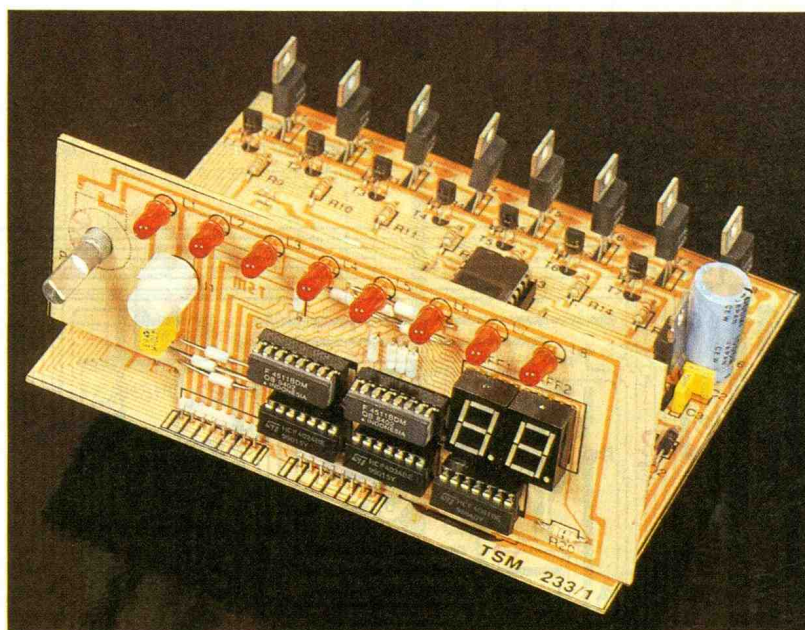
Le bus d'adressage de la case mémoire recherchée sera décomposé en deux parties :

A₁ à A₇ pilotée par un premier compteur binaire 4024 à sept étages, A₈ à A₁₃ inféodé à un second compteur du même type.

Une base de temps formée d'un oscillateur à 555 délivre des créniaux attaquant le premier compteur. Celui-ci permet d'explorer le contenu du programme choisi. La vitesse de défilement est fixée à l'aide d'un potentiomètre.

Sélection du programme

Deux modes cohabitent : le premier, **manuel**, permet la sélection de l'un des soixante programmes disponibles à l'aide d'un bouton-poussoir. Le second, **automatique**, provoque l'enchaînement des divers programmes, grâce à la détection opérée à l'aide de la porte NOR connectée sur les huit sorties Q₁ à Q₈.



Affichage du numéro de programme en cours

On utilise à nouveau deux CMOS 4024 ainsi que deux décodeurs BCD → 7 segments, référencés 4511. Ces derniers attaquent directement les afficheurs LED.

Interfaces de sortie

Chaque voie est pilotée par un triac. Son courant de gâchette provient d'un transistor amplificateur, lui-même commandé par la sortie de l'EPROM. Pour finir, des LED signalent l'activation des voies concernées.

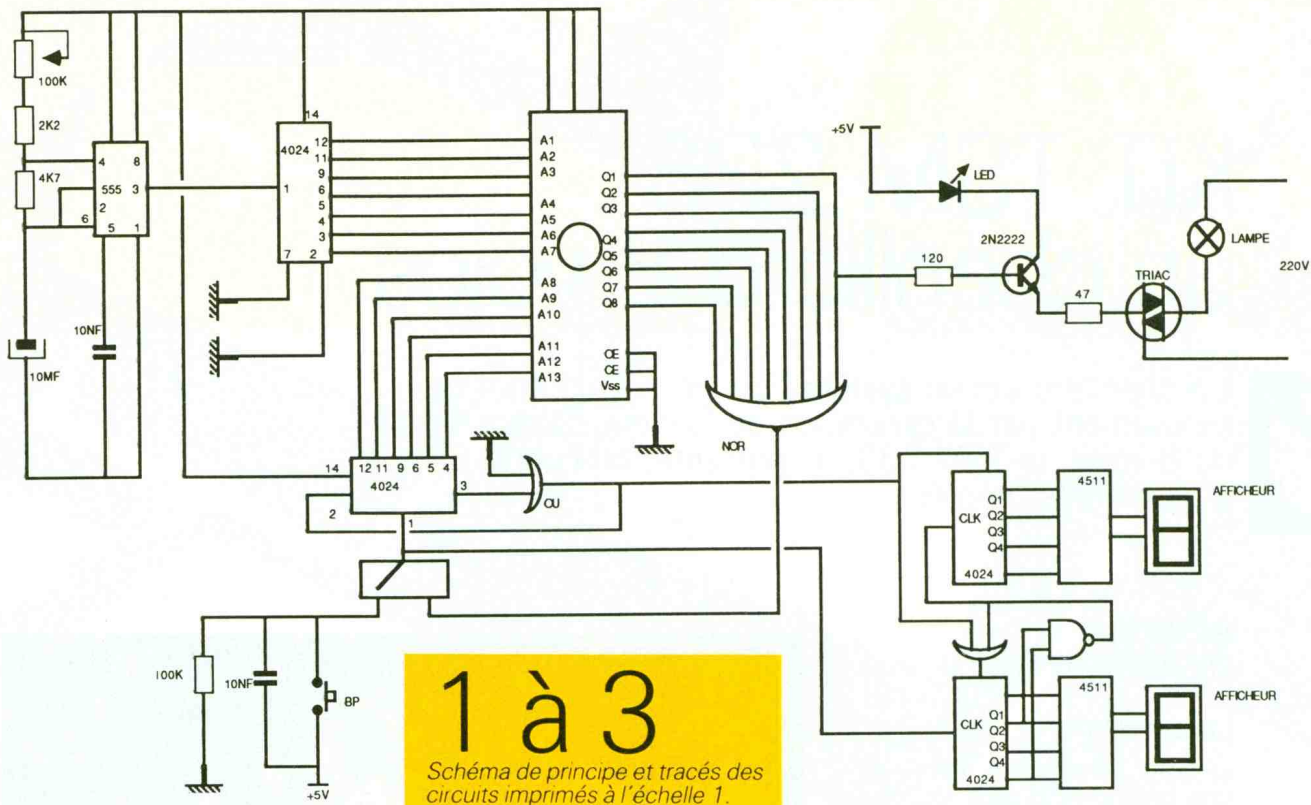
REALISATION PRATIQUE

Les tracés des circuits imprimés sont présentés aux figures 2 et 3. On les reproduira soit par ap-

