Electronique pratique

I.S.S.N. 0243 4911

18 F Nº 111 NOUVELLE SÉRIE JANVIER 1988
BELGIQUE : 125 FB - LUXEMBOURG : 125 FL - SUISSE : 5,50 FS
ESPAGNE : 360 Ptas - CANADA : $ 3,50

THERMOSTAT POUR CORDON ANTIGEL

MULTIPLEXEUR POUR CARAVANE

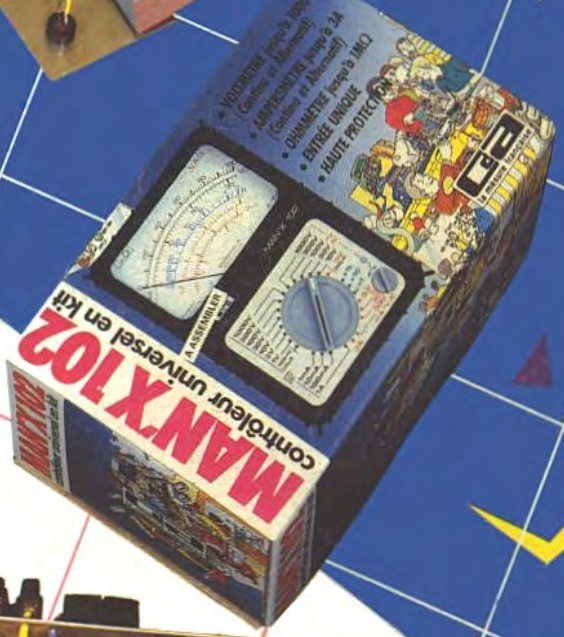
NOUVEAU PROGRAMMATEUR

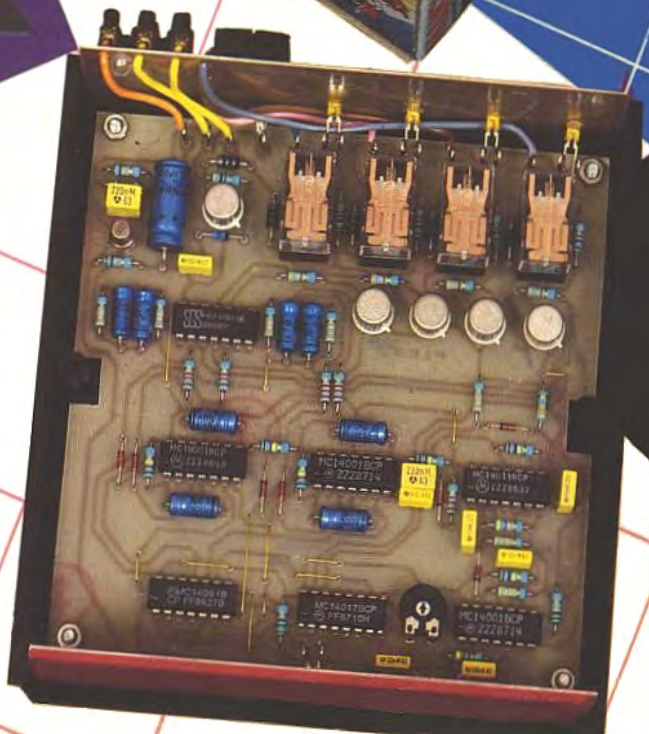
RÉVEIL-MATIN CAMPAGNARD

CASSE-TÊTE

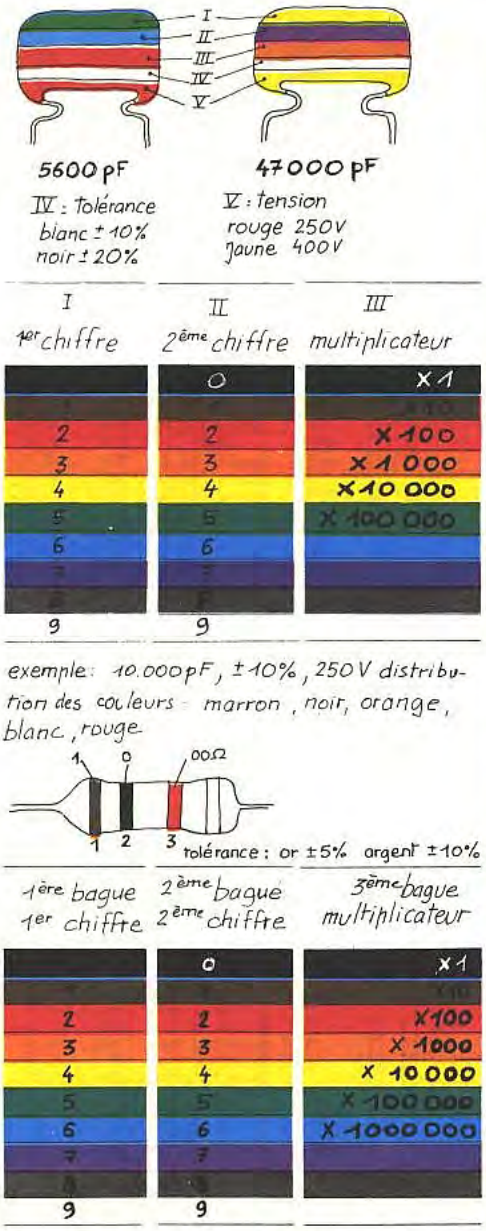
CONTRÔLEUR EN KIT CDA, ETC...

sommaire détaillé p. 50





T 2437 - 111 - 18,00 F
3792437018006 01110



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

Société anonyme au capital de 300 000 F.
2 à 12, rue Bellevue, 75940 Paris Cedex 19.
Tél. : 42.00.33.05 - Télex PVG 230 472 F
Directeur de la publication : **M. SCHOCK**
Directeur honoraire : **Henri FIGHIERA**
Rédacteur en chef : **Bernard FIGHIERA**
Maquettes : **Jacqueline BRUCE**
Couverture : **M. Raby.** Avec la participation de **G. Isabel, D. Roverch, R. Knoerr, C. Pichon, Ph. Bernard, A. Garrigou.**

OJD DIFFUSION-PUBLICITE 1986

SYNDICAT DE LA PRESSE SPEP DES ENTREPRISES ET DES PROFESSIONNELS

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

PUBLICITE : Société Auxiliaire de Publicité, 70, rue Compans, 75019 Paris - Tél. : 42.00.33.05 (lignes groupées)
CCP Paris 3793-60
Directeur commercial : **Jean-Pierre REITER**
Service publicité : **Pascal DECLERCK**
Promotion : **Société Auxiliaire de Publicité**
Mauricette ELHINGER
70, rue Compans, 75019 Paris. Tél. : (1) 42.00.33.05
Direction des ventes : **Joël PETAUTON**
Abonnements : **Odette LESAUVAGE**

« Le précédent numéro a été tiré à 110 000 ex. »

VOIR NOTRE TARIF « SPECIAL ABONNEMENT » PAGE 34

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 : **18 F.**
Les règlements en espèces par courrier sont strictement interdits.
ATTENTION ! Si vous êtes déjà abonné, vous faciliterez notre tâche en joignant à votre règlement soit l'une de vos dernières bandes-adresses, soit le relevé des indications qui y figurent. ●
Pour tout changement d'adresse, joindre 1 F et la dernière bande.

Electronique pratique

N° 111 JANVIER 1987

SOMMAIRE

PAGE

REALISEZ VOUS-MEMES

Un nouveau programmateur 51
Un casse-tête 63
Un thermostat antigel 63
Un multiplexeur pour caravane 74
Un réveil matin campagnard 88
Une animation de poche 95
Un carillon 24 airs 107

EN KIT

Le contrôleur CDA MAN'X 102 102
Boîte à décades LABO 10 MTC 113

PRATIQUE ET INITIATION

Les perceuses SAFICO 106
Applications des régulateurs 117
Fiche technique : le TDA 7050 T 123

DIVERS

Nos Lecteurs 134

CONFORT

PROGRAMMATEUR HEBDOMADAIRE

A partir d'un simple programmateur électrique journalier qu'il suffit de brancher sur une prise de courant et destiné par exemple à mettre en route chaque jour, à la même heure, un dispositif électrique quelconque, nous allons construire une version plus sophistiquée, capable d'étendre cette programmation à n'importe quel jour de la semaine, en toute simplicité pour l'utilisateur.

Nous pensons plus particulièrement aux heureux possesseurs d'une résidence secondaire à la campagne et très intéressés, dès l'automne, par la mise en service automatique du chauffage en fin de semaine avant leur arrivée, ou de temps en temps pour chasser l'humidité, ou encore assurer une autre tâche domestique comme l'arrosage ou la simulation antivol.

PRINCIPE DU FONCTIONNEMENT

Il n'est plus besoin de présenter les multiples versions des programmateurs domestiques, vendus partout maintenant, et destinés à automatiser l'allumage et l'extinction d'un appareil électrique quelconque, se raccordant par une simple fiche à deux ou trois pôles sur l'appareil, lui-même inséré dans une prise de courant ordinaire. Le cadran de ces appareils est solidaire d'un petit moteur synchrone, donc à la vitesse de rotation parfaitement régulière puisque ne dépendant que de la fréquence du réseau. Pour les modèles journaliers, le cadran fera le tour complet en 24 heures.

L'emploi de ces appareils très robustes est fort simple : il suffit de mettre à l'heure le disque portant les chiffres des heures, puis de sélectionner les heures de mise en route et d'arrêt en agissant sur de petits picots rétractables ou en insérant des taquets aux couleurs caractéristiques. La « résolution » dépend de l'appareil, mais correspond souvent à 15 minutes.

La plupart des modèles disponibles possèdent un contact de 16 A, permettant la commande d'appareils re-

lativement puissants tels que machines à laver, chauffe-eau, cafetières, etc. Certains modèles possèdent une réserve de marche ne perturbant pas la programmation en cas de coupure prolongée du secteur.
Il existe bien entendu dans le commerce des horloges à programme hebdomadaire et journalier, au réglage un peu plus complexe, et c'est ce modèle que nous souhaitons construire à partir de l'interrupteur horaire journalier.
Tous ces appareils ne peuvent commander qu'un seul et unique récepteur, à des jours et heures choisis par l'utilisateur. Enfin, sur de nombreux modèles, on dispose d'une possibilité de marche forcée manuelle, permettant la mise en service prioritaire et immédiate du récepteur raccordé. Cette option sera incluse dans notre réalisation.

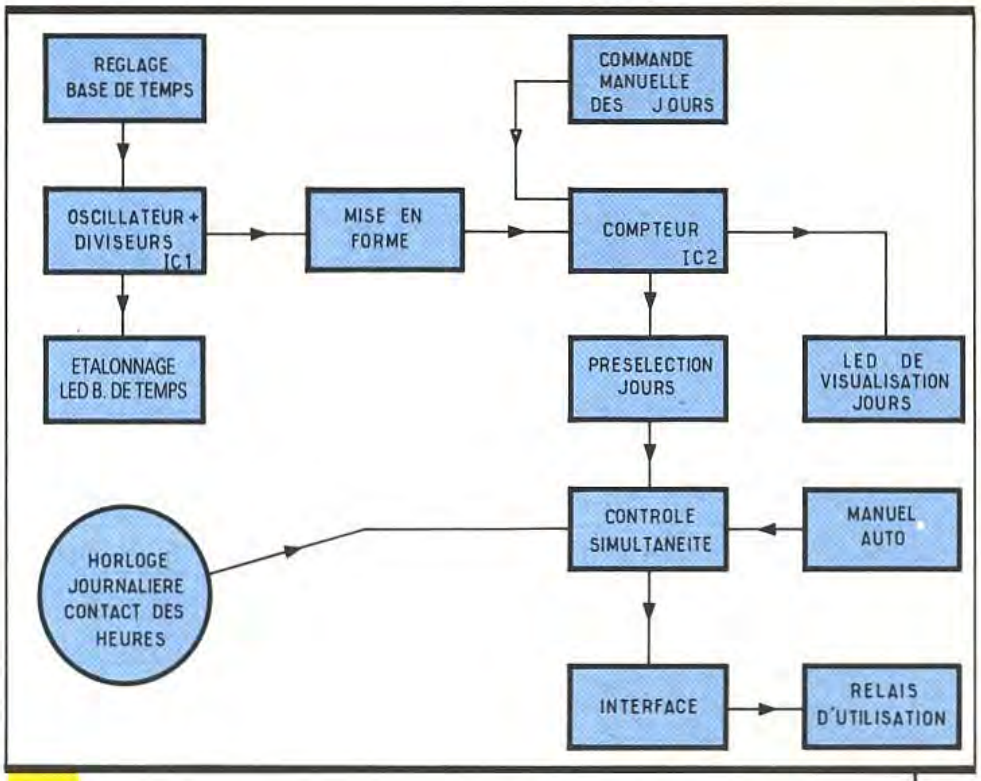


Fig. 1 *Synoptique complet.*

ANALYSE DU SCHEMA ELECTRONIQUE

Il ne fait aucun doute que l'alimentation de l'ensemble sera prélevée sur le secteur, en raison notamment des puissances mises en jeu et de l'utilisation habituelle d'un tel appareil, qui est simplement inséré dans une prise de courant. Vous trouverez le schéma complet à la **figure 2.** Bien entendu, le programmateur à modifier devra être « décortiqué » et monté dans le coffret retenu pour la mise en place de la plaquette électronique. Les éléments les plus intéressants sont les deux fils qui alimentent le micro-moteur alternatif et le contact de puissance, actionné soit par le cadran d'une manière mécanique, soit par l'intermédiaire d'un relais de puissance. Pour le reste, il est vivement conseillé de ne pas toucher aux fragiles engrenages en nylon, et de ne démonter que les éléments vraiment inutiles !
Un transformateur de faible puissance délivre 6 V que l'on redresse avec les quatre diodes D_1 à D_4 montées ici en pont de Graetz. Le gros condensateur chimique C_1 assure un premier et énergique filtrage de la tension redressée. Selon notre vieille habitude, un régulateur 7805 sera

Schéma de principe. **Fig. 2**

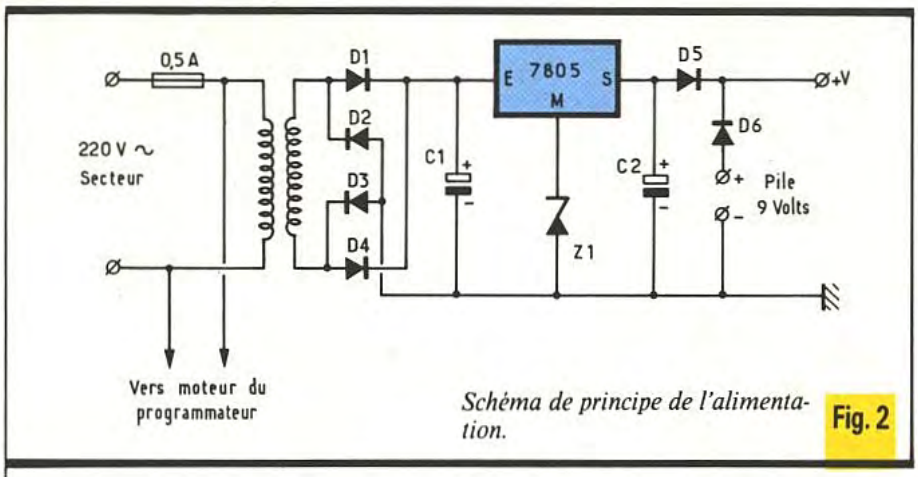


Schéma de principe de l'alimentation. **Fig. 2**

« truqué » à l'aide d'une diode Zener de 5,6 V pour pouvoir délivrer en fin de compte environ 10 V après la diode anti-retour D_5.
Une petite pile de 9 V assure une sauvegarde du temps déjà écoulé en cas de défaillance du secteur alternatif. Elle ne saurait en aucun cas suffire à rendre notre appareil opérationnel au niveau des sorties ou pour la rotation du cadran, mais évite un déréglage systématique du comptage des jours.

La programmation des heures n'est pas altérée, et on continuera à utiliser le cadran d'origine gradué pour choisir la ou les périodes horaires journalières. Par contre, pour les jours de la semaine, il est indispensable de réaliser une base de temps d'une période de 24 heures, avec une visualisation claire en face avant de l'appareil. Le circuit intégré IC_1 est bien entendu sollicité ici en raison de sa simplicité d'emploi. Nous proposons aux lecteurs intéressés de consulter utilement *Electronique Pratique* n° 94 à la page 28, qui reprend en détail la fiche technique (en français !) de ce circuit complexe quoique abordable.
Il ne nous a pas semblé utile de recourir à un quartz, toujours onéreux, pour doter IC_1 d'une base de temps très précise. Un circuit RC classique fera l'affaire. En réalité, il faudra monter deux condensateurs chimiques « tête-bêche » pour obtenir une forte valeur non polarisée : c'est ici le rôle de C_3 et C_4, qu'il sera possible de choisir au tantale pour une meilleure précision et fiabilité dans le temps. De même, pour R, nous n'avons pas retenu l'ajustable ordinaire P_1 en fait constitué sur la plaquette par un ajustable de 470 K en série avec un autre

Photo 2. – Présentation du module câblé à l'intérieur de son coffret.

de 4,7 K. On dispose ainsi d'un réglage grossier sur le premier et d'un ajustement plus fin sur le second. Nous y reviendrons dans le chapitre des réglages.

Le signal produit transite par les nombreux étages diviseurs par 2, et c'est enfin la sortie Q_{13} à la borne 3 qui délivre un signal périodique d'une période voisine de 24 heures. Un premier problème se pose : en effet, le signal présente la première fois un front montant après la demi-période déjà, et c'est la raison de la présence de l'étage inverseur que constitue le transistor T_2.

Précisons que, pour démarrer, le circuit 4060 doit disposer sur sa borne 12 de RAZ d'un niveau bas. De plus, tout signal positif sur cette borne met à zéro le comptage et nous permettra d'initialiser la base de temps et les étages diviseurs. Sur le collecteur du transistor T_2, on recueille un signal positif toutes les 12 heures et se prolongeant pendant 12 heures.

Le comptage des jours sera confié au célèbre compteur décimal 4017, bien familier à nos lecteurs. Ce circuit est sensible sur son entrée horloge 14 aux seuls fronts montants. Il nous faut donc transformer l'état haut du signal périodique en une seule impulsion toutes les 24 heures. Le condensateur C_7, de faible valeur, se laisse traverser brièvement en générant deux impulsions symétriques, l'une positive à travers la diode D_9, l'autre, négative, étant éliminée vers la masse à travers la diode D_{10}. Le compteur décimal IC_2 avance donc d'un pas toutes les 24 heures, et c'est bien ce que nous souhaitions. Il n'a pas été prévu de RAZ pour lui, car c'est à l'utilisateur de mettre le montage à l'heure d'abord, puis « au jour » avec le poussoir J+1 qui commande la bascule monostable constituée par les portes NAND A et B. La commande délivre un front négatif ou descendant, et le signal de sortie est de la même forme, pour une durée dépendant des composants C_5 et R_8. Le même traitement sera appliqué à ce signal par C_6 et D_7 pour finalement ne récupérer qu'une impulsion de réglage unique et positive vers l'entrée horloge 14 de IC_2.