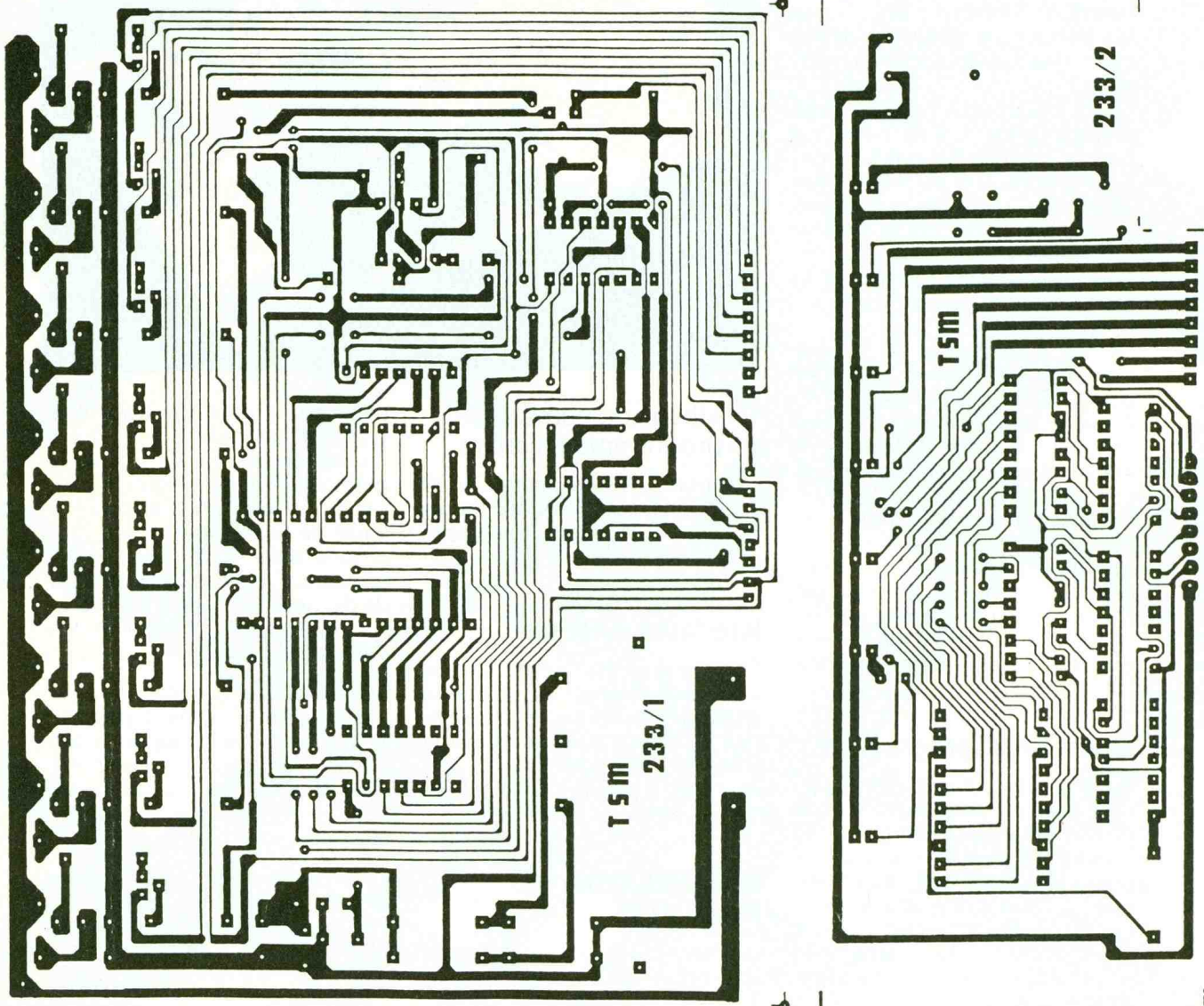
plication directe de transferts type Mecanorma, sur le cuivre d'une plaque d'époxy, soit par la méthode photographique. L'opération de gravure s'effectue à l'aide de perchlore de fer, préchauffé à 40 °C. Il ne reste plus ensuite qu'à percer avec un foret de diamètre compris entre 0,8 et 1 mm, voire 1,2 mm pour les cosses-poignard.

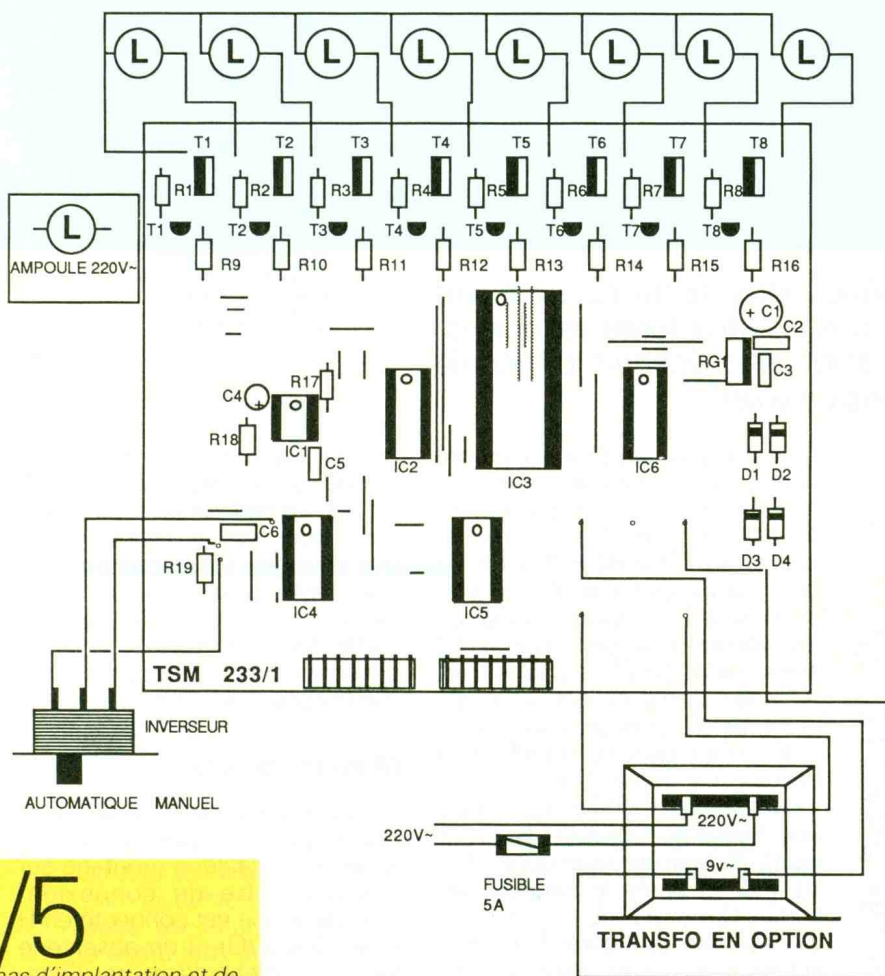
On implantera ensuite les composants en n'oubliant pas les straps, ainsi que les supports des circuits intégrés, correctement orientés. On prêtera de même attention à la polarité des divers éléments.

On finira en assemblant les deux circuits imprimés (voir photos), à l'aide de straps rigides. Aucun réglage ne sera à effectuer, l'ensemble devant fonctionner dès la mise sous tension.



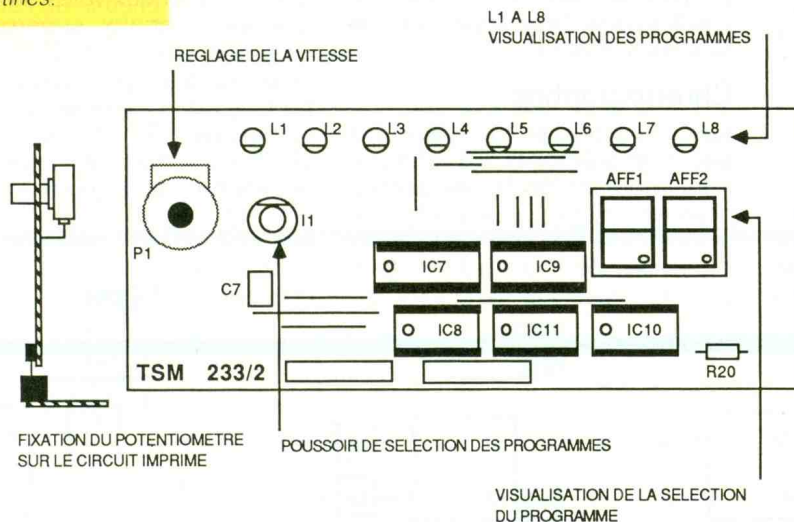
1 à 3
Schéma de principe et tracés des circuits imprimés à l'échelle 1.





4/5

Schémas d'implantation et de câblage des platines.



LISTE DES COMPOSANTS

Résistances

R_1 à R_8 : 47 Ω (jaune, violet, noir)
 R_9 à R_{16} : 120 Ω (marron, rouge, marron)
 R_{17} : 2,2 k Ω (rouge, rouge, rouge)
 R_{18} : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)

R_{19} : 100 k Ω (marron, noir, jaune)
 R_{20} : 47 Ω (jaune, violet, noir)

Potentiomètre

P_1 : 100 k Ω

Condensateurs non polarisés

C_2, C_3 : 100 nF
 C_5 : 10 nF

C_6 : 1 μ F
 C_7 : 470 nF

Condensateurs polarisés

C_1 : 330 μ F à 1 000 μ F/16 V mini
 C_4 : 10 μ F/16 V mini

Transistors

T_1 à T_8 : BC 547 ou équivalent

Triacs

T_1 à T_8 : 4 A/600 V

Régulateur

RG_1 : 7805

Diodes

D_1 à D_4 : 1N4001 ou 1N4007

Circuits intégrés

IC_1 : 555
 IC_2, IC_4 : 4024
 IC_8, IC_{11} : 4024
 IC_5 : 4071
 IC_6 : 4078
 IC_7, IC_9 : 4511
 IC_{10} : 4081
 IC_3 : 2764 (mémoire vendue programmée dans tout le réseau de revendeurs T.S.M.)

Afficheurs

AFF_1, AFF_2 : TIL322

LED

L_1 à L_8 : LED rouges

Supports de circuits intégrés

1 support 8 broches
 2 supports 16 broches
 4 supports 14 broches
 3 supports 14 broches
 1 support 28 broches

Connecteurs

2 connecteurs mâle 8 broches
 2 connecteurs femelles 8 broches

Poussoir

I_1 : poussoir 1T (P_1)

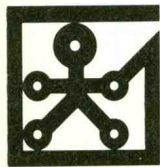
Inverseur

IN_1 : inverseur 2P

Divers

Transformateur 220 V / 9 V à pi-cots
 Circuits imprimés, straps, etc.

LOGIC-12



Dans ce chapitre de la série, nous mettrons en œuvre la bascule D et découvrirons les structures associées. Ce sera également l'occasion de présenter le module LO_5, qui sera utilisé dans ce volet.

REGIME TRANSITOIRE

Pour comprendre le principe utilisé en logique séquentielle, il convient de se rapprocher de la réalité. Quand on applique un signal à l'entrée d'une porte (ou fonction) logique, la sortie ne change pas d'état aussitôt, mais après un délai propre au circuit choisi, soit τ_p . Ainsi, quand on applique un front d'horloge actif sur une bascule D, la bascule mémorise aussitôt l'état de D, mais, en revanche, la sortie change d'état après le délai τ_p . La **figure 1** reprend l'analyse de manière graphique, les flèches indiquant la séquence des opérations (propres à la bascule) ; c'est de cette manière qu'il convient de traiter les chronogrammes pour déterminer l'état en sortie d'une fonction séquentielle.

PSEUDO-BASCULE T

Une bascule T (Cf. **fig. 3**) est une bascule qui change d'état à chaque impulsion d'horloge (basculer = 'Toggle'). Si on relie l'entrée

D d'une bascule D à sa propre sortie complémentée, soit $D = \bar{Q}$, les états des sorties alternent au rythme de H. Ainsi, si au départ $Q = \phi$, $D = \bar{Q} = 1$, au front de H, la bascule mémorise l'état de D, soit 1, et après le délai τ_p , les sorties changent d'état (Q prend l'état de D), soit $Q = 1$ et \bar{Q} , son complément vaut ϕ ; l'état de D change également, mais il n'est plus mémorisé par la bascule car le front actif d'horloge est passé (délai τ_p) ; avec une nouvelle impulsion H (front actif), la bascule mémorise $D = \bar{Q} = \phi$, et après le délai τ_p , les sorties $Q = \phi$, $\bar{Q} = D = 1$ et le cycle reprend. La **figure 2** associe schémas et chronogrammes ; entre parenthèses, on modélise la bascule pour faire apparaître les fonctions retard τ_p .

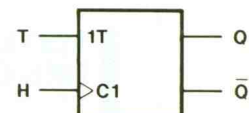
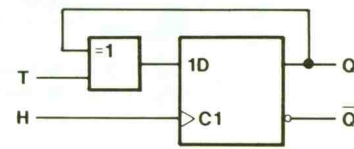
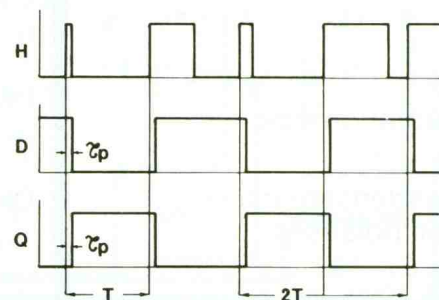
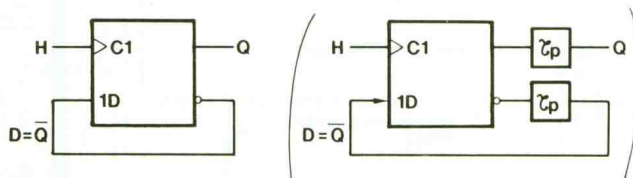
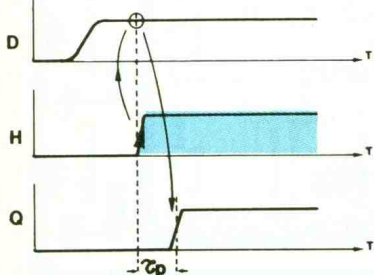
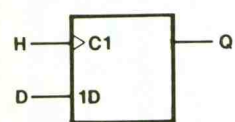
Chronogrammes

Les chronogrammes apportent des compléments : à chaque front montant de H, les sorties changent d'état (on a représenté uniquement Q) ; une période du signal de sortie dure donc deux périodes du signal d'horloge H ;

on observe donc une division de fréquence par deux entre H et Q (et \bar{Q}). La période du signal H est constante, seul le rapport cyclique change ; or le rapport cyclique n'affecte pas la sortie, car le déclenchement de la bascule s'effectue sur front. La sortie conserve donc un rapport cyclique constant de 50 %.

Mise en œuvre

On utilise un générateur de signal rectangulaire, appliqué en H, après avoir câblé le montage sur une plaquette de connexion. L'oscilloscope est connecté en H et en Q (ou \bar{Q}) et on observe le fonctionnement décrit par l'analyse, sur les deux voies de l'oscilloscope (signaux superposés ; synchronisation sur Q). Si vous disposez d'un générateur à rapport cyclique variable, vérifiez la remarque. Sinon, le module LO_5 est utilisé car il intègre un générateur de signaux logiques (sortie H, signal carré). Si on utilise, pour H, le signal issu de la sortie du monostable du module LO_5 (sortie T), pour chaque ap-



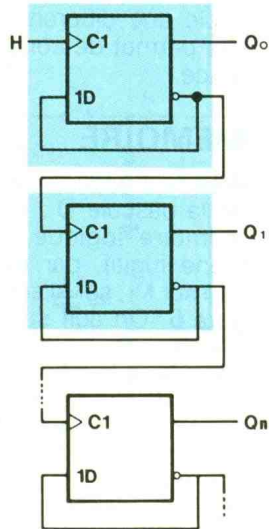
T	H	Q
0	↑	Q
1	↑	\bar{Q}
X	↑	Q

1 Régime transitoire.

2 Pseudo bascule « T ».

3 Bascule « T ».

4 Association de pseudo-bascules « T ».



pui sur le poussoir de déclenchement K_1 , la sortie change d'état (FF = 'Flip-Flop' = bascule).

BASCULE T

Elle compose le cœur de tous les circuits intégrés séquentiels et se rencontre dans leurs schémas structurels internes, mais n'est pas disponible individuellement dans un boîtier intégré. Comprendre son fonctionnement autorise l'analyse de schémas internes de circuits (si nécessaire). Le symbole est fourni en **figure 3**, ainsi que la table d'analyse et la relation équivalente avec une bascule D. Comme défini précédemment, une bascule T voit sa sortie changer d'état à chaque impulsion d'horloge H, mais une

entrée contrôle ce fonctionnement, comme dans le cas de la bascule D ; cette entrée est nommée T et définie sur le symbole comme une entrée D ($C_1 \rightarrow 1T$). Ainsi, si le signal $T = 1$, on a le fonctionnement défini ($Q = /q$) ; en revanche, pour $T = \phi$, les sorties ne changent plus d'état, on est donc en mémorisation ($Q = q$) ; la table de vérité reprend les différents cas, avec la notation choisie dans le précédent volet : mémorisation s'il n'y a pas de front de déclenchement (indépendamment de T) ou avec $T = \phi$ en présence d'un front actif, et basculement, au front actif, avec $T = 1$.