Vous aurez sans doute noté la présence du transistor PNP T_1 qui, recevant lui aussi un signal négatif, s'empressera d'appliquer sur l'entrée 12 de l'oscillateur un niveau haut de RAZ. En somme, lors du réglage des jours de la semaine, l'action sur J+1 assure simultanément l'initialisation du compteur IC_1 et le positionnement précis de IC_2. Passons à présent sur les sorties du circuit 4017 qui mettra à 1 chacune de ses 7 premières broches, dans un ordre parfait et immuable. La huitième, en l'occurrence la broche 6, sera réservée à la remise au départ du compteur, car elle est reliée par la diode D_{11} sur sa propre entrée de RAZ (borne 15), forcée à la masse à travers la résistance R_{14}. La visualisation des jours se fera simplement en face avant sur l'une des diodes électroluminescentes L_2 à L_8, dont la consommation sera limitée à l'aide de la résistance R_{15}, qu'il ne faut en aucun cas choisir de plus faible valeur, même si la luminosité des LED vous semble insuffisante. Ce petit sacrifice est destiné à « économiser » la sortie bien modeste du circuit IC_2 et nous évite d'avoir à employer un circuit Buffer genre 4050. Ce signal est en effet encore utilisé pour la suite du montage, c'est-à-dire pour la commande du transistor de sortie. Les diodes anti-retour D_{12} à D_{18} acheminent la sortie validée vers les contacts de programmation qui seront du type maintenu. Il est donc possible à cet endroit de choisir, outre les heures de mise en marche et d'arrêt, le ou les jours que l'on souhaite associer à l'heure pour provoquer la commande de l'étage final. Les portes NAND C et D forment ensemble une porte

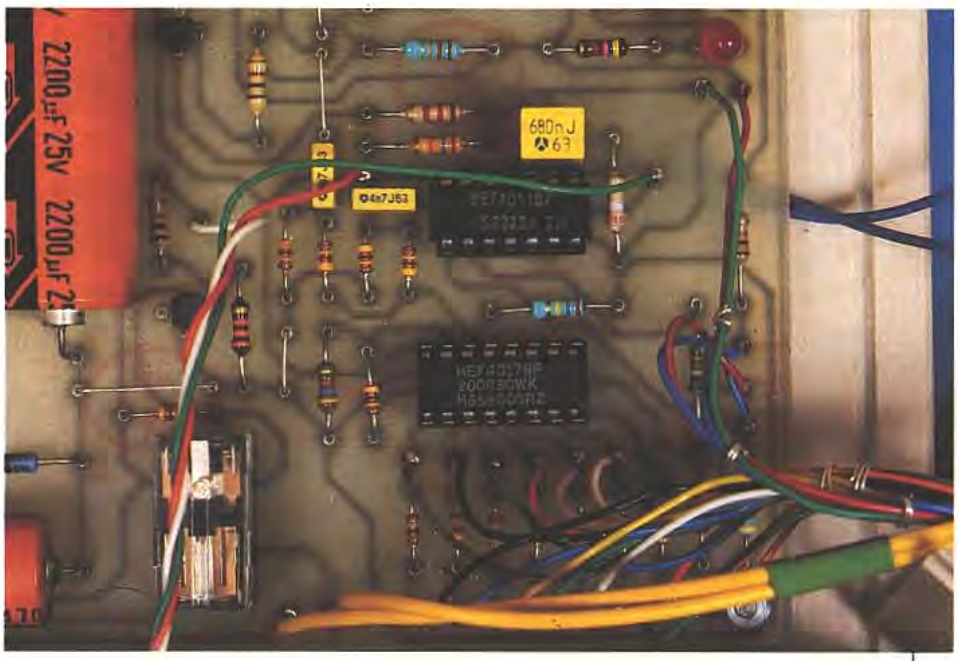
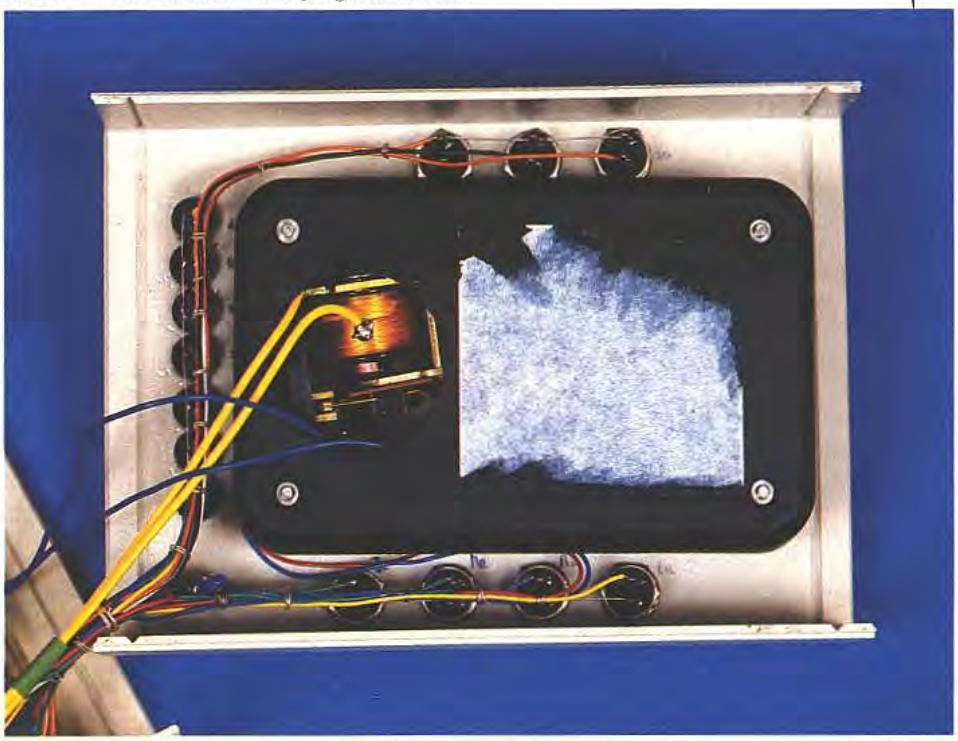


Photo 3. – Important travail de câblage.

Photo 4. – Intervention sur le programmateur.



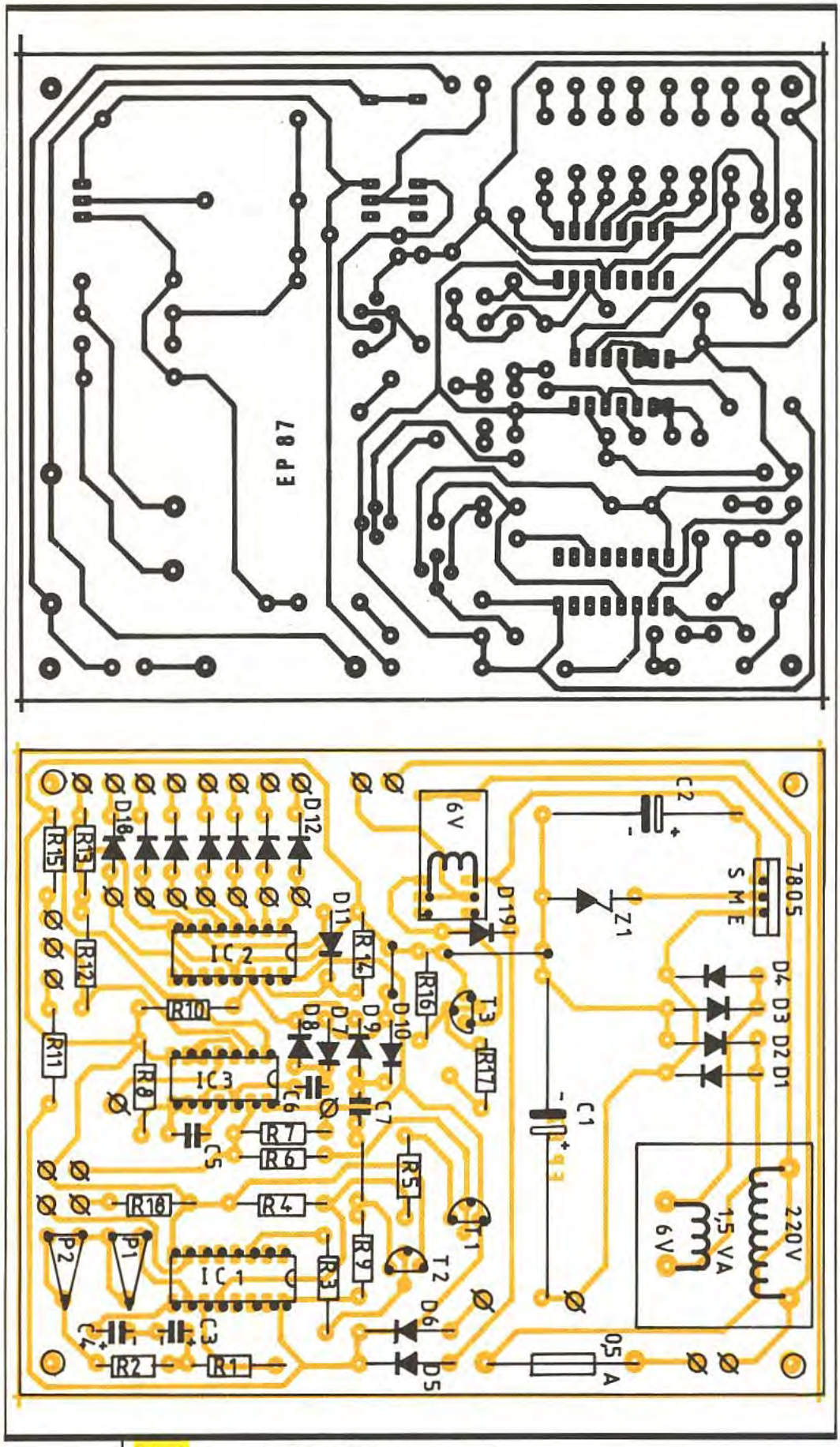


Fig. 3 et 4 *Tracé du circuit imprimé et implantation à l'échelle.*

AND, destinée à contrôler à la fois le jour et l'heure. Si les entrées 1 et 2 sont simultanément au 1 logique, il sera possible de commander le transistor T_3 et son petit relais.

Notez encore la présence d'un inverseur manuel-automatique, qui permet à l'utilisateur de provoquer la mise en marche instantanée et permanente du relais de sortie. Le contact des heures sera bien entendu prélevé sur le programmateur journalier.

Chacun pourra compléter cet appareil avec l'étage de sortie qu'il souhaite. Pour notre part, nous avons choisi de mettre sous tension un second relais, dont la puissance de commutation est bien supérieure à celle du petit relais de 6 V. Un étage à triac est possible également, ou tout autre moyen à votre convenance (thyristor, optocoupleur, optotriac). Quelques condensateurs de découplage pourront être soudés sur le circuit côté cuivre, aux bornes des circuits IC_1 et IC_2, et destinés à atténuer quelque peu les impulsions parasites véhiculées par le secteur.

REALISATION PRATIQUE

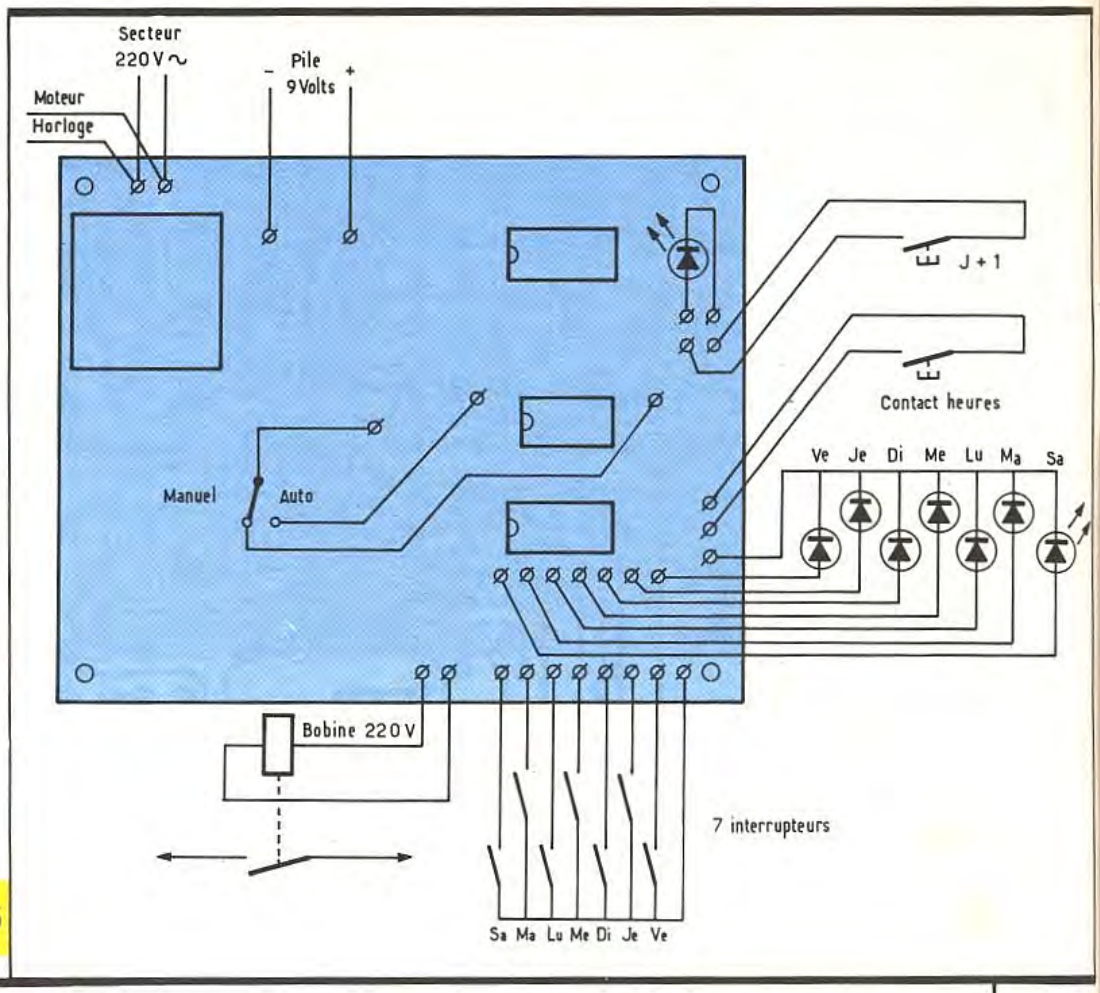
Nous avons choisi, pour abriter l'ensemble du matériel, un coffret isolant de type D50 de la Tôlerie plastique. Son démontage aisé permet une mise en œuvre facile et un usinage des plus simples. La **figure 3** donne le tracé à l'échelle 1 de l'ensemble du circuit cuivre. La méthode photographique est conseillée en raison de la densité des pistes. Assurez-vous, avant la gravure, que l'encombrement du matériel correspond à celui de la maquette. Après le bain de perchlorure chaud, un très sérieux rinçage est nécessaire, suivi d'un contrôle de continuité des pistes. Cette petite précaution permet d'éliminer bon nombre de pépins ultérieurs, et surtout plus difficiles à détecter une fois les composants en place (voir **fig. 4**). Aucune difficulté majeure pour la mise en place de ces derniers ; veillez à bien orienter les éléments polarisés comme les diodes, transistors, condensateurs chimiques et les circuits intégrés sur leur support.

Pour tester la plaquette, il faut tout d'abord vérifier la section alimentation, qui doit délivrer un peu plus de 9 V sur les diverses broches Vdd des circuits intégrés. La mise en place de la pile de 9 V permettra de régler la base de temps en toute sécurité. A cet effet, nous avons monté sur le circuit imprimé la diode LED L_1, reliée à la broche Q_4 du circuit horloge. Sur la broche Q_{13}, il est nécessaire de produire un signal positif d'une durée de 12 heures soit $12 \times 60 \times 60 = 43\,200$

secondes. Des divisions régulières par 2 nous amènent à une durée d'allumage de 84 secondes sur la LED L_1. Il vous suffira donc de suivre l'allumage de la diode LED sur la plaquette, et d'en régler la durée exacte en agissant sur les ajustables, en gros d'abord, puis plus finement pour le fignolage. Un contrôle plus complet sera nécessaire après plusieurs jours de fonctionnement. La mise à l'heure pourra s'opérer à minuit précisément, pour l'heure et pour le jour en cours. De nombreuses liaisons en fils souples seront nécessaires pour la mise en coffret définitive, et chacun calmera son impatience pour ne se consacrer qu'à un travail propre et précis. La **figure 5** vous donnera toutes les indications utiles.

Si cette maquette ne peut rivaliser avec les superbes horloges à microprocesseurs et écrans LCD, gageons qu'elle trouvera tout de même de nombreuses applications domestiques ou autres.

Guy ISABEL



Plan de câblage. **Fig. 5**

LISTE DES COMPOSANTS

1° Semi-conducteurs

IC_1 : oscillateur + diviseurs C-MOS 4060
IC_2 : compteur décimal C-MOS 4017
IC_3 : portes NAND A, B, C, D, C-MOS 4011
T_1 : transistor PNP BC 327
T_2, T_3 : transistors NPN BC 337
D_1 à D_6 : diodes redressement 1N4007
D_7 à D_{19} : diodes commutation 1N4148
Z_1 : diode Zener 5,6 V
Régulateur intégré 5 V positif 7805
L_1 à L_8 : diodes électro-luminescentes ⌀ 5 mm

2° Résistances (toutes valeurs 1/4 W)

R_1 : 4,7 MΩ (jaune, violet, vert)
R_2 : 680 kΩ (bleu, gris, jaune)
R_3 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R_4 : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)
R_5 : 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)
R_6 : 1,2 kΩ (marron, rouge, rouge)
R_7 : 27 kΩ (rouge, violet, orange)
R_8 : 390 kΩ (orange, blanc, jaune)
R_9 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R_{10} : 270 kΩ (rouge, violet, jaune)
R_{11} : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
R_{12} : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R_{13}, R_{14} : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
R_{15} : 470 Ω (jaune, violet, marron)
R_{16} : 33 kΩ (orange, orange, orange)
R_{17} : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
P_1 : ajustable horizontal 470 kΩ
P_2 : ajustable horizontal 4,7 kΩ
(P_1 et P_2 en série)

3° Condensateurs

C_1 : chimique horizontal 2 200 µF/25 V
C_2 : chimique horizontal 470 µF/25 V
C_3, C_4 : chimique vertical 4,7 µF/25 V
C_5 : plastique 680 nF
C_6, C_7 : plastique 4,7 nF

4° Matériel divers

Coffret « La Tôlerie plastique » réf. D50
Programmateur électrique à programme journalier (voir photos)
Transformateur à picots 220/6 V 1,5 VA
7 inters ou poussoirs maintenus
Poussoir miniature
Inverseur miniature
2 bornes isolées
Coupleur pression pour pile 9 V
Support à souder 14 broches
Relais miniature DIL bobine 6 V 1 RT
Clips supports de LED
Passe-fil, cordon secteur
Fils souples

FAITES-NOUS PART DE VOS EXPERIMENTATIONS PERSONNELLES EN NOUS SOUMETTANT UNE MAQUETTE ELECTRONIQUE

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

CASSE-TETE ELECTRONIQUE

Les jeux électroniques réalisés par l'amateur permettent de concilier pédagogie et détente pour un investissement souvent modéré. Le montage que nous vous proposons ne déroge pas à cette règle.

Le principe du jeu est de découvrir un code de 9 chiffres par tâtonnements.
Pour cela, l'appareil nous donne tous les renseignements nécessaires, et chaque erreur est sanctionnée par une remise en position de départ de l'appareil. Dans ces conditions, la mémoire de l'utilisateur sera soumise à rude épreuve...
Ce montage ne nécessite que des composants strictement courants et disponibles chez tous les revendeurs. Précisons enfin que la mise au point finale n'exige aucun appareil de mesure.

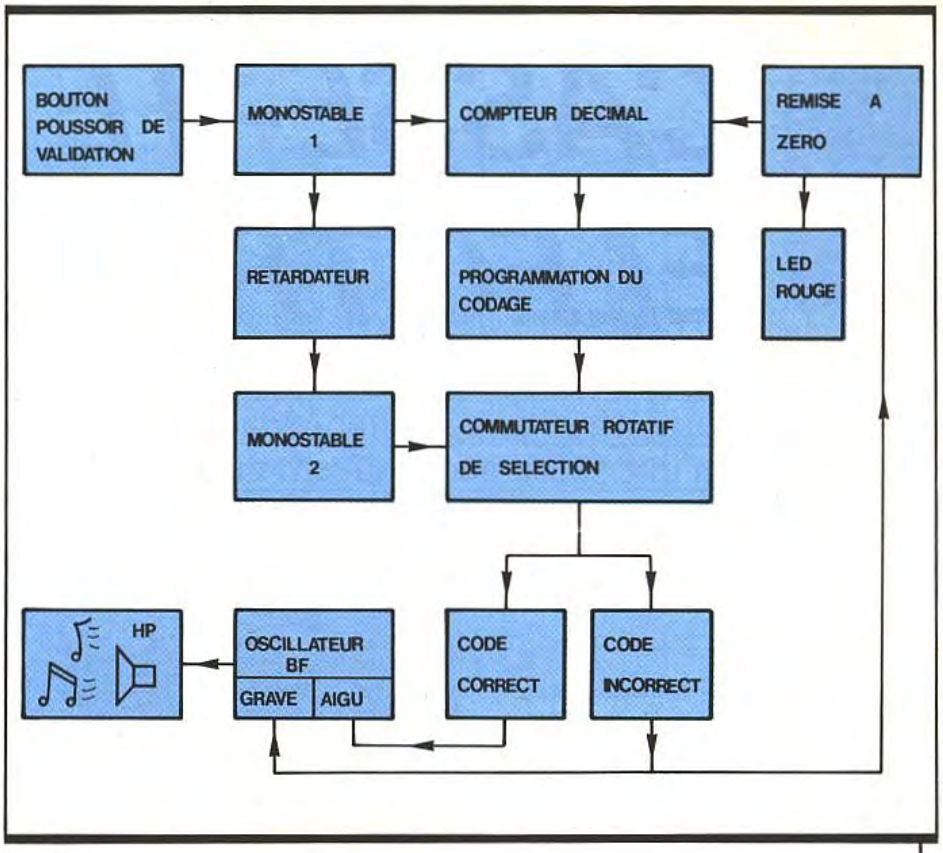
I - PRESENTATION

Ce montage, devant être autonome, sera alimenté par pile. A la mise sous tension, une LED rouge s'allume, indiquant que l'appareil est en position de départ.
Pour découvrir le code de 9 chiffres, l'utilisateur dispose d'un commutateur rotatif à 9 positions et d'un bouton-poussoir de validation. Supposons que nous essayons le chiffre 8 en première position. Il suffit de placer le commutateur sur « 8 » et d'agir sur le poussoir. Deux possibilités. Le code est correct : l'appareil passe en position 2 (essai du deuxième chiffre) et le signale par l'extinction de la LED rouge. Simultanément, un bip sonore aigu est émis.
Si, par contre, le chiffre validé est incorrect, un bip sonore grave est généré, et le dispositif reste (ou repasse) en position initiale. Pratiquement, il convient d'essayer toutes les positions du commutateur pour découvrir le chiffre exact.
Cette procédure sera à appliquer pour la découverte progressive des 9 chiffres. A l'issue de cette opération, l'utilisateur est averti de son succès par un signal sonore aigu permanent.
Bien entendu, on ne devra pas s'aider d'un papier et d'un crayon pour noter les chiffres qui ont été découverts, ce qui retirerait tout l'intérêt de cette recherche.

II - PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

L'action sur le poussoir de validation déclenche un monostable qui permet d'avancer le compteur décimal d'une position. Avec un certain retard, dont nous verrons plus loin l'utilité, un second monostable est actionné. Ce n'est qu'à ce moment que l'appareil vérifie si la position du commutateur rotatif est conforme à la position du compteur selon le codage réalisé.
En supposant que le chiffre correct ait été validé, un oscillateur BF est commandé pour émettre un bip sonore aigu. Par contre, dans le cas où le chiffre serait erroné, l'oscillateur BF serait commandé pour générer une fréquence basse (grave).
Simultanément, dans ce dernier cas, un dispositif de remise à zéro serait déclenché et agirait sur le compteur décimal. La position de repos du compteur décimal serait alors signalée par l'allumage de la LED rouge. L'utilisateur serait ainsi avisé que l'appareil est revenu à sa position de départ.

Synoptique. **Fig. 1**



III – FONCTIONNEMENT ELECTRONIQUE

Le schéma de principe complet est représenté à la **figure 2.** Remarquons que ce jeu ne requiert que trois circuits intégrés. A la mise sous tension par l'interrupteur marche/arrêt, une impulsion positive est appliquée à la borne 15 d'IC_2, effectuant une remise à zéro forcée de ce circuit par C_6.
La sortie S_0 devient haute et la LED D_{13} s'allume via R_9. L'utilisateur place le commutateur de sélection sur la position de son choix (par exemple sur le « 2 », dans notre cas). Il agit ensuite sur le poussoir de validation. Un NV_1 (niveau 1) est appliqué sur l'entrée A_1. Aussitôt, le monostable constitué des portes A et B démarre pour une temporisation dépendant de

Photo 2. – La carte imprimée avec ses diverses liaisons.

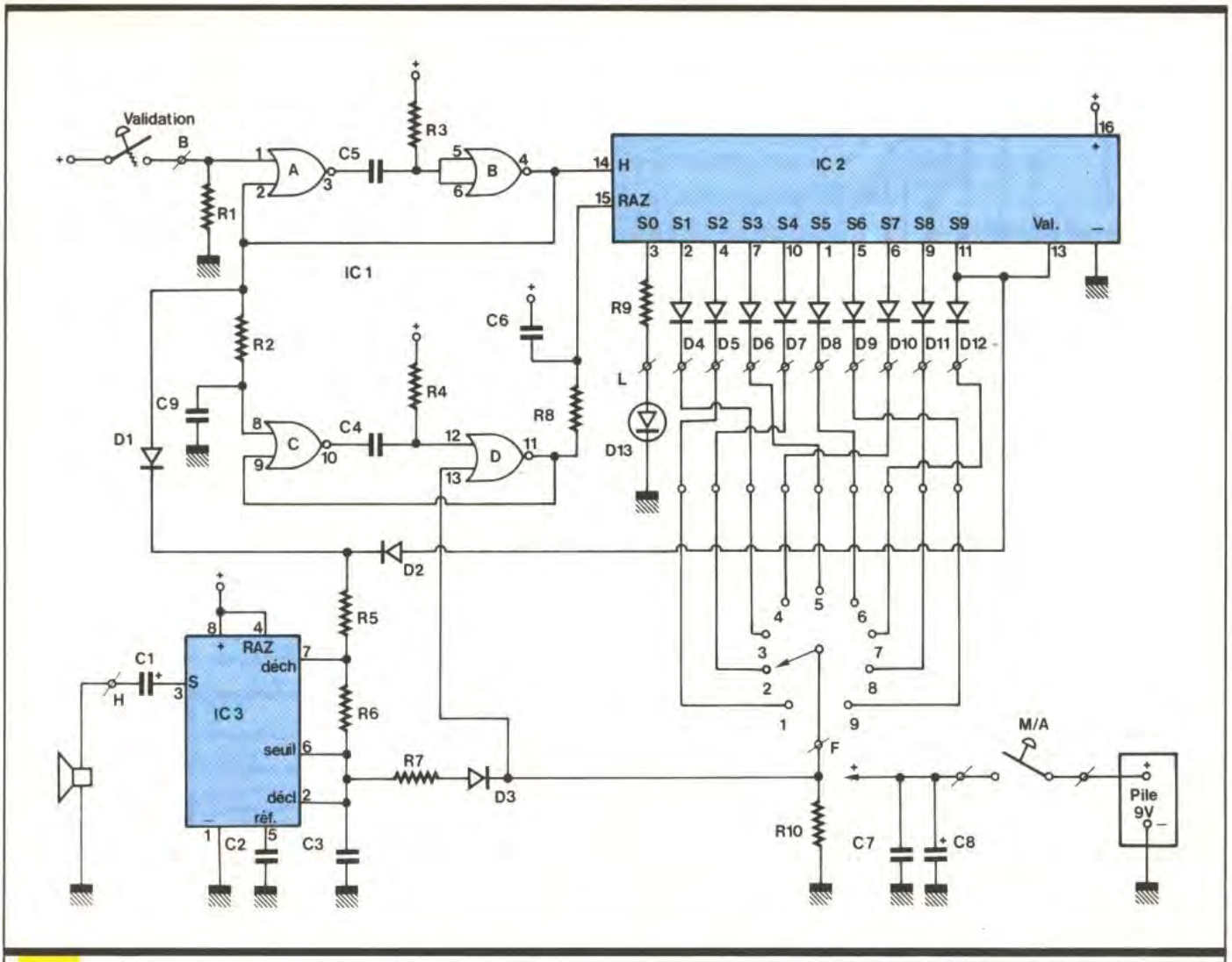


Fig. 2 *Schéma de principe complet.*

R_3 et C_5. Le créneau positif est appliquée sur l'entrée 14 de IC_2 (horloge), ce qui a pour effet de faire avancer IC_2 d'une position.

Dès lors, la sortie S_0 passe au NV_0, et la LED s'éteint. Par contre, le NV_1 est présent sur S_1 et, du fait du codage effectué, aboutit sur le point 3 du commutateur rotatif. Or, ce dernier est en position 2. Nous avons donc 0 V aux bornes de R_{10}, c'est-à-dire sur l'entrée D_{13}. Pour l'instant cela ne prête pas à conséquence. Après un certain retard (quelques dixièmes de secondes), un NV_1 est appliqué sur l'entrée C_8. Le second monostable, constitué des portes C et D, se déclenche. Le fait d'avoir un NV_0 sur l'entrée D_{13} permet d'obtenir en D_{11} une impulsion positive qui assurera la remise à zéro d'IC_2 : la LED rouge s'allume à nouveau. Le chiffre 2 était incorrect en première position.

Si, par contre, nous avions placé le commutateur sur le chiffre « 3 », un NV_1 aurait été appliqué en D_{13}, et ce monostable n'aurait pas pu délivrer d'impulsion de remise à zéro. IC_2 serait alors resté en deuxième position, c'est-à-dire en attente du second chiffre.

Nous avons, de plus, prévu un dispositif sonore pour mieux renseigner l'utilisateur. Lors du déclenchement du premier monostable (portes A et B), IC_3 est commandé par D_1. Rappelons que la charge s'effectue par R_5, R_6 et C_3 tandis que la décharge est réalisée par C_3, R_6, la borne 7 et la masse. Nous obtenons, en sortie 3, un signal sonore BF.

C_1 a pour rôle de protéger le haut-parleur de la composante continue présente sur la borne 3. Remarquons que, si le code est correct, D_3 n'a aucun rôle (fréquence aiguë). Par contre, en cas de code erronné, R_{10} est au niveau 0 et le circuit de R_7, D_3 et R_{10} constitue un réseau supplémentaire de décharge de C_3, ce qui permet de baisser sa fréquence d'oscillation et, de ce fait, de générer un signal sonore plus grave.

Le lecteur qui atteindra le 9e chiffre verra son compteur IC_2 bloqué par sa borne 13. De ce fait, le poussoir sera inopérant. De plus, cet état sera signalé par une tonalité aiguë continue. Ce rôle est confié à D_2, qui alimente en permanence l'oscillateur IC_3.

C_2 permet d'obtenir un meilleur fonctionnement d'IC_3, quelles que soient les conditions du poussoir et du commutateur. Rappelons enfin que le codage que nous avons représenté est tout à fait arbitraire et qu'il doit être effectué au hasard afin de conserver l'intérêt de la recherche. On ne devra pas, pour les mêmes raisons, repérer les cosses de codage non plus que le câblage aboutissant du commutateur.

IV - REALISATION PRATIQUE

a) Circuit imprimé

Le tracé retenu pour la confection de la carte imprimée est représenté à la **figure 3.** La simplicité du montage permet un tracé aéré. Les lecteurs

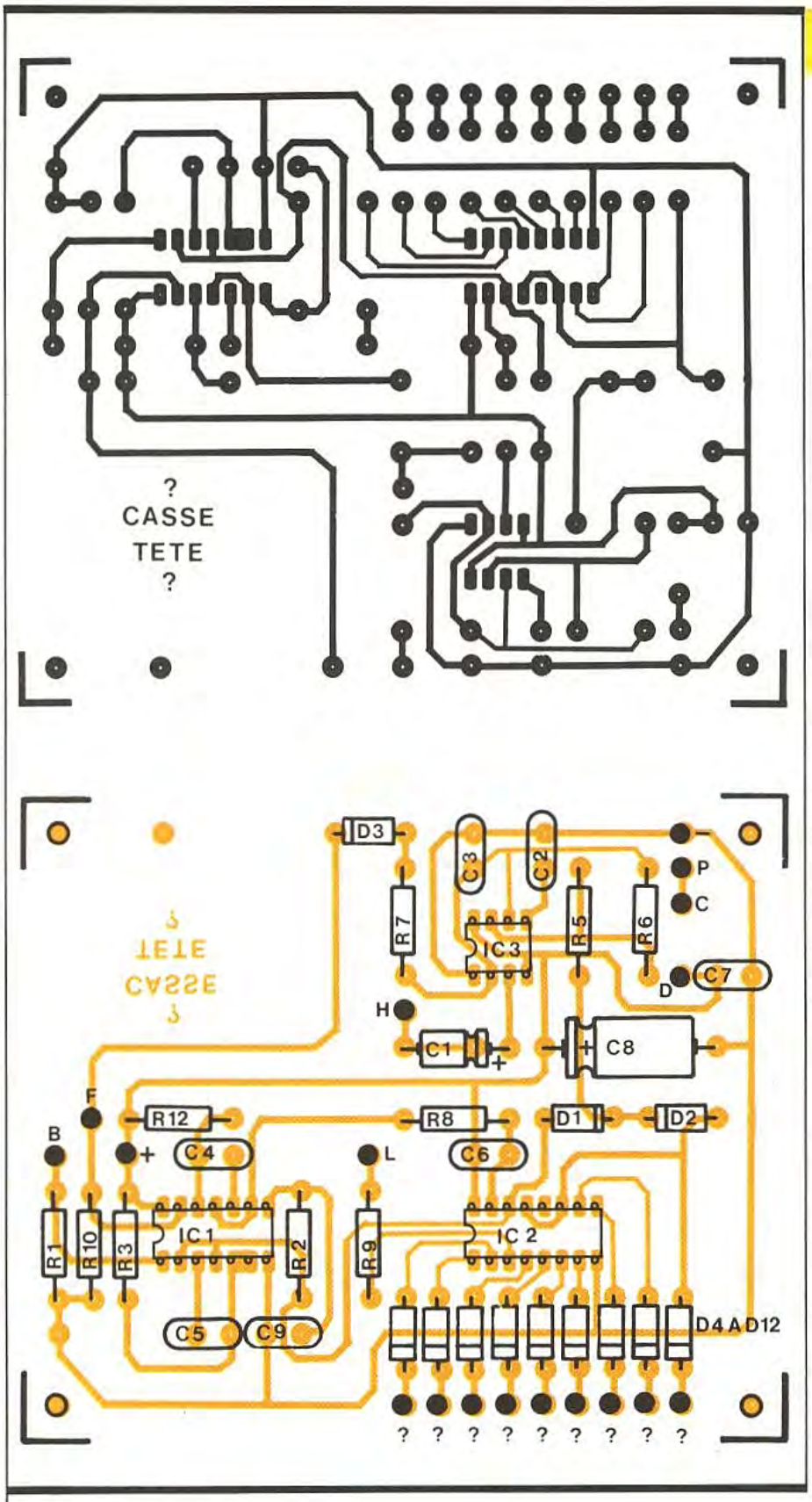


Fig. 3 et 4 *Tracé du circuit et implantation grandeur nature.*

équipés pour la reproduction photographique pourront avantageusement utiliser cette méthode. Elle présente l'intérêt d'éviter toute erreur.

La carte pourra alors être plongée dans le bain de perchlorure de fer, que l'on aura préalablement préchauffé à 30-40° pour faciliter cette opération.

Après un rinçage et un séchage sérieux, procéder aux différents perçages : 0,8 mm pour les petits composants (diodes, C.I., etc.), 1,2 mm pour les cosses picots et 3 mm pour les 5 trous de fixation.

Repérer, à l'aide d'un marqueur fin Mecanorma, les différentes cosses de raccordement. Une remarque cependant sur le câblage provenant du commutateur rotatif. Aucun repérage ne sera réalisé afin de conserver l'anonymat du codage (hasard).

Insérer les composants selon la **figure 4.** Cette opération ne présente aucune difficulté particulière, mises à part les précautions habituelles d'orientation des composants polarisés (diodes, condensateurs). Nous vous invitons à prévoir des supports pour les circuits intégrés, eu égard à leur prix faible et à la facilité de maintenance procurée (mesures, dessoudage, etc.).

Les circuits intégrés ne seront pas encore placés sur leur support. Effectuer un dernier contrôle visuel avant de continuer la réalisation.