Équivalence

On réalise une bascule T avec une bascule D, comme indiqué sur la **figure 3**. L'équation de l'entrée D est issue d'un OU exclusif entre l'entrée T et la sortie Q ; ainsi $D = T (+)Q$, soit $D = T * Q + /T * Q$; si $T = 1$, on obtient $D = 1 * Q + /1 * Q = /Q + \phi = /Q$, soit un fonctionnement en basculement alterné $D = /Q$; si $T = \phi$, dans ce cas $D = \phi * Q + /\phi * Q = \phi + Q = Q$, soit un fonctionnement en mémorisation $D = Q$. Il est possible de remplacer le OU exclusif par une fonction identité en utilisant dans ce cas $/Q$ et H comme entrées. Cette équivalence permet la manipulation sur la fonction logique « T » qui n'existe pas intégrée. On note qu'il n'est pas possible de réaliser une bascule T avec un verrou RS.

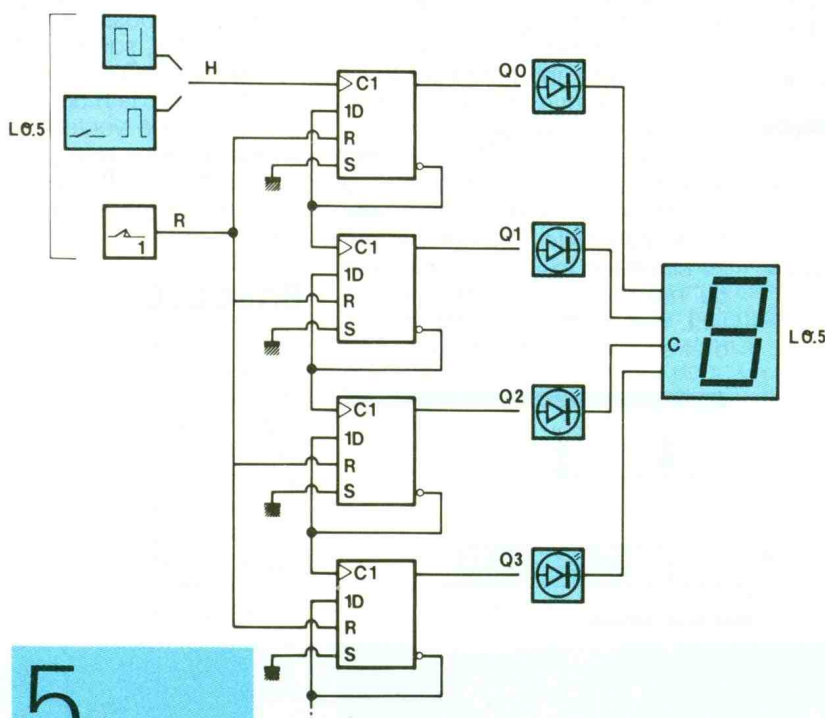
Mise en œuvre

Utilisez le module LO_5 pour générer le signal H (monostable : signal T du module ; ou horloge autonome : signal H du module) et le module LO_1 pour générer l'état T du schéma et visualiser les différents signaux logiques. Vous devez constater l'identité avec la table de vérité proposée. Avec l'horloge H, la DEL de visualisation de la sortie Q clignotera à une cadence deux fois plus faible que celle de H, preuve de la division de fréquence par deux. Vous constaterez le changement de Q au moment où la DEL de l'horloge du module LO_5 s'allume (front montant de H).

ASSOCIATION

Analysons le fonctionnement du schéma de l'association de pseudo-bascules T, proposé en **figure 4**. Une telle association s'appelle un montage en « cascade ». Prenons l'exemple plus simple de deux bascules en cascade, qui sont à zéro au départ ($Q_0 = Q_1 = \phi$) ; on applique un front montant en H, seule la sortie Q_0 change d'état ; au front suivant, Q_0 recharge d'état, mais la sortie complémentaire passe de ϕ à 1, donc fournit un front montant à la seconde bascule qui fait basculer la sortie Q_1 ... et ainsi de suite. La sortie complémentaire est utilisée pour faire basculer l'étage suivant quand on a passage de Q de 1 à ϕ . Ainsi pour deux sorties, on a la succession $Q_0 Q_1 = \phi \phi \phi 1 1 \phi 1 1$ (cycle se répétant au rythme de H) qui correspond à un comptage binaire naturel sur 2 bits. Sur n sorties, on obtiendra un comptage sur n bits, avec 2^n états. C'est sous ce principe (appellation anglaise 'ripple carry') que fonctionnent les circuits 4020, 4024, 4040, 4060 (bascules T). Le module LO_2 rappelle la succession d'états pour quatre sorties ($\phi \phi \phi \phi$ à 1111), mais ne fonctionne pas sous ce principe.

On constate également une succession de divisions par deux de la fréquence f_H du signal H (Cf. **fig. 2**) vers les sorties respectives (due bien sûr à la structure « T » adoptée : ainsi, en Q_0 la fréquence f vaut $f_H/2$, en Q_1 , f vaut $f_H/4$, en Q_2 , $f = f_H/8$, et ainsi de suite jusqu'à la sortie Q_n pour laquelle $f = f_H/2^n$. Le principe de ce type d'association en cascade permet donc deux types d'appli-



5 Manipulation.

cation : comptage binaire naturel ou division de fréquence par facteur 2^n .

MISE EN ŒUVRE

La figure 5 propose la mise en œuvre concrète d'une association de quatre bascules en cascade, ce qui permet la vérification et apporte un complément. On choisit d'utiliser des bascules D type 4013, il est donc nécessaire de s'intéresser également aux états à appliquer sur les entrées asynchrones R et S. On rend toutes les entrées S inactives (reliées à la masse) et on les oublie ; on relie toutes les entrées R à un même interrupteur (avec résistor de polarisation à 0 V pour fixer l'état de repos inactif) ; ainsi, si on agit sur cet interrupteur, on remet à zéro toutes les bascules ; dans le cas contraire (repos), ces entrées sont inactives. Les entrées horloge et D des bascules sont interconnectées selon le principe de la figure 4. Le signal H est fourni par un monostable ou un générateur de signaux rectangulaires. On visualise la sortie sur quatre diodes DEL. Le module LO_5 permet de disposer de tous les éléments nécessaires à la manipulation, avec l'avantage de décoder le code BCD et de le présenter sur un afficheur sept segments (Cf. fiche du module LO_5).

1^{re} manipulation

Après avoir réalisé le câblage (monostable en H), mettez sous tension : les états des sorties sont alors quelconques. Agissez sur le poussoir R, les sorties passent toutes à zéro. Maintenant, agissez sur H ; pour chaque ap-

pui sur H, les sorties changent d'état, successivement selon le code binaire naturel ($\phi\phi\phi\phi$, $\phi\phi\phi 1$, $\phi\phi 1\phi$... 1111, $\phi\phi\phi\phi$...) avec un cycle de seize états (4 bits). Les états des sorties sont visualisés sur les DEL, mais aussi sur l'afficheur. Remarquez que l'afficheur indique la valeur décimale du code $Q_3Q_2Q_1Q_0$ ($\phi\phi\phi\phi$ à $1\phi\phi 1$), mais est éteint pour les codes non-BCD ($1\phi 1\phi$ à 1111), les DEL permettant de connaître l'état du code dans ce cas ; cette particularité est due au type de décodeur choisi sur le module LO_5 (4511). La remise à zéro est possible, dans n'importe quel état du cycle, en agissant sur R, ce que vous pouvez aisément vérifier à tout moment.