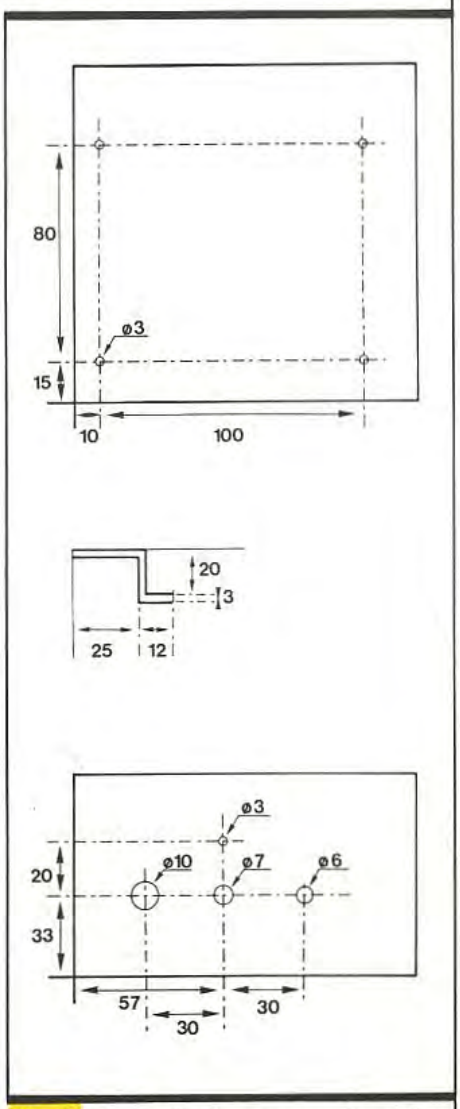
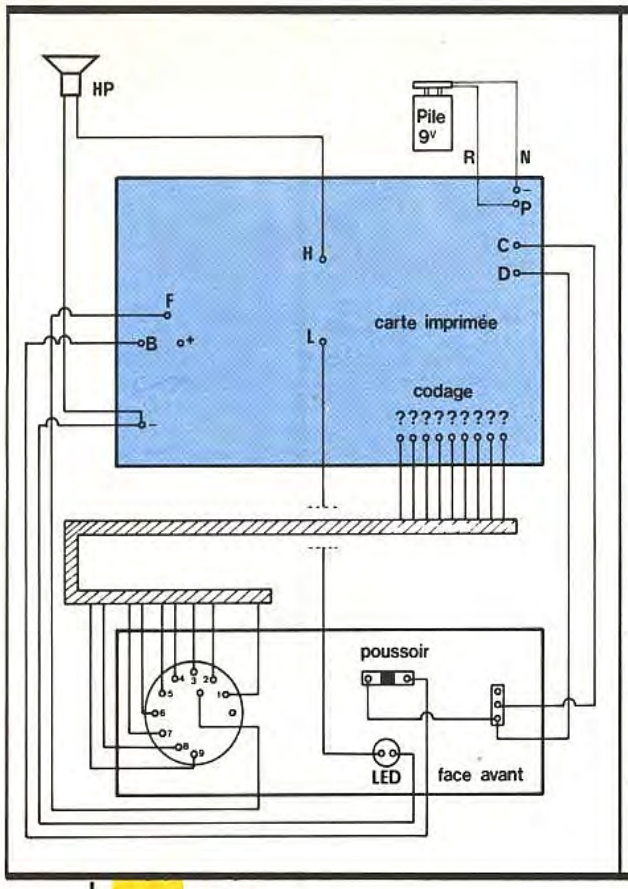


Fig. 5 à 7 *Exemple de perçage du coffret ESM.*



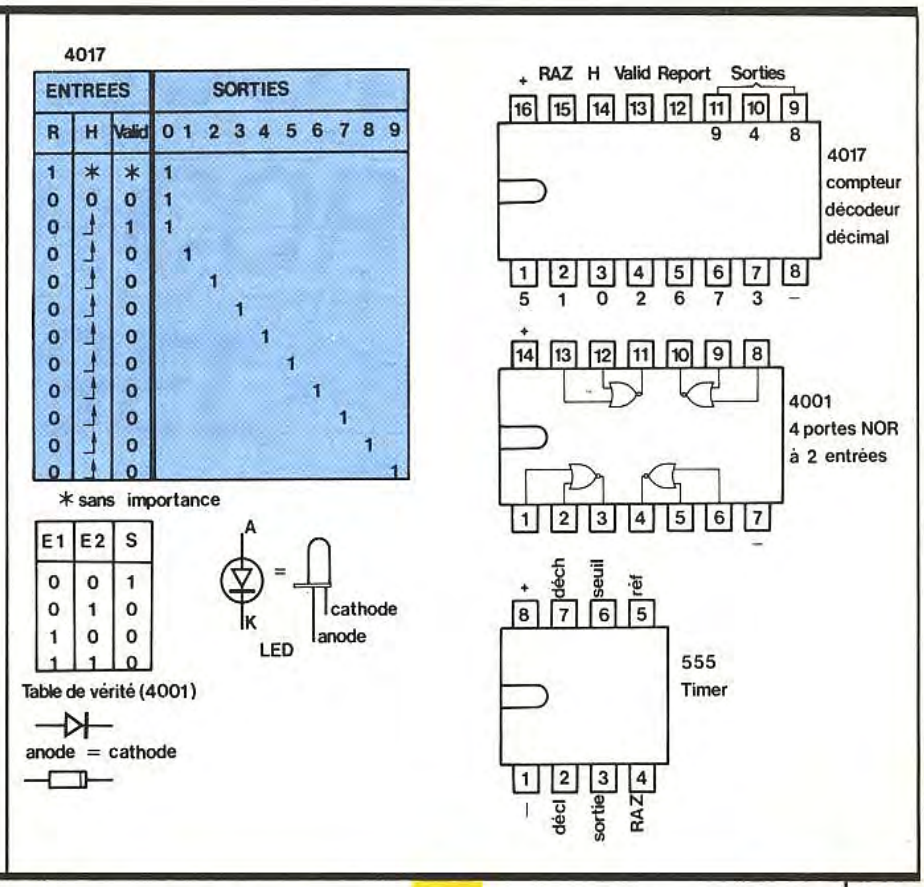


Fig. 8 *Plan de câblage.*

Fig. 9 *Principaux brochages.*

b) Montage final

Le perçage du fond du coffret est représenté à la **figure 5.** Noter que la carte ne devra pas être proche de la face avant, afin de prévoir l'encombrement du commutateur rotatif.

Percer la face avant selon la **figure 6.** Equiper la carte imprimée à l'aide d'entretoises confectionnées avec un boulon ⌀3 et trois écrous ⌀3. Ce système simple présente l'avantage de permettre un réglage aisé de la position du circuit imprimé.

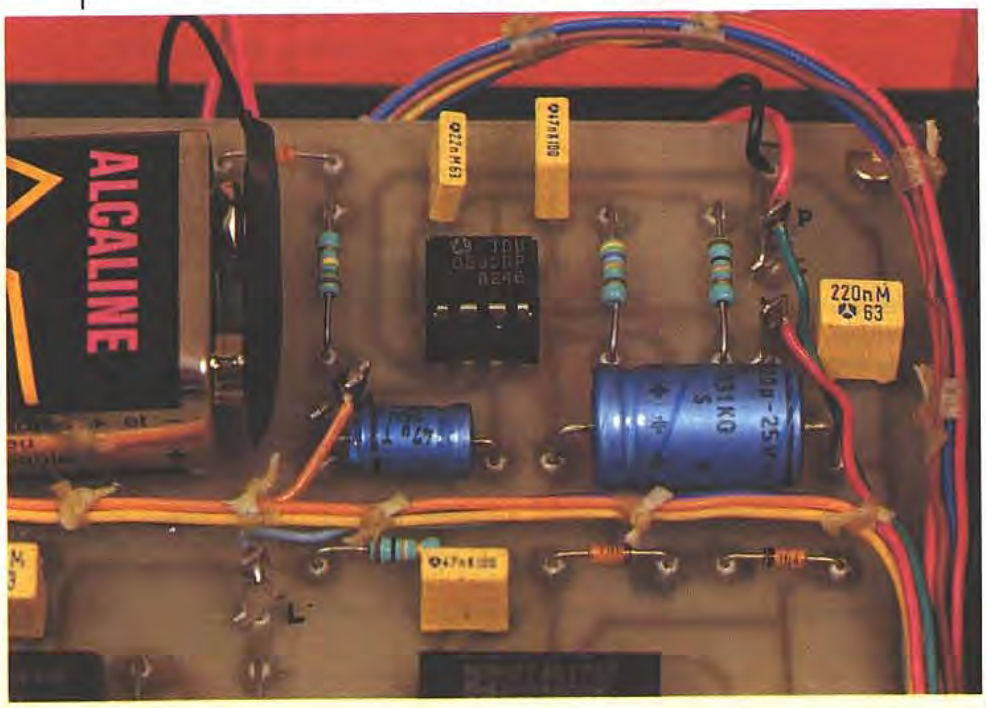
Fixer le commutateur rotatif, le poussoir, l'interrupteur et la LED. Cette dernière sera collée à l'Araldite. Mettre en place le circuit imprimé à son emplacement définitif.

La pile 9 V sera maintenue par un petit étrier confectionné avec du fer plat de 10 × 2 **(fig. 7).**

Procéder au câblage interne selon la **figure 8.** Nous vous conseillons de prévoir du fil de couleur différente pour faciliter cette opération. Néanmoins, pour le commutateur rotatif, on prendra bien soin de ne pas faciliter un repérage éventuel afin de garantir un codage tout à fait aléatoire. Les lecteurs qui désireront modifier régulièrement le codage pourront avantageusement munir le câblage aboutissant aux picots de codage de cosses adaptées aux picots. Cela permettra d'éviter des dessoudages délicats.

Après un dernier contrôle, on pourra placer les circuits intégrés sur leur support respectif.

Photo 3. – On utilisera du fil de couleur pour les raccordements.



V – ESSAIS

Connecter la pile en respectant les polarités. Placer l'interrupteur sur marche. La LED rouge s'éclaire, attestant que le montage est en position de départ. Sélectionner, avec le commutateur rotatif, un chiffre qui sera validé par le poussoir. Le haut-parleur émettra un bip sonore grave (code incorrect) ou aigu (code correct). Dans ce dernier cas, la LED s'éteint. Il ne restera plus qu'à employer la même méthode pour découvrir le deuxième chiffre.

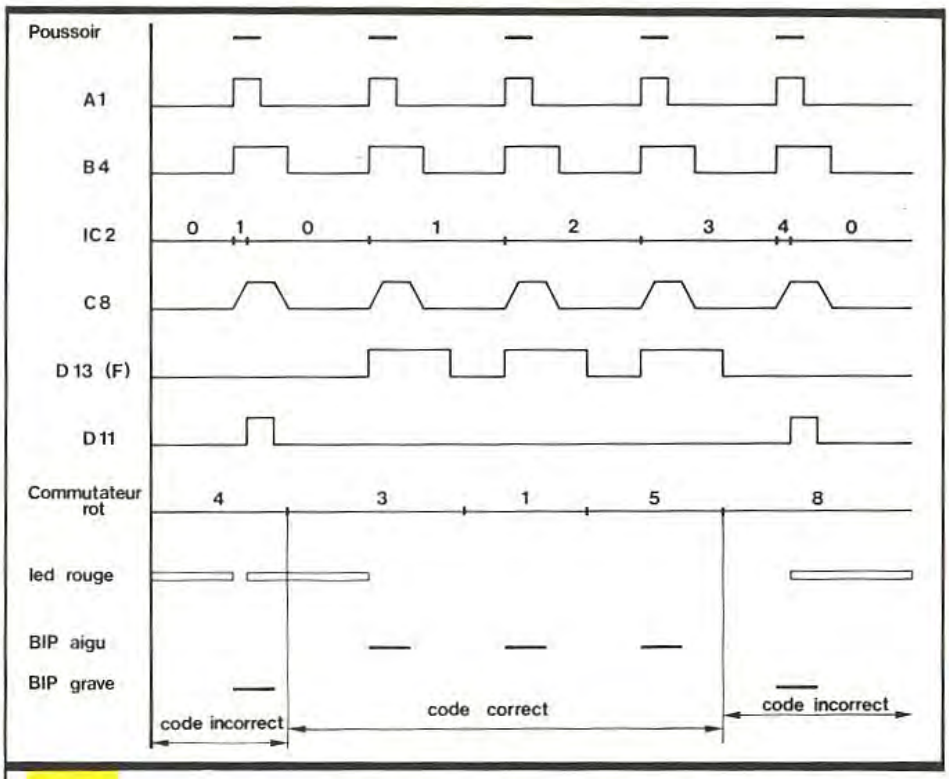


Fig. 10 *Oscillogrammes caractéristiques.*

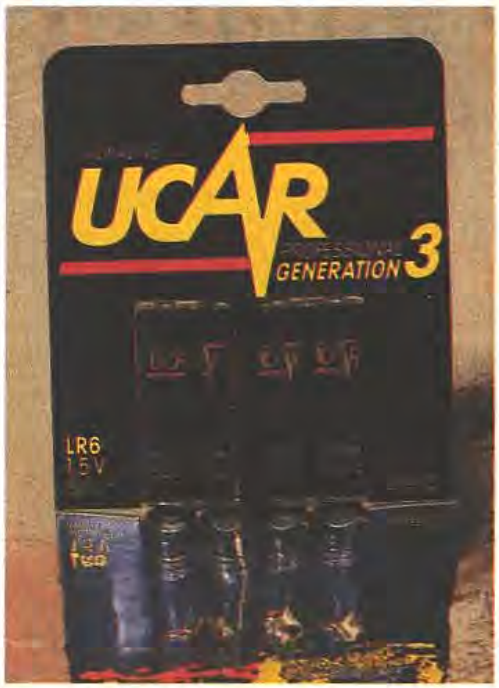
Il est évident que l'on devra bien se rappeler les codes de façon à éviter une nouvelle recherche inutile. Si cette opération s'avère facile au début, il n'en est pas de même après six chiffres... Bien entendu, comme nous l'avons signalé, crayon et papier sont interdits.

Ce montage, fort simple à réaliser, permettra à tous les adeptes de la réflexion de faire travailler la matière grise. Cependant, si un jour vous trouviez les 9 chiffres sans avoir commis une seule erreur, n'hésitez pas ! Courez chercher une grille pour cocher les 6 numéros plus le complémentaire...

Daniel ROVERCH

LISTE DES COMPOSANTS

R_1 : 10 kΩ (brun, noir, orange)
R_2 : 100 kΩ (brun, noir, jaune)
R_3 : 1 MΩ (brun, noir, vert)
R_4 : 100 kΩ (brun, noir, jaune)
R_5 : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
R_6 : 10 kΩ (brun, noir, orange)
R_7 : 150 kΩ (brun, vert, jaune)
R_8 : 10 kΩ (brun, noir, orange)
R_9 : 1,5 kΩ (brun, vert, rouge)
R_{10} : 10 kΩ (brun, noir, orange)
C_1 : 47 µF 25 V chimique
C_2 : 47 nF plaquette
C_3 : 22 nF plaquette
C_4 : 220 nF plaquette
C_5 : 220 nF plaquette
C_6 : 47 nF plaquette
C_7 : 220 nF plaquette
C_8 : 220 µF 25 V chimique
C_9 : 220 nF plaquette
D_1 : 1N4148
D_2 : 1N4148
D_3 : 1N4148
D_4 : 1N4148
D_5 : 1N4148
D_6 : 1N4148
D_7 : 1N4148
D_8 : 1N4148
D_9 : 1N4148
D_{10} : 1N4148
D_{11} : 1N4148
D_{12} : 1N4148
D_{13} : LED rouge ∅ 3
IC_1 : 4001
IC_2 : 4017
IC_3 : 555
1 commutateur rotatif 1C 12 P
1 bouton
1 bouton-poussoir travail
1 interrupteur marche-arrêt
1 support DIL 8
1 support DIL 14
1 support DIL 16
1 prise pour pile 9 V
1 pile 9 V
1 coffret ESM EC 12/07 FA
1 circuit imprimé
Fils, vis, picots, etc.



PILES ALCALINES

Nouvelles générations de piles alcalines sur le marché.

- Dénomination de la gamme : UCAR Génération 3.
- Type du produit : piles alcalines.
- Présentation : 2 lignes : « professionnal » et « audio-photo-vidéo ».
- Nouveauté technologique :

Plus de matière active
L'utilisation d'un séparateur plus fin a permis de dégager un volume supplémentaire pour les ingrédients actifs.

Des composants plus purs
Le rendement de la pile a été amélioré par élimination des impuretés, ce qui permet de réduire le niveau de formation de gaz à l'intérieur de la pile et d'améliorer la conductivité.

- Distribution :

UCAR « professionnal »
Commerces traditionnels (drugstores, tabacs, bazars, jouets), grandes surfaces, rayon bazar.

« Audio-photo-vidéo »
Magasins spécialisés (photos, électroménager, HiFi-Vidéo) grandes surfaces, rayon photo, HiFi-Vidéo.

- Utilisation : toute utilisation de piles, mais particulièrement recommandées pour appareils modernes (TV portable, stéréo portable, discman, balladeur, appareils photos, jouets radioguidés, etc.).

THERMOSTAT POUR CORDON ANTIGEL

Comme la cigale durant l'été, vous n'avez sans doute pas pensé aux froidures de l'hiver, avec ses canalisations gelées ou, pire encore, éclatées par l'eau changée en glace.

La maquette proposée est précisement destinée à mettre en service un câble souple chauffant pour la mise hors gel de toutes vos tuyauteries par trop exposées au froid ou pour maintenir à une certaine température des filtres, vannes, robinets, etc.
Sa mise en œuvre ne fait appel qu'à des composants très ordinaires et sa construction reste des plus simples.

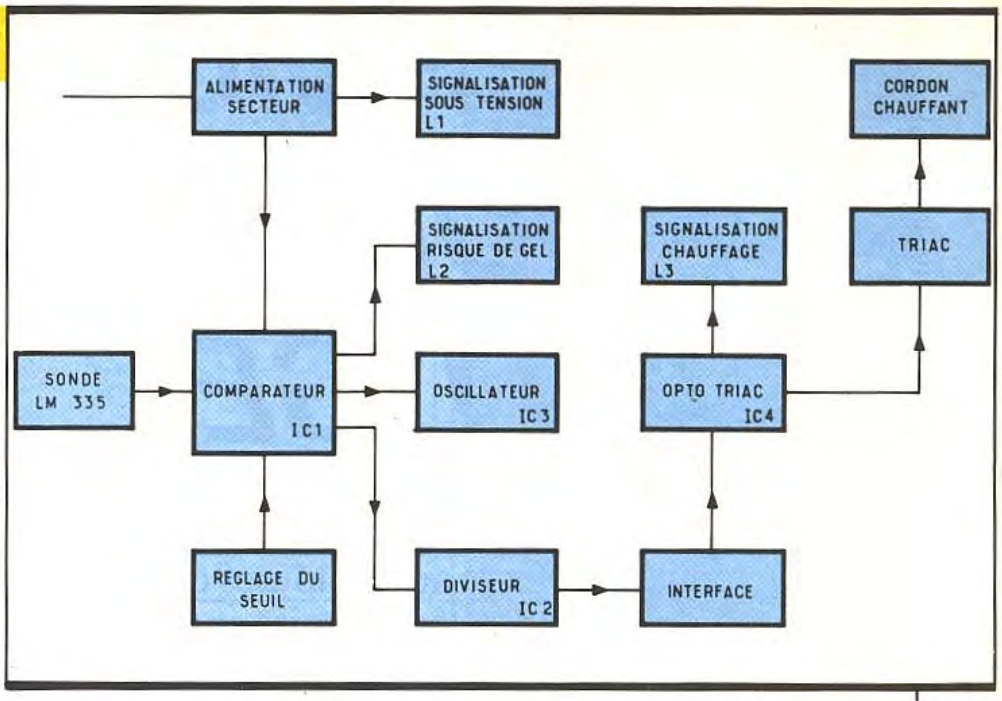
A – PRINCIPE DU FONCTIONNEMENT

Les hivers précédents nous ont habitués à connaître des températures très négatives, et toute la France a découvert avec surprise combien il est désagréable de devoir subir les assauts du froid, avec tous ses désagréments. Nous pensons plus particulièrement aux canalisations gelées et même quelquefois éclatées sous l'effet dilatateur du gel. Nous avons déjà présenté un dispositif antigel sophistiqué (voir *Electronique Pratique* n° 95, page 54), basé sur la simple constatation qu'un filet d'eau suffit à retarder la prise de la glace. La mise en service automatique d'électrovannes permet d'obtenir des résultats satisfaisants (maquette testée jusqu'à – 17 ° !) pour les périodes les plus critiques.
Voici une autre solution, plus classique sans doute et moins onéreuse, puisqu'elle consiste à entourer les tuyaux les plus exposés par un cordon chauffant, sorte de résistance électrique isolée et de faible puissance. On trouve en effet dans le commerce des câbles isolés aux silicones et dispensant environ 10 W par mètre linéaire. Le branchement se fait sur une simple prise de courant domestique. Pour automatiser un tel dispositif, on peut faire appel à un programmateur ou, mieux encore, à un thermostat de commande ; c'est précisement l'objet de notre réalisation.
Nous allons détecter la température critique et mettre sous tension la résistance chauffante selon un cycle bien défini, car il s'avère après essais qu'il n'est pas nécessaire de maintenir le cordon sous tension en permanence : il suffit en effet de l'alimenter à intervalles réguliers – si le danger du gel existe, bien entendu. Une signalisation lumineuse vous permettra de suivre les évolutions de cet appareil fort simple et très efficace.

B – ANALYSE DU SCHEMA ELECTRONIQUE

Il est donné à la **figure 2.** Le cœur du montage est le capteur de température LM 335 de National Semi-Conductor qui ressemble à un banal transistor en boîtier plastique. Il est

Synoptique. **Fig. 1**



calibré en usine, pour délivrer à ses bornes une tension de 2,73 V à 0 ° Celsius (c'est-à-dire 273 ° kelvins).
Il se comporte comme une diode Zener variable, dont la tension en millivolts est égale à 10 fois la température mesurée en degrés kelvins. Il sera sans doute utile de prévoir un petit réglage, et c'est précisement le rôle de l'ajustable P_1 qui permettra de modifier quelque peu la tension délivrée sur la borne + du capteur.
Toute modification de cette tension sera due après étalonnage à une variation de la température ambiante autour de la sonde. Signalons encore que le modèle LM 335 permet des mesures entre – 10 °C et + 100 °C. Il existe le LM 325 entre – 40 °C et + 125 °C et le super LM 135 qui autorise la mesure entre – 55 °C et + 150 °C.

Nous nous contenterons du premier cité, pour détecter les alentours immédiats de zéro degré.
Le circuit IC_1, un vulgaire ampli-OP de type 741 sera ici monté en comparateur de tension ; si son entrée non inverseuse e+ (borne 3) est portée à un potentiel supérieur à celui présent

Photo 2. – La carte imprimée épouse les dimensions du coffret.

sur l'entrée inverseuse e– (borne 2), on mesure sur la sortie 6 une tension environ égale à celle de l'alimentation positive, soit 8 V dans notre cas. Dans le cas contraire, si e– est plus important que e+, la sortie se met au niveau bas, soit sensiblement 0 V, en fait un peu plus de 0,8 V. Le lecteur attentif comprendra que l'une des entrées dépend de la température mesurée par la sonde, l'autre est fixée une fois pour toutes par l'ajustable P_2 qui détermine ici le seuil de basculement de l'ampli-OP. Soyons plus précis : nous avons choisi de déclencher le dispositif antigel lorsque la température sera aux alentours de – 2 °C. A 0 °C, la tension sur la borne + du LM 335 devra être précisement de 2,73 V, donc à – 2 °, elle sera de 2,73 – 0,02 = 2,71 V. Cette valeur sera obtenue sur le curseur de l'ajustable P_2 et, lorsque la température ambiante sera plus basse que ce seuil, l'entrée e+ sera prédominante, et la sortie 6 de IC_1 passera de l'état bas à l'état haut. La diode Zener Z_2 permet de contourner le petit inconvénient de la sortie qui n'est pas vraiment à 0 V à l'état bas. En revanche, à l'état haut, une tension suffisante ira commander la base du transistor T_1 chargé d'un triple travail :

– signaler sur la LED L_2 que la température de gel est dépassée ;

– valider l'entrée 13 de l'oscillateur astable construit autour des portes NAND A et B ;

– alimenter le circuit IC_2 constitué de nombreux diviseurs par deux successifs et chargés de produire la temporisation nécessaire à la mise en service du cordon chauffant.

Le signal carré périodique produit par l'oscillateur astable dépend à la fois de l'ajustable P_3 et du condensateur C_5. Sa fréquence sera environ de 50 Hz, sa période donc de 20 ms, bien trop courte pour alimenter notre chauffage. La sortie 3 de IC_2 applique un facteur de division de 2^{14}, soit 16 384 ; la période sera donc de 0,20

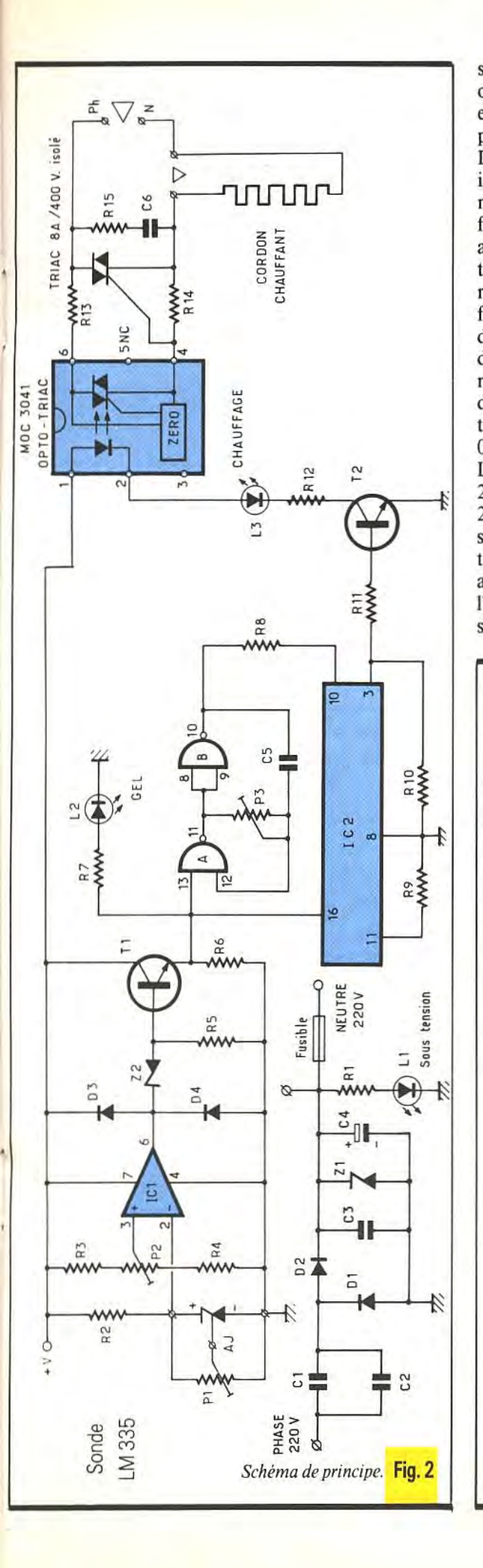
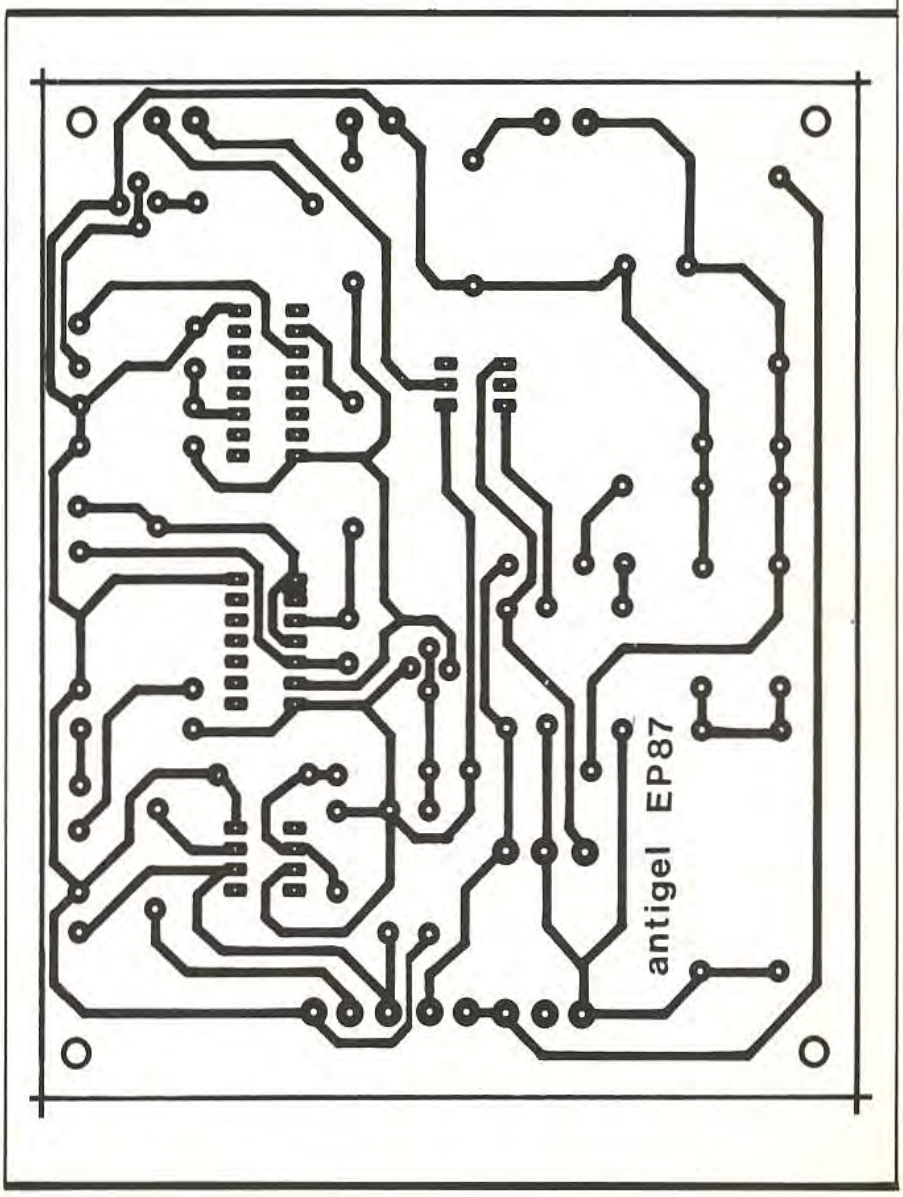
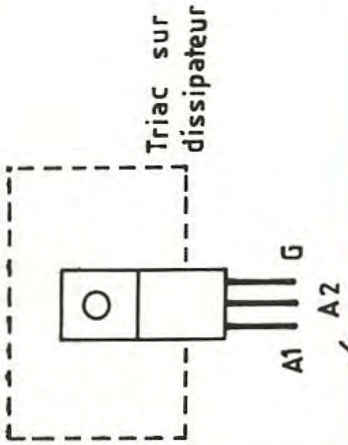


Schéma de principe. **Fig. 2**



× 16 384 ≃ 327 s. En fait, la sortie sera haute durant 160 s et basse l'autre moitié du temps. La résistance R_{11} applique ce signal sur le transistor T_2 qui alimente deux LED en série : l'une, L_3, sera montée en face avant du coffret, l'autre est celle qui existe à l'intérieur de l'optotriac IC_4, un petit circuit fort pratique et particulièrement bien adapté pour commander l'étage final à triac. Ce coupleur optique utilise un phototriac à la place de l'habituel phototransistor. Il permet la commande de triacs bien plus puissants ; le déclenchement au passage par zéro est assuré par un dispositif interne, et nous garantit un antiparasitage plus fiable. L'intensité dans la LED de commande, donc dans L_3, ne doit pas dépasser 15 mA pour le modèle MOC 41, dont la borne 5 est reliée au substrat et ne doit en aucun cas être reliée ici. Un filtre supplémentaire consiste en l'association de R_{15} et de C_6, directement aux bornes du triac, un modèle 8 A 400 V isolé retenu pour cette maquette. Signalons enfin que cet optocoupleur est isolé à près de 7 500 V !
Un petit mot est nécessaire pour détailler l'alimentation qui, une fois n'est pas coutume, n'utilise pas le traditionnel transformateur. Ce circuit est alimenté par le secteur bien sûr, mais au moyen d'une « capacité chu-



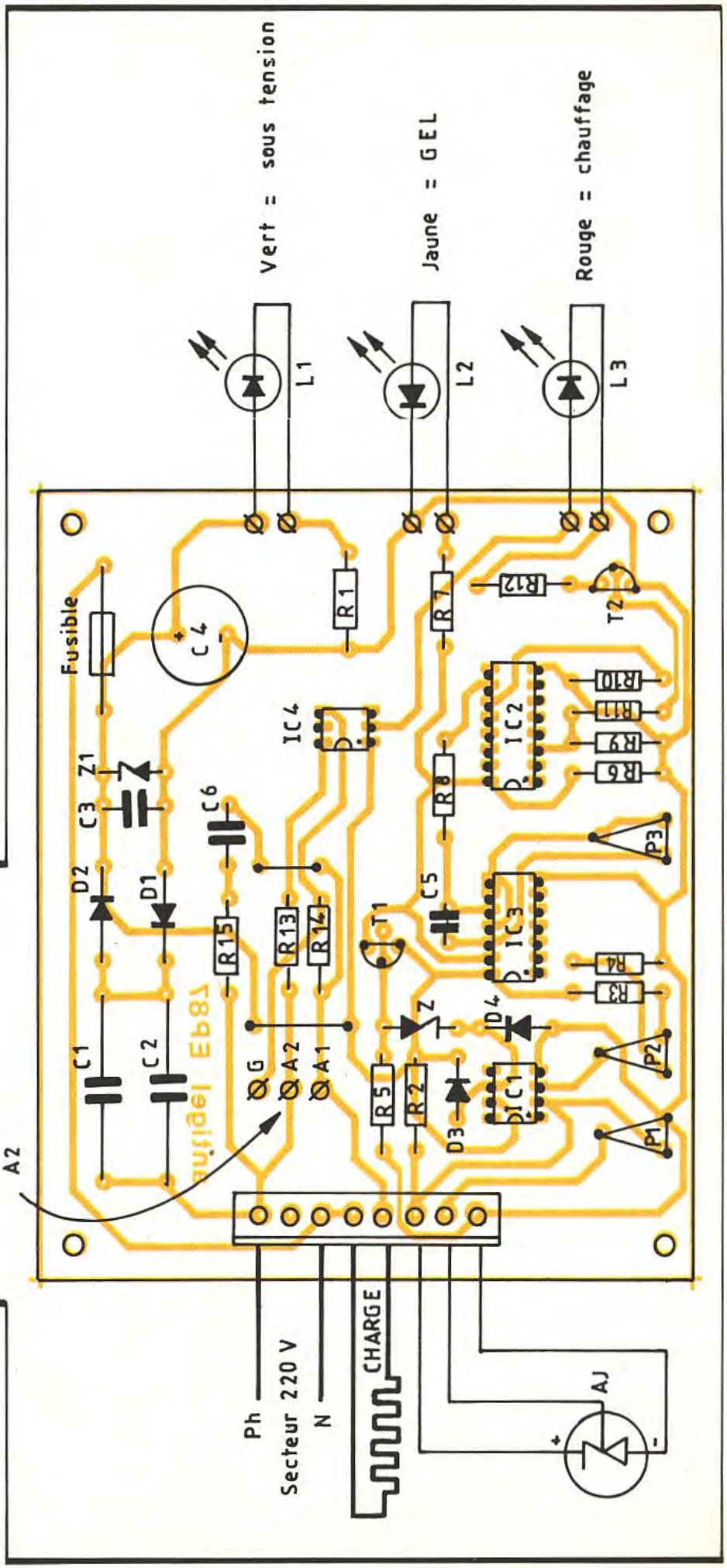


Fig. 3 et 4 *Détails pratiques de la réalisation à l'échelle.*

trice ». La perte d'énergie, donc la dissipation de chaleur est quasiment nulle en raison du déphasage occasionné par le condensateur, mais cette solution n'est envisageable qu'en raison de la très faible consom-

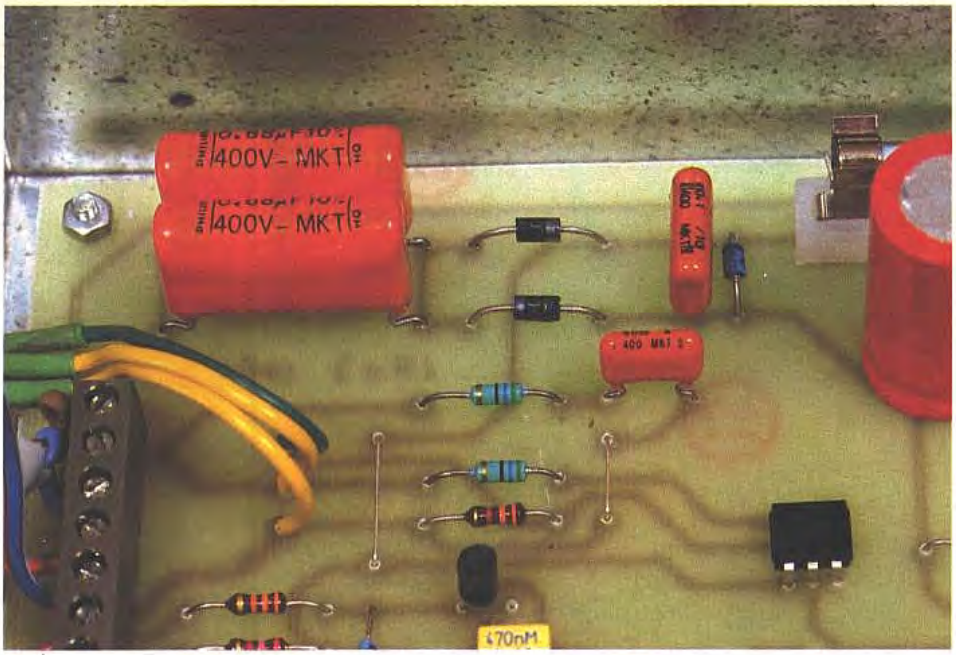


Photo 3. – Section d'alimentation avec les deux condensateurs.

mation de notre maquette, c'est-à-dire de quelques milli-ampères seulement. Avec un microfarad, on peut escompter environ 30 mA. Les condensateur C_1 et C_2 devront avoir une tension d'isolement suffisante pour prévenir tout risque de claquage ou de vieillissement prématuré (minimum 400 V pour le réseau 220 V alternatif). Les diodes D_1 et D_2 assurent le redressement ; on trouve encore une diode Zener de stabilisation et un vigoureux filtrage au moyen du condensateur chimique C_4 de forte valeur. La LED L_1 témoigne de la mise sous tension de l'ensemble. Attention, prudence ! l'une des bornes d'alimentation du circuit est reliée directement au secteur. D'autre part, après la mise hors service, il reste une charge fort dangereuse dans les deux condensateurs C_1 et C_2 qu'il faudra décharger complètement et prudemment à l'aide d'un simple shunt isolé. Une étincelle vigoureuse et bruyante ne manquera pas de vous le rappeler à chaque fois.