2^e manipulation

On utilise un générateur autonome pour l'horloge H. L'état des sorties change donc automatiquement au rythme de H ; avec le module LO_5, le rythme est d'environ 2 Hz, mais vous pouvez utiliser un générateur variable (module LO_2) de fréquence quelconque. Avec une fréquence plus élevée, vous pouvez visualiser les sorties sur l'oscilloscope (avec l'aide du module LO_3 ; $f < 10$ kHz) ; la synchronisation s'effectue sur la sortie Q_3 (\downarrow). Avec une fréquence très élevée (1 MHz), vous verrez apparaître les temps de propagation τ_p (sans utiliser le module LO_3 !) et constaterez que le délai entre l'horloge et la sortie augmente avec le rang de la sortie ; si la première sortie se nomme Q_0 , le délai sur la sortie Q_n est égal à $(n + 1) \cdot \tau_p$. Si vous agissez sur R, les sorties sont fixées à zéro pendant la durée de l'appui, malgré le signal H, preuve du fonctionnement asynchrone de la remise à zéro (prioritaire à H). Si la fréquence de H est supérieure à 15 Hz, à cause du phénomène d'intégration de l'œil (qui permet au cinéma d'exister !), l'afficheur du module LO_5 ainsi que les DEL d'état donnent l'impression

seule une différence de luminosité permet de constater la différence.

MEMOIRE

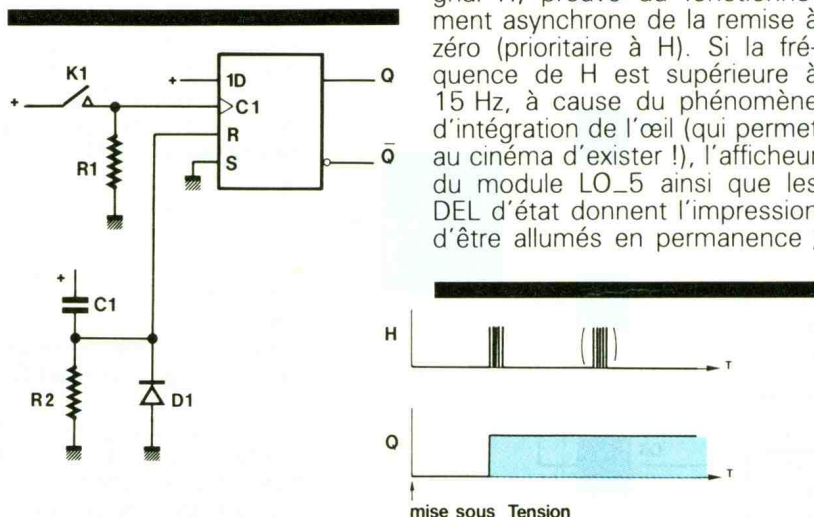
Première application élémentaire de la bascule D : on réalise une mémoire logique d'un phénomène fugitif, par exemple, l'action sur K_1 , sur le schéma de la figure 6. On agit sur R et S pour décider de l'initialisation de la bascule, à la mise sous tension ; c'est le rôle du circuit $R_2-C_1-D_1$ qui fournit un état 1 à la mise sous tension (Cf. Logic-11), ici sur l'entrée R, l'autre entrée étant inactive. On va donc utiliser l'entrée H pour mémoriser un état 1, d'où l'état de D. En agissant sur K_1 , on fournit une impulsion (avec ses rebonds) sur l'horloge H, donc un front montant (en fait plusieurs à cause des rebonds) qui mémorise l'état de D et bascule la sortie à l'état 1 ; si on agit encore sur K_1 , les sorties ne changent plus d'état, ce qui était d'ailleurs déjà le cas avec les rebonds du signal fourni par K_1 ; le seul moyen de remettre Q à zéro est d'agir sur l'entrée R (interrupteur en parallèle sur C_1). La figure 6 complète l'analyse par un graphe de H et Q.

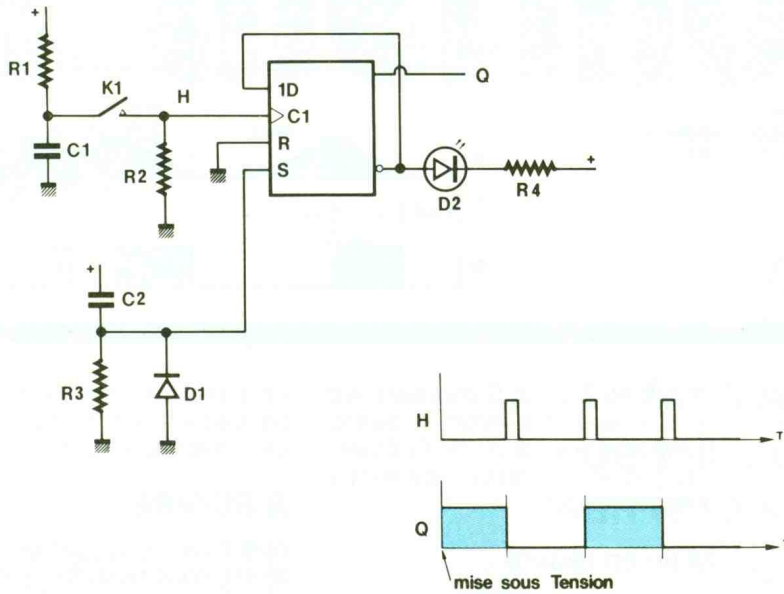
Expérimentation

Pour la mise en œuvre, choisissez par exemple $R_1 = 10$ k Ω , $R_2 = 100$ k Ω , $C_1 = 0,1$ μ F, $D_1 = 1N4148$, bascule 4013. Pour un autre type de bascule, assurez-vous de fournir les états actifs nécessaires. L'exemple utilise une mémorisation de l'état 1, et il est bien sûr possible de mémoriser un état ϕ , soit en utilisant $/Q$, soit en fixant $D = \phi$ (utiliser l'entrée S au lieu de R pour l'initialisation). Si vous voulez mémoriser un état externe quand vous agissez sur K_1 , il suffit de relier le signal de l'état externe à l'entrée D.

BASCULE

Seconde application simple. Le schéma est en figure 7 et on reconnaît le circuit d'initialisation asynchrone $R_3-C_2-D_1$; en observant les entrées utilisées ($R = \phi$, $S = \text{init}$), à la mise sous tension, la bascule est mise à 1 et la DEL de visualisation D_2 est éclairée ($/Q = \phi$). Comme l'entrée D est reliée à la sortie $/Q$, on a un fonctionnement en bascule T, donc





un changement d'état à chaque impulsion d'horloge H. La DEL visualise un état 1 de la sortie Q. L'horloge H est fournie par l'interrupteur K_1 et les éléments associés qui jouent le rôle d'antirebond. Une autre solution serait d'utiliser un monostable, ou un antirebond à verrou RS, mais cette solution ne nécessite aucun élément actif ; la condition de fonctionnement est $R_2 \ll R_1$, par exemple $R_1 = 100 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 2,2 \text{ k}\Omega$ et $C_1 = 0,1 \mu\text{F}$; la va-

leur de C_1 sera augmentée selon la qualité de K_1 . Les graphes témoignent du fonctionnement. A vous d'appliquer ce montage, par exemple pour une commande arrêt/marche d'un dispositif annexe, par action sur un poussoir.

SELECTION TROIS CANAUX

Une application qui découle de la remarque précédente. C'est un exemple d'application, car il y a d'autres solutions plus économiques (dont une qui n'utilise qu'un 4017, présentée prochainement). La **figure 8** présente le schéma qui utilise trois circuits intégrés $IC_1 = 4075$, $IC_2 = IC_3 = 4013$. Etudions son principe, pour en étendre éventuellement les possibilités.

Initialisation

Le circuit R_1 - C_1 - D_1 assure l'initialisation des bascules. Il agit sur l'entrée S de la bascule Q_1 et sur les entrées R des bascules Q_2 , Q_3 au travers des portes OU. Les autres entrées sont polarisées à leur état inactif. A la mise sous tension, on obtient donc $Q_1 = 1$, $Q_2 = \phi$, $Q_3 = \phi$, donc priorité au canal 1. Les DEL D_2 , D_3 et D_4 visualisent les états des sorties Q_1 , Q_2 , Q_3 respectivement ; comme seule une des trois DEL sera allumée à la fois (comme on va le constater), un seul résistor R_5 assure la limitation du courant dans ces DEL (analyse de la valeur).