C – REALISATION PRATIQUE

Un seul circuit imprimé sera confectionné ; son tracé est donné à la **figure 3** à l'échelle 1/1. Sa reproduction pourra se faire à l'aide de symboles transferts et de bandes, ou mieux avec de l'époxy spécial présensibilisé et un Mylar par le biais de la méthode photographique. Tous les trous seront percés à 0,8 mm, mais certains seront à agrandir à 1,3 mm pour les ajustables, par exemple, et le bloc de 8 bornes. Les trous de fixation seront ajustés à la demande. Un étamage soigné des pistes est conseillé, il assure une bonne tenue dans le temps et permet souvent de déceler toutes les anomalies, comme contacts accidentels ou coupures.

La mise en place des composants est aisée (voir **figure 4).** Deux straps seront à implanter, puis les résistances, les diodes en veillant à leur bonne orientation. Les circuits intégrés seront montés sur un support ; cette précaution peut se montrer très utile pour le dépannage et évite de toute manière un excès de température sur les composants. Quelques picots achèvent l'équipement de cette plaquette et seront utiles pour relier les diodes électroluminescentes montées en face avant avec quelques longueurs de fils souples multicolores. Le triac devra être refroidi par précaution (c'est bien un comble dans un dispositif antigel !). Si le boîtier est métallique, il est commode de fixer le triac sur la tôle, triac isolé de préférence.

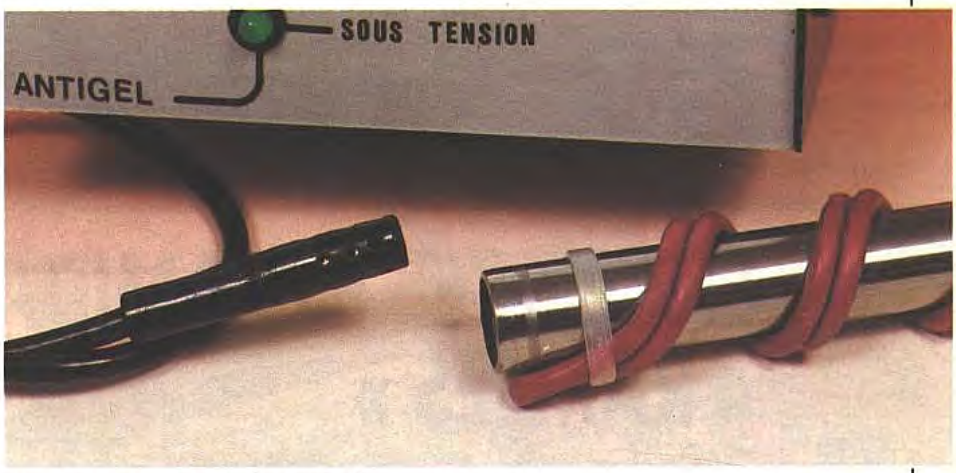


Photo 4. – Aspect du cordon antigel.

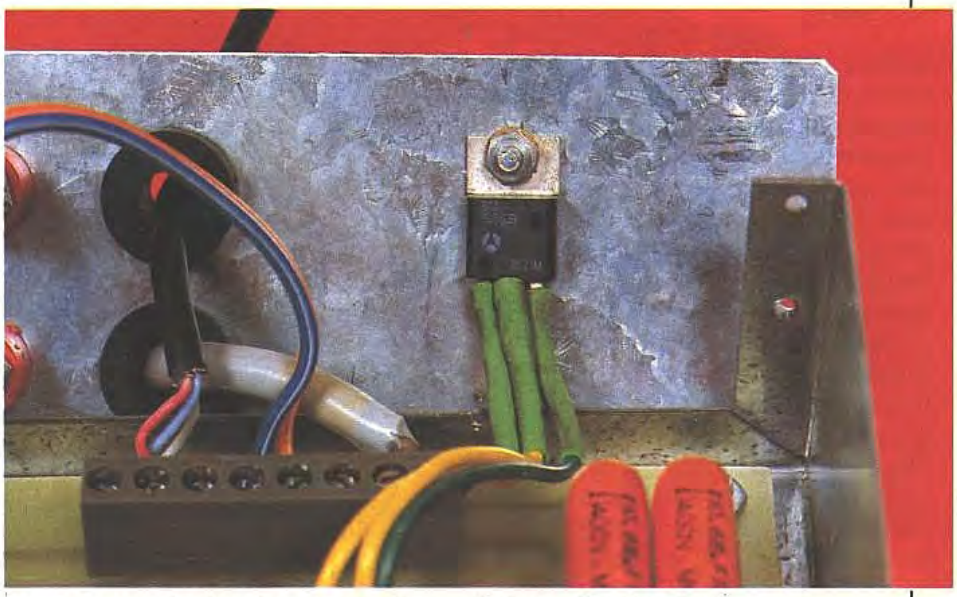


Photo 5. – Fixation du triac.

La procédure de réglage a déjà été abordée, et ne doit poser aucun problème. Un voltmètre numérique et un thermomètre seront utiles. Seule la période de chauffage reste à expérimenter dès que l'occasion s'en présentera l'hiver prochain (réglage par P_3).
Ce petit montage devrait vous éviter bien des tracas, et se chargera de veiller automatiquement sur vos précieuses canalisations.

Guy ISABEL

LISTE DES COMPOSANTS

1° Semi-conducteurs

IC_1 : ampli-OP DIL 8741
IC_2 : étages diviseurs C-MOS 4020
IC_3 : quadruple NAND C-MOS 4011
IC_4 : optotriac MOC 41
T_1, T_2 : transistors NPN BC 337
D_1, D_2 : diodes redressement 1N 4007
D_3, D_4 : diodes commutation 1N 4148
Z_1 : diode Zener 8,2 V
Z_2 : diode Zener 2,7 V
Sonde de température LM 335
Triac isolé 8 A/400 V
L_1 : diode électroluminescente verte 5 mm
L_2 : diode électroluminescente jaune 5 mm
L_3 : diode électroluminescente rouge 5 mm

2° Résistances
(toutes valeurs 1/4 W)

R_1 : 560 Ω (vert, bleu, marron)
R_2 : 2,7 kΩ (rouge, violet, rouge)
R_3, R_4 : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)
R_5 : 33 kΩ (orange, orange, orange)
R_6 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R_7 : 560 Ω (vert, bleu, marron)
R_8 : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)
R_9, R_{10} : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
R_{11} : 1,2 kΩ (marron, rouge, rouge)
R_{12} : 150 Ω (marron, vert, marron)
R_{13} : 56 Ω (vert, bleu, noir)
R_{14} : 330 Ω (orange, orange, marron)
P_1 : ajustable horizontal 100 kΩ
P_2 : ajustable horizontal 10 kΩ
P_3 : ajustable horizontal 220 kΩ

3° Condensateurs

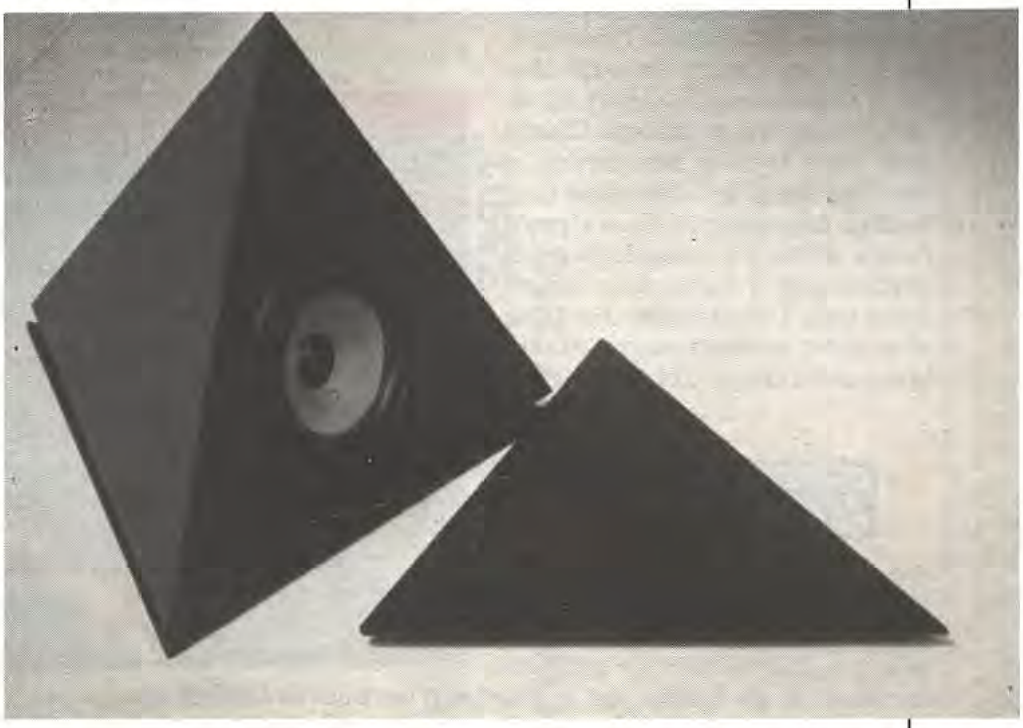
C_1, C_2 : condensateur MKT 0,68 µF/400 V minimum
C_3 : condensateur MKT 100 nF/250 V
C_4 : chimique vertical 2 200 µF/16 V
C_5 : plastique 220 nF/63 V
C_6 : condensateur MKT 22 nF, 400 V minimum

4° Divers

Support à souder 8 broches
Support à souder 14 broches
Support à souder 16 broches
Support de fusible à picots + cartouche 2 A
Bornier vissé-soudé à 8 bornes
Câble souple 3 conducteurs
Coffret Retex métal
Dissipateur pour triac
2 bornes isolées 4 mm, cordon, secteur + passe-fil
Picots à souder, clips supports de LED

ENCEINTES PYRAMIDALES « RAMSES »

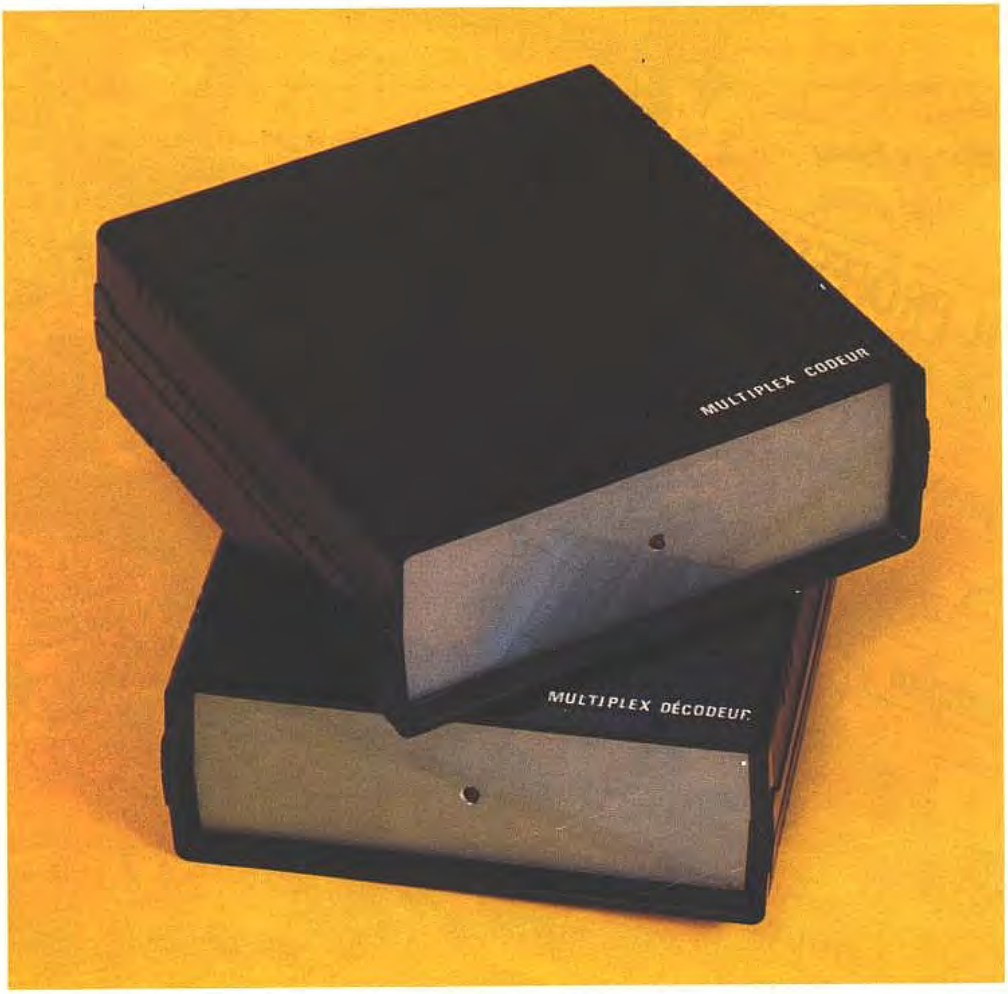
Une fois n'est pas coutume, mais une enceinte d'une esthétique originale mérite qu'on en parle.
Construite par CDP, société déjà connue pour l'importation d'agendas électroniques tels que le PD8000 et aux autres appareils téléphoniques, cette enceinte pyramidale offre une grande qualité d'écoute.
Baptisée RAMSES, il s'agit d'un ensemble à deux voies closes. Fabriqué en aggloméré haute densité de forte épaisseur, aucune vibration parasite n'intervient. Le boomer 12 cm utilise une membrane en fibre de verre tressée destinée à améliorer la qualité acoustique. La suspension du type demi-rouleau en caoutchouc et un système magnétique avec ferrite de 85 × 15 mm confère à l'ensemble une grande qualité.
Côté aigu, le constructeur a eu recours à l'emploi d'un tweeter ayant fait ses preuves, le TW 60A d'Audax. C'est un petit dôme de 20 mm à membrane polycarbonate.
L'ensemble se complète, bien sûr, d'un filtre électronique monté sur circuit imprimé.



Puissance : 40 W
Fréquence de résonance : 170 Hz
Impédance : 4 Ω
Dimensions (L × H × P) : 360 × 320 × 360 mm
Ces enceintes sont vendues 1 490 F la paire chez TERAL, 26, rue Traversière, 75012 Paris. Tél. : 43.07.87.74.

UN MULTIPLEXEUR POUR CARAVANE ET REMORQUE

Dans le cas de liaisons par fils multiples entre un point origine de diverses commandes et un second point rassemblant les départs des servitudes correspondantes à obtenir, l'électronique peut apporter son concours en réduisant le nombre de ces liaisons au strict minimum.



C'est le cas de la liaison électrique entre un véhicule tracteur et une remorque ou une caravane où l'on ne dénombre pas moins de six fils.

Le présent article décrit le fonctionnement et la réalisation d'un dispositif de multiplexage pilotant quatre servitudes, séparément ou simultanément, par l'intermédiaire de trois fils de liaison seulement, tout en permettant de disposer à tout moment de la tension de 12 V, en-dehors de toute commande.

En marge de cette réalisation spécifique, l'étude proposée permet également de faire connaître à nos lecteurs

une technique simple de multiplexage dont on peut augmenter par ailleurs le nombre de canaux, tout en ne faisant appel qu'à des composants courants.

I – LE PRINCIPE

a) Le principe de fonctionnement

La réalisation comporte deux boîtiers : le codeur disposé à bord du véhicule tracteur et le décodeur monté sur le véhicule remorqué. Le boîtier codeur se trouve alimenté par la tension de 12 V du véhicule, et reçoit d'autre part les ordres correspondant aux quatre servitudes à réaliser. Il s'agit des commandes suivantes :
- le clignotant gauche pour le canal 1 ;
- le clignotant droit pour le canal 2 ;
- le feu stop pour le canal 3 ;
- les feux arrière et l'éclairage de la plaque minéralogique pour le canal 4.

Ces commandes consistent simplement à prélever, par l'intermédiaire d'un fil de faible diamètre, le potentiel de 12 V éventuellement disponible sur la borne positive de l'ampoule concernée du véhicule tracteur.
Le dispositif établit alors le codage dont nous verrons le principe au paragraphe suivant, et délivre un signal qui sera acheminé vers le boîtier décodeur en même temps que le « plus » et le « moins » du 12 V.
Le décodeur met alors en évidence le ou les canaux sollicités, et ferme en définitive le ou les relais correspondants, afin d'alimenter les servitudes à assurer.
Alors que les sections des deux fils destinés au transport du courant de puissance doivent être suffisantes pour ne pas créer de chutes de potentiel trop importantes ni d'échauffement exagéré, celle du fil qui achemine le signal de multiplexage peut au contraire être faible, étant donné qu'il s'agit, à ce niveau, de courants de l'ordre du milliampère.

b) Le codage retenu

Il s'agit d'obtenir la possibilité de superposer éventuellement deux, trois voire quatre canaux. En effet, les quatre canaux peuvent être sollicités simultanément, par exemple dans le cas du fonctionnement des clignotants en signalisation de détresse (Warning) en nuit ou par mauvaise visibilité. A cet effet, le dispositif de codage est basé sur la génération continue d'une trame de base dont la **figure 2** illustre la configuration :

- 2 impulsions consécutives suivies d'une pause (canal 1) ;
- 3 impulsions consécutives suivies d'une pause (canal 2) ;
- 4 impulsions consécutives suivies d'une pause (canal 3) ;
- 5 impulsions consécutives suivies d'une pause (canal 4) ;

et ainsi de suite.