Principe

L'entrée D des bascules est fixée à l'état 1, on agit sur l'horloge, donc la bascule fonctionne selon le mode mémoire de la **figure 6**, ce qui évite l'emploi d'antirebond. Les résistors R_2 - R_3 - R_4 fixent l'état inactif des entrées H. Si on agit sur K_2 , on applique un front actif (en fait plusieurs rebonds) sur la bascule Q_2 qui prend l'état 1 sur les portes OU des bascule 1 et 3, en assurant ainsi la remise à zéro ($Q_1 = \phi$, $Q_3 = \phi$). Il en est de même, qu'on agisse sur K_1 , K_2 ou K_3 , sachant que l'appui met à un la bascule considérée et à zéro les autres. Dans le principe, on aurait d'ailleurs pu utiliser des verrous RS.

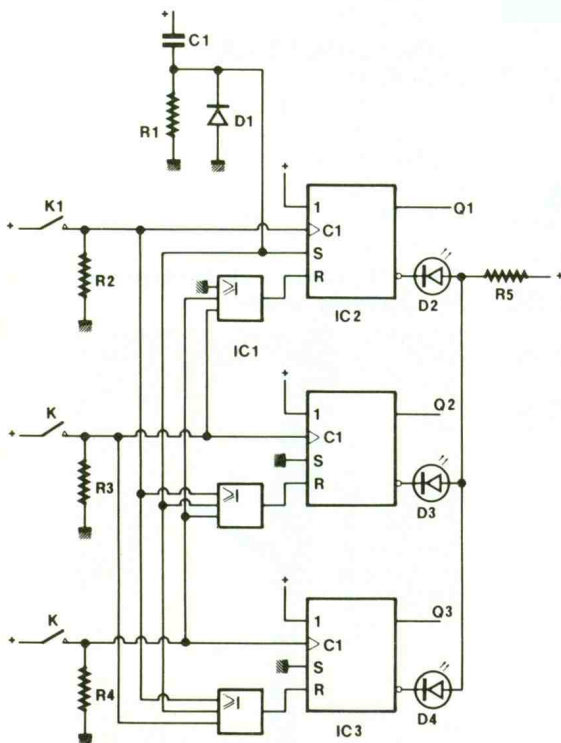
Remarques

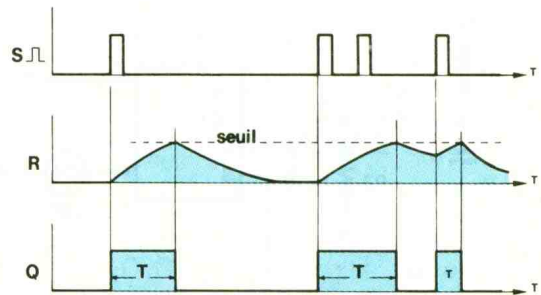
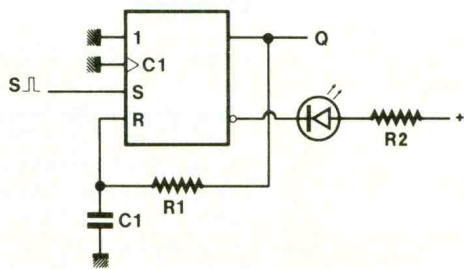
Comme on utilise des portes CMOS, si on remplace R_2 , R_3 , R_4 par des résistors de valeur élevée (1 à 10 M Ω), il est possible de réaliser un commutateur sensible à trois canaux ; il peut dans ce cas être nécessaire de connecter, en parallèle aux résistors, des condensateurs de faible valeur (quelques nanofarads). Et, comme il reste une bascule libre, on pourrait porter la sélection à quatre canaux, selon le même principe, mais il faudrait alors quatre portes OU à quatre entrées, donc remplacer IC_1 par deux circuits 4072.

MEMOIRE TEMPORAIRE

Une application originale, qui évitera parfois d'utiliser un circuit supplémentaire si on dispose d'une bascule inutilisée.

Sous ce nom barbare se cache en fait un banal monostable. La **figure 9** présente le schéma qui n'utilise qu'un circuit RC. L'entrée d'horloge est inutilisée, ainsi donc que D. On utilise la bascule comme un verrou RS, mais on peut tout aussi bien appliquer la commande de la **figure 6**. En appliquant une impulsion à l'entrée S, on met la bascule à l'état 1. La DEL D_1 s'éclaire. En considérant C_1 précédemment déchargé, il se charge au travers de R_1 ; quand la tension à ses bornes atteint celle du seuil de l'entrée R de la bascule, les sorties changent d'état, la DEL s'éteint. Le





condensateur se décharge alors. Une fois déchargé, le cycle peut reprendre.

Remarques

La durée de l'impulsion T est d'environ $0,7 \cdot R_1 \cdot C_1$, mais il faut attendre entre 3 et 5 $\cdot R_1 \cdot C_1$ pour garantir la durée de la prochaine impulsion, sinon vous aurez le phénomène visible sur les graphes de la figure (impulsion t plus courte due à la décharge partielle de C_1).

Si on maintient un état 1 sur l'entrée S , la sortie Q reste à 1 pendant la durée de cet état, mais C_1 continue à se charger jusqu'à

V_{cc} (R et S actifs, S prioritaire sur R , affichage DEL erroné); quand S repasse à ϕ , la sortie Q également, mais C_1 met plus de temps à se décharger.

Mise en œuvre

Pour mettre en œuvre ce monostable particulier, il suffit de choisir un couple R_1 - C_1 approprié pour rendre visible la constante de temps T du monostable; soit faible pour une visualisation à l'oscilloscope (générateur de signal impulsionnel en S), soit élevé pour une visualisation sur la DEL D_1 (poussoir polarisé à 0 V sur S). En utilisant l'entrée d'horloge

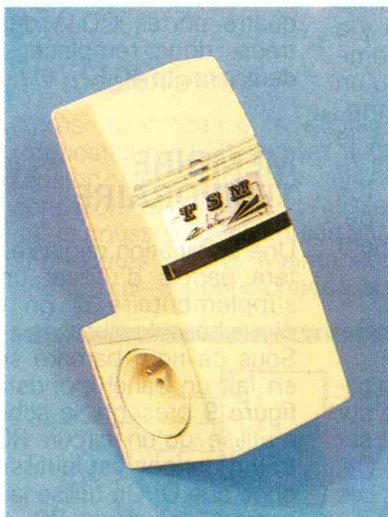
en remplacement de l'entrée S , on obtient un monostable déclenchable sur front.

A SUIVRE

Avant de nous quitter (pour ce volet), nous réaliserons le module LO_5 nécessaire à l'expérimentation de montages séquentiels. Dans le prochain volet, après la présentation de la bascule JK, nous pourrons enfin définir la méthode de conception séquentielle, qui vous permettra de « construire » un compteur du type que vous aurez choisi, ou plutôt un séquenceur.

P. WALLERICH

ANTIPARASITES-SECTEUR TSM



Le réseau de distribution, vu la diversité d'appareils connectés, transporte nombre de parasites. Aussi, les récepteurs électriques du type micro-ordinateur ou par extension électroniques n'apprécient pas toujours ces incidents. La solution s'avérant la plus satisfaisante consiste à utiliser un filtre-secteur qui sera mis en série avec l'appareil à alimenter.

La société TSM dispose de toute une gamme de références en ce domaine, livrée ci-après :

CARACTERISTIQUES COMMUNES

- Tension de service : 250 V.
- Gamme de fréquence DC MAX 400 Hz.
- Test de service P/N : 2,5 kV, 50 Hz.
- Courant de fuite : 220 V, 50 Hz, $2 \times 0,21$ mA.