Si on commande par exemple le canal 2, le multiplexeur établit périodiquement trois impulsions consécutives ; ces « rafales » étant séparées par des pauses plus importantes, qui correspondent en fait à l'absence d'activation des canaux 1, 3 et 4.
Toujours à la **figure 2,** on illustre l'exemple de la sollicitation simultanée des canaux 1 et 3. Bien entendu, en cas de sollicitation simultanée des quatre canaux, le dispositif délivre en définitive la trame de base complète dont nous parlions plus haut.
Nous verrons au chapitre suivant que la génération de ce codage repose sur la mise en œuvre de comptages.
De même, en ce qui concerne le décodage, le principe consiste à déceler les pauses et à effectuer les comptages nécessaires pour définir le canal sollicité.
La **figure 1** indique, de manière synoptique, le principe du codage et du décodage retenu dans ce type de multiplexage.

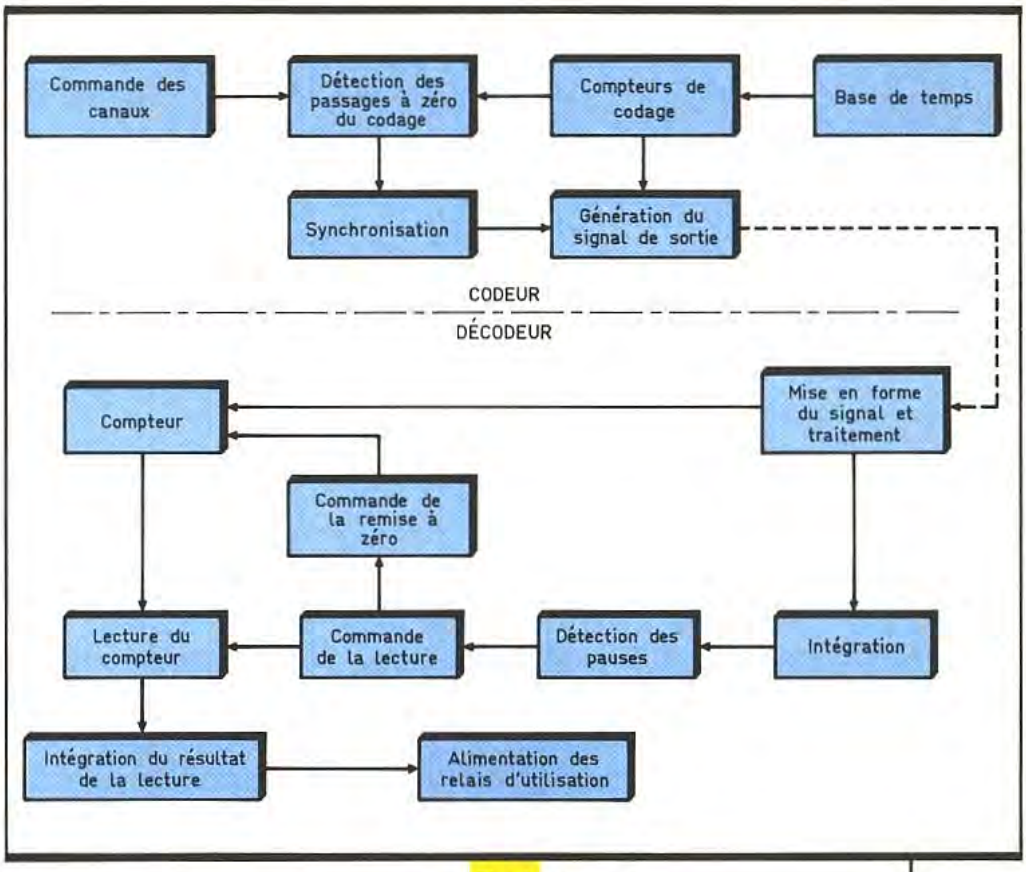
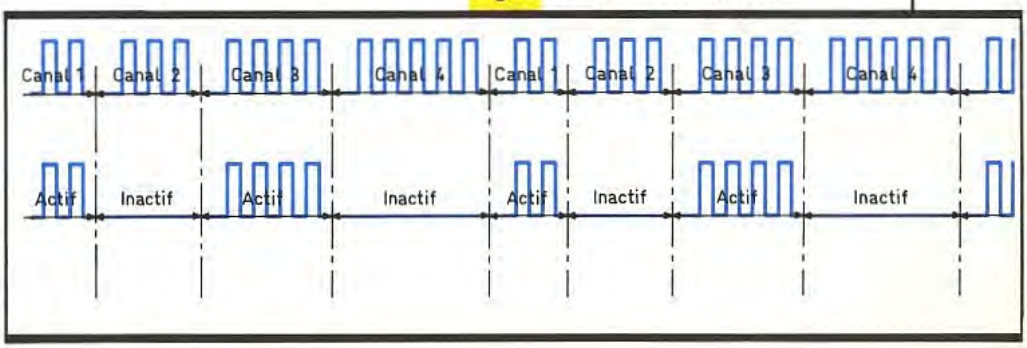


Fig. 1 *Synoptique.*

Fig. 2 *Principe du codage retenu.*



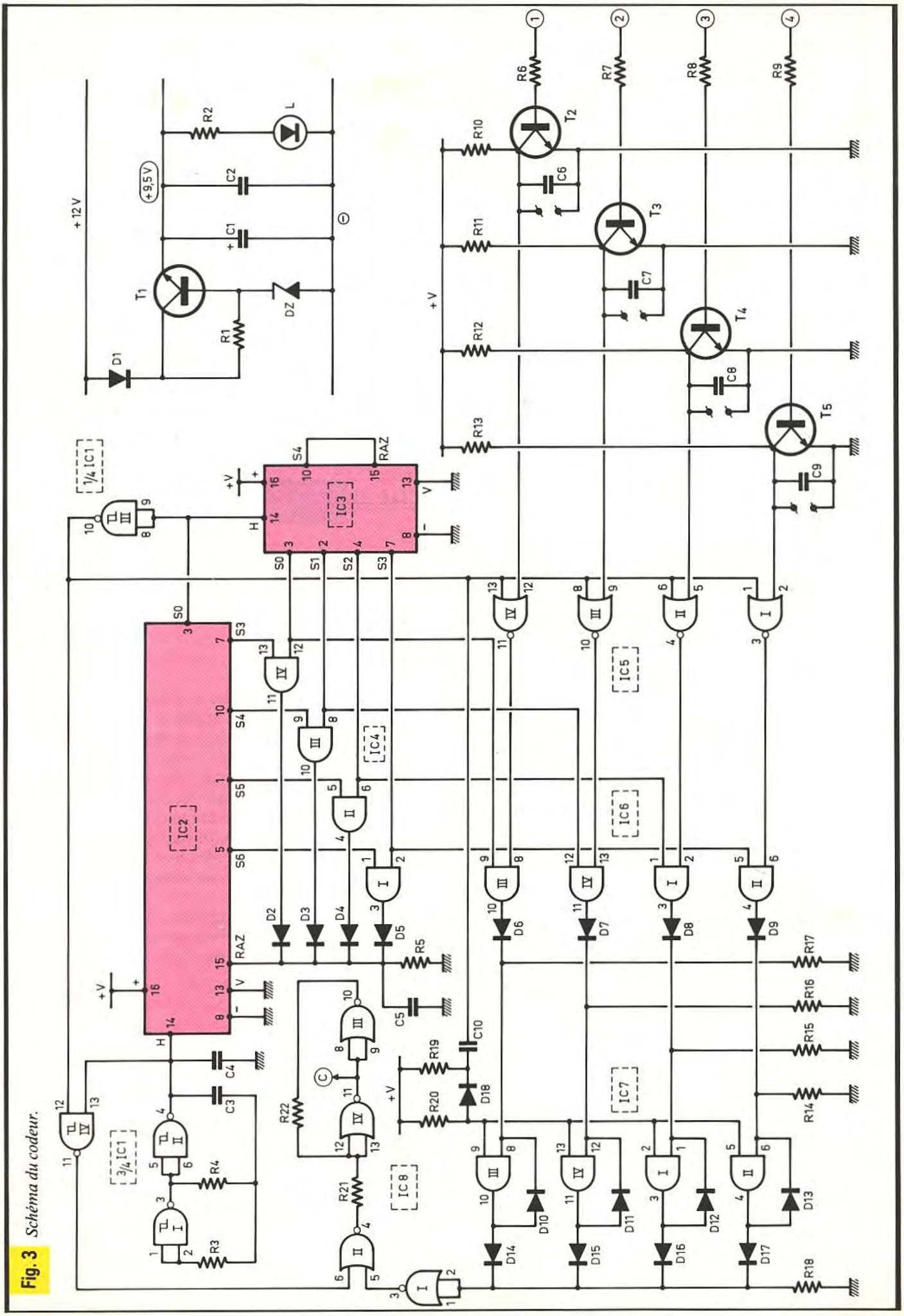


Fig. 3 *Schéma du codeur.*

II – LE FONCTIONNEMENT ELECTRONIQUE

1° Le boîtier codeur (fig. 3 et 4)

a) Alimentation

Afin de rester totalement indépendant des fluctuations du potentiel de 12 V suivant les circonstances : charge, décharge de la batterie, régime de rotation du moteur, un montage régulateur délivre une tension de 9,5 V destinée au fonctionnement du boîtier codeur. A cet effet, le transistor NPN T_1 a sa base maintenue à un potentiel fixe de 10 V grâce à la diode Zener DZ ; la capacité C_1 assure un filtrage de cette tension régulée, disponible à l'émetteur de T_1, tandis que C_2 est chargée d'éliminer les éventuelles fréquences parasites. La LED L, dont le courant d'alimentation est limité par la résistance R_2, matérialise le fonctionnement de cette alimentation. Enfin la diode D_1 évite les erreurs de polarisé de raccordement en interdisant une alimentation inversée.
La consommation du boîtier codeur est très faible et l'alimentation ne délivre qu'un courant d'une dizaine de milliampères.

b) Base de temps

Les portes NAND I et II de IC_1 constituent un multivibrateur astable. En fait, ces portes sont des triggers de Schmitt dont la logique de fonctionnement est celle de portes NAND. Ce choix permet d'obtenir à la sortie du multivibrateur des créneaux dont les fronts montants et descendants sont bien verticaux, de façon à être aptes à attaquer l'entrée de comptage d'un compteur aval. Mais revenons à notre multivibrateur, et plaçons-nous à un instant quelconque de son cycle, par exemple lorsque l'état de la sortie de la porte II est bas, tandis que celui de la porte I est haut. La capacité C_3 se charge ainsi à travers R_4. Dès que le potentiel disponible sur les entrées réunies de la porte I atteint une valeur environ égale à la demi-tension d'alimentation, la porte I s'inverse : sa sortie passe à l'état bas, et celle de la porte II à l'état haut. Le potentiel sur les entrées de la porte I passe brutalement à une valeur égale à 3 U/2, c'est-à-dire à la valeur U, augmentée de U/2 qui correspond à la charge résiduelle de C_3.

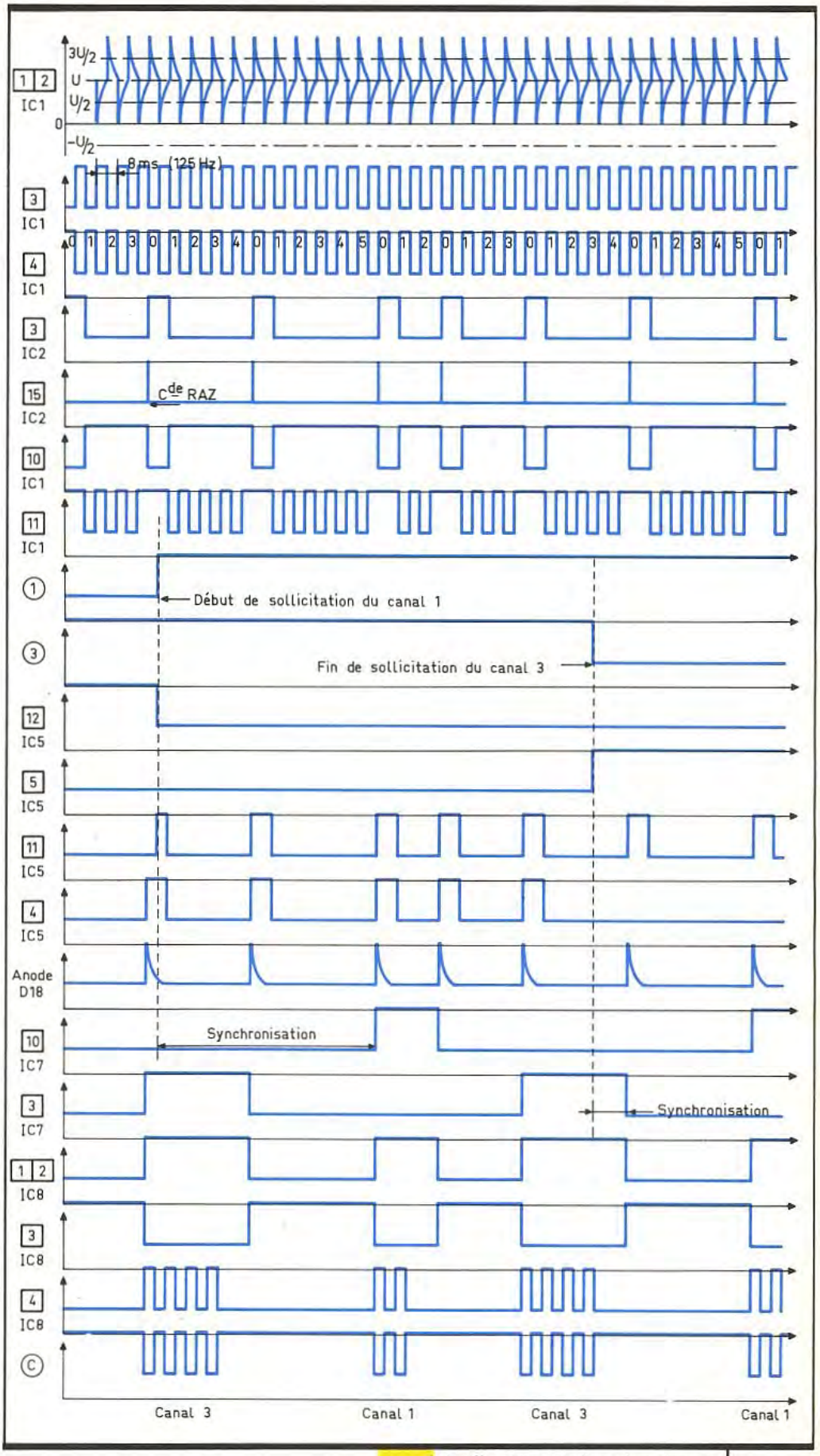
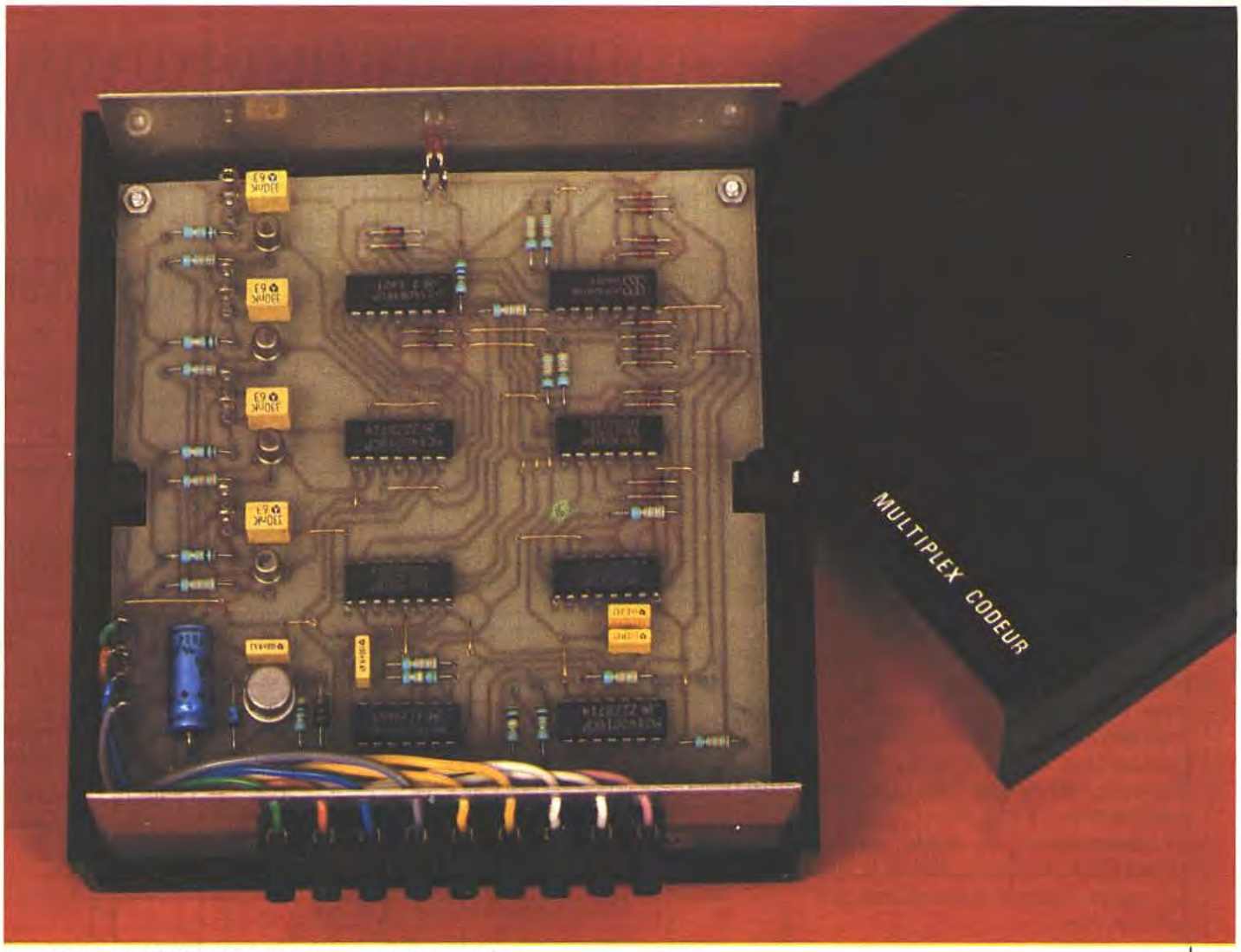


Fig. 4 *Oscillogrammes du codeur (exemple de sollicitation des canaux 1 et 3).*

Cette dernière se décharge donc à travers R_4 jusqu'au moment où le potentiel des entrées de la porte I repasse à U/2 ; il se produit à nouveau l'inver-



La carte imprimée du codeur logée dans son boîtier « Teko ».

sion de cette porte, dont la sortie passe à l'état haut. Il en résulte le passage à l'état bas de la sortie de la porte II. Le potentiel des entrées de la porte I, passe instantanément à une valeur −U/2, à savoir la valeur U/2 de charge résiduelle de C_3, diminuée de la valeur U. La capacité C_3 se charge alors par R_4 et ainsi de suite. Compte tenu de la manière dont C_3 se trouve sollicitée, cette dernière ne saurait être du type polarisé. La période des créneaux ainsi générés s'exprime par la relation $T \# 2{,}2 \,.\, R_4 \,.\, C_3$. Dans le présent exemple, elle est de l'ordre de 125 ms, ce qui correspond à une fréquence de 8 Hz. La résistance R_3 n'entre pas dans le calcul de détermination de la période ; sa présence confère au multivibrateur une meilleure stabilité de fonctionnement. On la choisit généralement à une valeur d'environ dix fois celle de R_4.

c) Comptage

Les compteurs IC_2 et IC_3 sont des CD 4017, que nos lecteurs connaissent bien. De tels compteurs avancent au rythme des fronts ascendants des créneaux présentés sur leur entrée « horloge », par déplacement du niveau logique 1 de la sortie S_n à la sortie S_{n+1}. Les créneaux délivrés par la base de temps sont donc acheminés sur l'entrée « horloge » de IC_2. La sortie S_0 de ce compteur est à son tour reliée à l'entrée de comptage de IC_3. On peut également constater que les sorties S_3 à S_6 de IC_2 sont reliées à l'une des deux entrées de quatre portes AND de IC_4. Les sorties S_0 à S_3 de IC_2 sont, quant à elles, reliées à l'autre entrée de la porte AND correspondante. Enfin, toujours sur le compteur IC_3, la sortie S_4 est reliée à l'entrée RAZ. L'entrée RAZ de IC_2 est normalement soumise à un état bas par l'intermédiaire de R_5. Elle peut recevoir un état haut par n'importe laquelle des quatre diodes D_2 à D_5. Passons donc en revue le fonctionnement de ce dispositif de comptage.