SERIE 1 SORTIE

- FN610-3/06 : 285 F
3 A - 2 mH
- FN610-6/06 : 320 F TTC
6 A - 0,75 mH
- FN610-10/06 : 350 F
10 A - 0,45 mH

SERIE 2 SORTIES

- FN610-3/06 : 325 F
3 A - 2 mH

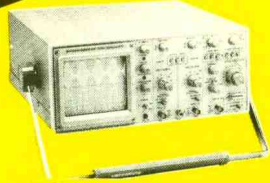
- FN610-6/06 : 360 F
6 A - 0,75 mH
- FN610-10/06 : 390 F
10 A - 0,45 mH

SERIE ECONOMIQUE (1 SORTIE)

- FN610-3/06 : 199 F
3 A - 2 mH
- FN 610-6/06 : 240 F
6 A - 0,75 mH
- FN610-10/06 : 280 F
10 A - 0,45 mH

TSM, 15, rue des Onze-Arpents
95130 Franconville





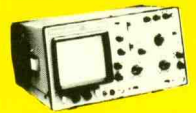
9102. Double base de temps. 2 x 20 MHz **5190F**
 9104. Double base de temps. 2 x 40 MHz **6750F**

Composants TERAL

HEURES D'OUVERTURE : le lundi de 13 h 30 à 19 h, du mardi au samedi de 9 h 30 à 19 h SANS INTERRUPTION

26

RUE TRAVERSIÈRE
 PARIS 12^e
 TÉL. : 43.07.87.74 +
 FAX : 43.07.60.32
 MÉTRO : GARE DE LYON



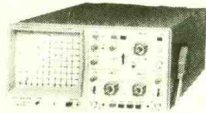
9020 Double trace 2 x 20 MHz. Ligne à retard. Testeur de composants. Chercheur de trace. Livré avec 2 sondes combinées **3990F**

COMPOSANTS - MESURES - LAMPES - SUPPORTS CITULIPES - CONTACTS DORES A DES PRIX TERAL

9106 2 x 60 MHz **9190 F**
 9204 2 x 40 MHz **7750 F**
 9202 2 x 20 MHz **6195 F**

OSCILLOSCOPES

HAMEG



NOUVEAU
HM 203/7
 Double trace 2 x 20 MHz 2 mV à 20 V, add' soust. déclench. AC-DC-HF-BF. Testeur de composants. Livrés avec 2 sondes combinées **3900 F**
HM 100/5
 3 x 100 MHz avec 2 sondes **8780 F**

NOUVEAU
HM 205-3
 Double trace 2 x 20 MHz. Testeur de composants. Mémoire numérique 2 x 1 K. Chercheur de trace. Livrés avec 2 sondes combinées **6980 F**
HM 604. 2 x 60 MHz avec expansion Y X 5. Post. accéléré 14 KV avec 2 sondes combinées **6760 F**
HM 8001. Appareil de base avec alimentation permettant l'emploi de 2 modules **1550 F**
HM 8021-3. Fréquence-mètre 10 Hz à 1 MHz Digital **2360 F**
HM 8032. Générateur sinusoïdal 20 Hz à 20 MHz. Affichage de la fréquence **1940 F**
HM 8028
 Analyseur de spectre **5440 F**

MONACOR

LES "NEWS" MULTIMETRES DIGITAUX
DMT 2010. 2000 PTS. 3 1/2 Digits. Test. diodes. **260 F**
DMT 2035. 2000 PTS. 3 1/2 Digits. Capacité-mètre. Fréquence-mètre. Test. diodes. Test. Transistor. Test. TTL **720 F**
DMT 2040. Modèle "Pocket" 4000 PTS. Hold. Test. diodes **359 F**
DMT 2055. Automatique. Bargraph. 4000 PTS. 3 1/2 Digits. Data. Hold. Test. diodes. Fréquence-mètre **1290 F**
DMT 2070. Testeur de composants. Capacité-mètre. Test. diodes **778 F**
DMT 2075. 2000 PTS. 3 1/2 Digits. Capacité-mètre. Fréquence-mètre. Test. transistors. Test. diodes. Test. continuité. Anti-chocs **690 F**

DMT-2035

- 2 000 pts = 3 1/2 digits
- Capacité-mètre = 2 nF - 20 µF
- Fréquence-mètre avec Trigger = 2 kHz - 20 MHz
- V. DC = 1 000 V • V. AC = 750 V
- A. AC/C = 20 A
- Ω = 200 Mohms
- Test transistors • Test diodes
- Test TTL logique • Test LED
- Test de continuité
- Précision de base = 0,5 %

720 F TTC*

AG 1000. Générateur de B.F. 10 Hz/1 MHz. 5 calibres. Faible distorsion. Impédance 600 Ω **1360 F**
LCR 3500. Pont de mesure digital. Affichage LCD. Mesure résistance, capacité, inductance et facteur de déperdition.
L-DM-815. Grép. dép. Mètre **770 F**
R-D 1000. Décade de résistance **555 F**
CM 300. Capacité-mètre **576 F**

Documentation sur demande.

Accessoires mesure. Pince de test. Adaptateur. Cordons. Pointe de touche.

MULTIMETRES

Beckman

DM 10 - Modèle de poche **359 F**
 DM 15 B - AD/DC - 10 A - Bip **479 F**
 DM 20 L - Gain trans. Bip **539 F**
 DM 23 - Précision 0,5 % HFE **619 F**
 DM 25 L - Test trans. et Capa **719 F**
 DM 71 **419 F**
 DM 73 - Gamme Auto-Mini **559 F**
 DM 78 - Multi de poche. Avec étui **249 F**
 CM 20 - Capacité-mètre **829 F**
EDM 122 - Multimètre digital. Très grand display. 11 fonctions. Test de continuité sonore. Fréquence-mètre. Test capacité. Test diode **649 F**

NOUVEAUTÉS

DM 27 XL. Multimètre numérique grand afficheur. 17 mm avec étui souple VC 202. **PROMO 799F TTC**

DM 95. 4000 PTS. Bargraph rapide. Sélection auto-manuelle avec sa gaine anti-choc **1095F TTC**

METRIX

MULTIMETRES



- MX 112 A avec boîtier de transport **699F**
- MX 512 **1000F**
- MX 582 2000 points 3 1/2 digits. Précision 0,2 %. 6 fonctions 25 calibres **1719F**
- MX 453. 20 000 Ω/ACC. VC : 3 à 750 V.I.C : 30 mA à 15 A.IA : 30 mA à 15 A. Ω : 0 à 15 kΩ **940F**
- MX 202 C. T. DC 50 mV à 1000 V.T. AC 15 à 1000 V. Int. DC 25 µA à 5 A. AC 50 mA à 5 A. Résist. 10 Ω à 12 MΩ. Décibel 0 à 55 dB. 40 000 Ω/V **1290F**
- MX 482 G. 20 000 Ω/V CC/AC. 1,5 VC : 1,5 à 1000 V. VA : 3 à 1000 V. IC : 100 µA à 5 A. IA : 1 mA à 5 A. 5 Ω à 10 MΩ **1125F**
- MX 50 **1530F**
- MX 51. Affichage 5 000 points. Précision 0,1 %. Mémoire 5 mesures. Buffer interne **1950F**
- MX 20. Test diode. Data Hold. Avec gaine anti-choc. Malette de transport **PROMO 942F**

OSCILLOSCOPE **METRIX OX 722**

Base de temps variable 2 x 20 MHz **3900F**

METRIX OX 725

2 x 20 MHz. Retard au déclenchement. Recherche de trace. Vitesse variable. **4440F TTC***

OSCILLOSCOPE

Base de temps variable 2 x 20 MHz **3900F**

METRIX OX 725

2 x 20 MHz. Retard au déclenchement. Recherche de trace. Vitesse variable. **4440F TTC***

FREQUENCEMETRES

Beckman

UC 10. 5 Hz à 100 MHz. Compteur. Intervalles. Périodes. 8 afficheurs **3195 F**

CENTRAD

346 - 1 Hz 600 MHz **1880 F**
 961. Gén. de fonction de 1 Hz à 200 KHz ... **1650 F**

GENERATEURS DE FONCTIONS

FG2. 7 gammes. Sinus carrés triangles. Entrée VCF-OFFSET Beckman Qte limitée **PROMO N.C.**
 FG3 AE. 0,2 Hz à 2 MHz **2700 F**
AG 1000. Générateur BF. 10 Hz à 1 MHz 5 calibres Faible dist. imp. 600 Ω Monacor **1360 F**
SG 1000. Générateur HF. 100 kHz à 150 MHz 6 calibres Précis. 1,5 %. Sortie 100 mV Monacor **1325 F**
368. Générateur de fonction. 1 Hz à 200 kHz. Signaux carrés sinus triangle Centrad **1420 F**
869. Générateur de fonctions de 0,01 Hz à 11 MHz Centrad **3490 F**

ELC ALIMENTATIONS

AL 745 AX de 1 V à 15 V - 3 A **700 F**
 AL 821. 24 V - 5 A **750 F**
 AL 812. de 1 V à 30 V - 2 A **790 F**
 AL 781 N. de 0 V à 30 V - 5 A **1840 F**
 AL 891. 5 V - 5 A **360 F**
 AL 892. 12,5 V - 3 A **300 F**
 AL 893. 12,5 V - 5 A **360 F**

LABOTEC

Toujours à votre service pour réaliser vos circuits imprimés.

PLAQUES EPOXY.

Présensibilisées STEP circuits. La référence du Cl. 1 FACE 2 FACES
 75 x 100 **11 F 12,50 F**
 100 x 160 **19 F 24 F**
 150 x 200 **39 F 45 F**
 200 x 300 **79 F 89 F**

PLAQUES BAKELITE

Cartes étude à bandes ou pastilles étamées.
 50 x 100 **7,90 F**
 100 x 100 **15 F**
 100 x 150 **24 F**
 100 x 200 **29 F**

PERCEUSES MAXICRAFT

Perceuse 42 W avec 9 outils **99 F**
 Perceuse 42 W avec 15 outils **176 F**
 Perceuse 50 W **190 F**
 Alimentation pour perceuse **135 F**
 Support perceuse **85 F**
 Fer à souder gaz et Mini chalumeau **198 F**

COMPOSANTS

EXTRAIT TARIF

BU 208 A **16 F** MJ 15024 **45 F**
 BU 326 A **14 F** 2N 3055 100 V **7 F**
 BU 508 A **16 F** 2N 3442 **17 F**
 BUT 11 A F **16 F** 2N 3773 **29 F**
 BUS 11 **28 F** BUZ 11 **19 F**
 MJ 15023 **45 F**

Série BC - BD et BF disponible. Tarif sur demande.

RELAIS TYPE EUROPEEN

6 V - 2 RT **43 F** 12 V - 2 RT **33 F**
 Support relais 2 RT **7,80 F**

DEPARTEMENT UNIQUE EN TRANSFORMATEUR

FABRICATION FRANÇAISE

5 VA, 1 second **36,00** 5 VA, 2 second **39,00**
 12 VA, 1 second **46,00** 12 VA, 2 second **49,00**
 25 VA, 1 second **66,50** 25 VA, 2 second **69,00**
 40 VA, 1 second **89,00** 40 VA, 2 second **93,00**
 60 VA, 1 second **98,00** 60 VA, 2 second **103,00**

ALIMENTATION HIRSCHMANN

500 MA réglable de 3 V à 12 V **39F**
 1 A réglable de 3 V à 12 V Régulée, filtrée, stabilisée **125F**

ANTENNES

EXTERIEURES U.H.F. - V.H.F.

AMPLI ANTENNE

EXTERIEUR, INTERIEUR

ANTENNE INTERIEURE AMPLIFIÉE

Forme satellit., 30 dB **380 F**

Modules, adaptation video

UNI - 1 A. Module d'adaptation SECAM sur un magnéto-copie VHS/PAL. Le module **350 F**
 Pour autre adaptation, nous consulter.

KITS ELECTRONIQUE

M.T.C. ELECTRONIQUE COLLEGE

EXP 03. Thermomètre affichage digital **210 F**
 EXP 04. Thermostat affichage digital **258 F**
 EXP 11. Ampli-stéréo 2 x 40 W **310 F**
 EXP 25. Table mixage. 4 entrées ST **260 F**
 EXP 28. Prise courant T⁹⁰ infra-rouge **110 F**
 EXP 29. Télécommande infra-rouge **50 F**
 LABO 01. Voltmètre continu aff. digital **205 F**
 LABO 08. Multimètre digital **260 F**
 LABO 11. Générateur de fonctions **246 F**

OFFICE DU KIT

CH 12. Ioniseur électronique **220 F**
 CH 14. Détartreur électronique **190 F**
 CH 20. Magnétophone numérique **350 F**
 CH 22. Transmetteur son à infrarouges **200 F**
 CH 24. Chien de garde électronique **290 F**
 CH 29. Alarme à infra sons **350 F**
 CH 26. T⁹⁰ infra-rouges 4 canaux **390 F**

TSM

TSM 89. Booster stéréo 2 x 40 W **165 F**
 TSM 123. Bruiteur électronique **250 F**
 TSM 90. Micro-espion **50 F**
 TSM 122. Prémpli antenne **85 F**
 TSM 45. Booster 70 W **200 F**
 TSM 46. Booster 100 W **280 F**

LA QUALITE PRO

ELP ELECTRONICS

MODULES PREAMPLI

HY 7. Mélangeur, 8 entrées, 1 voie **166 F**
 HY 8. Mélangeur, 5 entrées, 2 voies **161 F**
 HY 9. Preampli 2 voies, correction RIAA **175 F**
 HY 73. Preampli 2 voies guitare **288 F**

MODULES AMPLI

HY 60. 30 W eff. **209 F** HY 128. 60 W eff. **346 F**
 HY 248. 120 W eff. **460 F** HY 368. 180 W **710 F**

COFFRETS

ESM **TEKO**
 EM 14 05 **42,80 F** P 1 .. **15 F** P 3 .. **35 F**
 EM 10 05 **35,60 F** P 2 .. **22 F** P 4 .. **52 F**
 ER 48 04 **277 F** AUS 12 **83 F**
 EP 21 14 **85 F** AUS 22 **89 F**
 CAB 222 **88 F**

COFFRETS PLASTIC
 D 30 **42 F** VD 4 **38 F**

TOUS LES MODELES DISPONIBLES DOC ET TARIF SUR DEMANDE

CONNECTIQUE

DIN 3 B Mâle **2,70 F**
 DIN 5 B Mâle **2,90 F**
 DIN 6 B Mâle **3,50 F**
 DIN 7 B Mâle **4,80 F**
 DIN 8 B Mâle **5,50 F**

TYPE XLR NEUTRIX

3 B Mâle **18,80 F**
 3 B Femelle **22,50 F**
 4 B Mâle **29,00 F**
 4 B Femelle **37,80 F**
 Jack 6.35 Mâle **2,90 F**
 Jack 6.35 Stéréo **4,50 F**
 Jack 6.35 Mâle métal **6,50 F**
 Jack 6.35 Mâle stéréo métal **8,50 F**

CANON A SOUDER

9 Br mâle **3,95 F** 25 Br mâle **6,10 F**
 9 Br fem. **4,20 F** 25 Br fem. **7,10 F**
 Capot 9 B **3,50 F** Capot 25 B **4,50 F**
 15 Br mâle **5,30 F** 23 Br mâle **8,00 F**
 16 Br fem. **6,00 F** 23 Br fem. **7,50 F**
 Capot 15 B **4,00 F** Capot **7,50 F**

Fers JBC

15 W LD **148 F** Thermorégulé 45 W **570 F**
 30 W LD **135 F** Station thermorégulée de
 40 W LD **135 F** 100° C à 1000° C
 65 W LD **150 F** Display **1580 F**



EXP 28. Prise de courant télé. à I.R. **110 F**
 EXP 31. Prise de courant nuit et jour **91 F**
 EXP 35. Interrupteur/variateur de lumière **85 F**
 EXP 39. Ampli 20 W 12 V **95 F**