Le compteur IC_2 avance donc en phase avec les fronts positifs des signaux de comptage. Plaçons-nous dans le cas où l'état haut de IC_3 se trouve sur S_0. Dès que l'état haut de sortie de IC_2 passe à S_3, la porte AND IV devient passante, ce qui a pour effet la remise à zéro immédiate de IC_2. Il en résulte l'avance d'un pas de IC_3 dont la sortie S_1 présente maintenant un état haut. Le compteur IC_2 poursuit son avance, et il se produit à nouveau une remise à zéro lorsque l'état haut atteint S_4, c'est-à-dire au bout de trois impulsions, ou plus exactement dès le début de la quatrième.

Il en résulte encore l'avance d'un pas de IC_3, et le lecteur vérifiera aisément que la prochaine RAZ de IC_2 se réalise cette fois au bout de quatre impulsions puis, au cycle suivant, au bout de cinq impulsions. A ce moment, IC_3 repasse en position S_0 et tout recommence.

En définitive, on assiste au schéma suivant :

– présence d'un état haut sur S_0 de IC_2 au bout de 2 impulsions de comptage ;

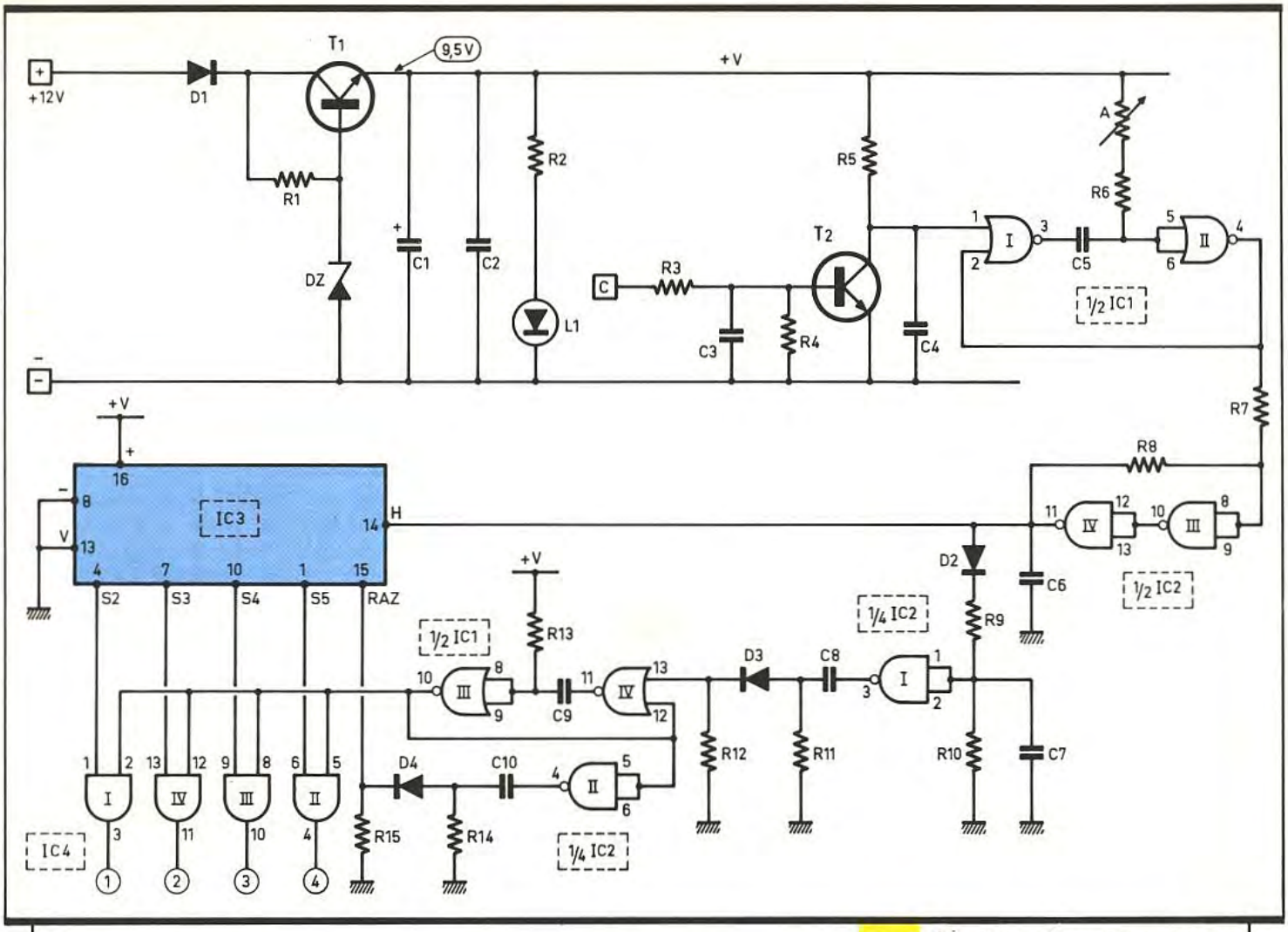


Fig. 5 *Décodeur : alimentation et traitement du signal.*

– présence d'un état haut sur S_0 de IC_2 au bout de 3 impulsions de comptage ;
– présence d'un état haut sur S_0 de IC_2 au bout de 4 impulsions de comptage ;
– présence d'un état haut sur S_0 de IC_2 au bout de 5 impulsions de comptage.

Notons que la porte NAND (trigger) III de IC_1 inverse cet état haut en le transformant en un état bas.

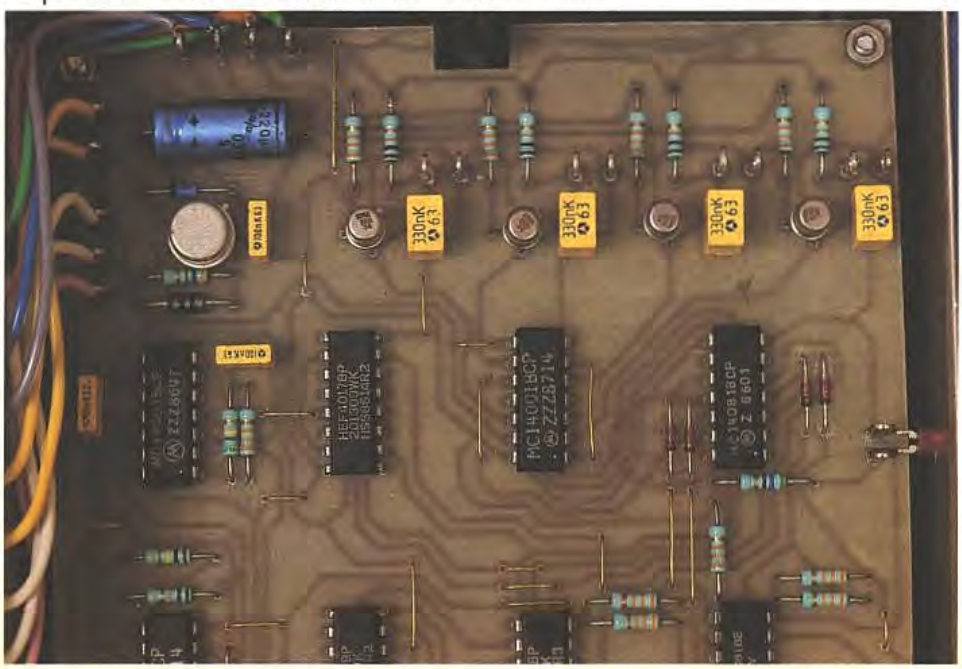
d) Commande d'un ou de plusieurs canaux

Pour toutes ces explications, dans un but de simplification, nous supposerons la sollicitation du canal 2, étant entendu que le principe reste identique pour les autres canaux et même pour la sollicitation simultanée de plusieurs canaux.

Tant que l'entrée 2 du boîtier codeur ne reçoit aucun potentiel positif en provenance de la broche positive d'une ampoule à contrôler, le transistor T_3 est bloqué. Il en résulte un état haut sur son collecteur. Cet état haut est transmis à l'une des entrées de la porte NOR III de IC_5. En conséquence, cette dernière délivre sur sa sortie un état bas permanent, quel que soit l'état auquel est soumise l'autre entrée.

Si l'entrée 2 du codeur reçoit un potentiel positif, le transistor T_3 se sature, et son collecteur présente un potentiel nul. Mais, dans le cas général, la sortie de la porte NOR III continue de présenter un état bas étant donné que l'autre entrée reste soumise à un état haut issu de la porte NAND III de IC_1. C'est seulement lorsque la sortie S_0 de IC_2 passe à l'état haut que la

Comme d'usage, présence de quelques straps de liaison.



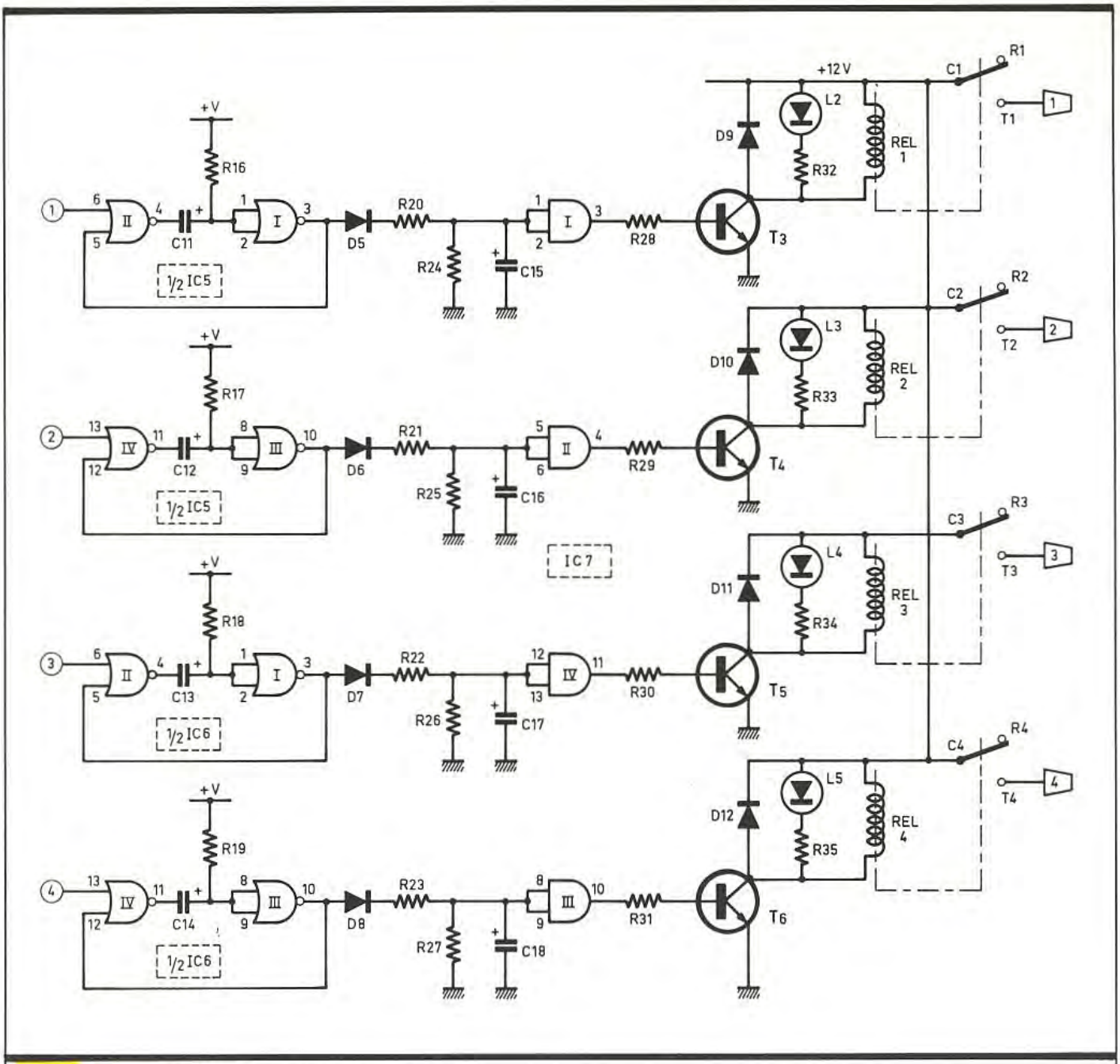


Fig. 6 *Commande des relais d'utilisation.*

porte NOR III effectue son inversion et présente un état haut, fugitif d'ailleurs, puisqu'il ne dure que pendant le séjour du niveau logique 1 sur S_0 de IC_2.

Il se produit donc une synchronisation à ce niveau. En effet, les ordres de codage issus des entrées 1, 2, 3 ou 4 du codeur ne sont transmis que pendant la présence d'un état haut sur la sortie S_0 de IC_2 ; aucun ordre ne peut ainsi être transmis en plein cycle de codage.

On notera qu'entre les collecteurs des transistors de transmission et la polarité négative, des picots ont été installés. Cette disposition permet, lors des essais et contrôles, de relier les deux picots correspondant à un canal, pour simuler une sollicitation. On pourrait même relier ces picots à quatre boutons-poussoirs pour obtenir un second moyen de commande des canaux.

e) Mémorisation et effacement

Restons dans l'hypothèse de la sollicitation du canal 2. Lorsque ce dernier est activé, l'entrée 13 de la porte AND IV de IC_6 reçoit ainsi périodiquement un état haut, au moment où le compteur IC_2 passe en position S_0. Mais cette porte n'est passante que dans la mesure où l'entrée 12 se trouve également soumise à un état haut. Cette condition est réalisée lorsque IC_3 est en position S_1, c'est-à-dire en début de phase où il se produira, sur IC_2, trois impulsions entre deux RAZ consécutives. L'impulsion positive de durée égale à celle du séjour de l'état haut sur S_0 de IC_2, soit 8 ms, disponible sur la sortie de la porte AND IV de IC_6, est transmise, par l'intermédiaire de D_7 sur l'entrée 12 de la porte AND IV de IC_7. Cette porte est montée en porte de mémorisation. En effet, l'entrée 13 est généralement soumise à un état haut par R_{20}. Toute impulsion positive présentée sur l'entrée 12 a pour effet de rendre la porte passante, et de la maintenir dans cette position même lorsque l'impulsion de commande a disparu grâce à la diode de verrouillage D_{11}. Elle restera active tant qu'une impulsion négative présentée sur l'entrée 13 n'aura pas effacé une éventuelle mémorisation précédente. Cette impulsion négative se produit à

chaque fois que l'état haut sur la sortie de la porte NAND III de IC_1 passe à un état bas, c'est-à-dire en début du passage de IC 2 sur la position S_0.
L'impulsion négative est générée par le circuit dérivateur que constituent R_{19}, R_{20}, D_{18} et C_{10}. Cette disposition introduit en fait une seconde synchronisation en fin d'ordre de sollicitation d'un canal. Cette fin ne se produit donc pas à n'importe quel instant ; elle est synchronisée avec le passage sur S_0 de IC_2, c'est-à-dire en fin d'un cycle correspondant à un canal donné.
En définitive, en cas de sollicitation du canal 2, les entrées de la porte NOR I de IC_8 présentent un état haut pendant le cycle de comptage correspondant à la phase où trois impulsions élémentaires sont encadrées par deux RAZ. Le même principe s'applique au cas où les autres canaux sont simultanément sollicités ; à l'extrême limite, lorsque tous les canaux sont sollicités, les entrées de la porte NOR I de IC_8 restent soumises en permanence à un état haut, avec tout de même de très brefs passages à l'état bas (quelques μs) en début de chaque passage de l'état haut sur S_0 de IC_2.

f) Signal de sortie

Les créneaux générés par la base de temps aboutissent également à l'entrée 13 de la porte NAND IV de IC_1. Cette dernière inverse les signaux reçus à condition que l'entrée 12 soit soumise à un état haut. Cette condition est remplie tant que la sortie S_0 de IC_2 ne se présente pas à l'état haut suite à l'inversion effectuée par la porte NAND III de IC_1. Ainsi, à la sortie de la porte NAND IV, on enregistre un signal présentant des impulsions négatives de 4 ms de durée, chaque série de deux, trois, quatre ou cinq impulsions étant elle-même délimitée par des durées d'état haut plus importantes (très exactement 12 ms). Il s'agit en fait de la trame inversée du codage dont nous parlions au chapitre consacré au principe. Ce signal est acheminé sur l'entrée 6 de la porte NOR II de IC_8. Tant que l'entrée 5 de cette même porte est soumise à un état haut, la sortie présente un état bas permanent.
En revanche, pendant les périodes où les entrées réunies de la porte NOR I reçoivent un état haut, la porte II effectue sont travail normal d'inversion. Ainsi, on obtient à la sortie de la porte II le signal de codage défini au début de cet article, caractérisé par sa configuration au niveau des pauses et du nombre d'impulsions positives, suivant le ou les canaux sollicités. Les portes NOR III et IV de IC_8 constituent un trigger de Schmitt. Le signal est prélevé sur la sortie de la porte IV (point C) : il est donc encore une fois inversé.

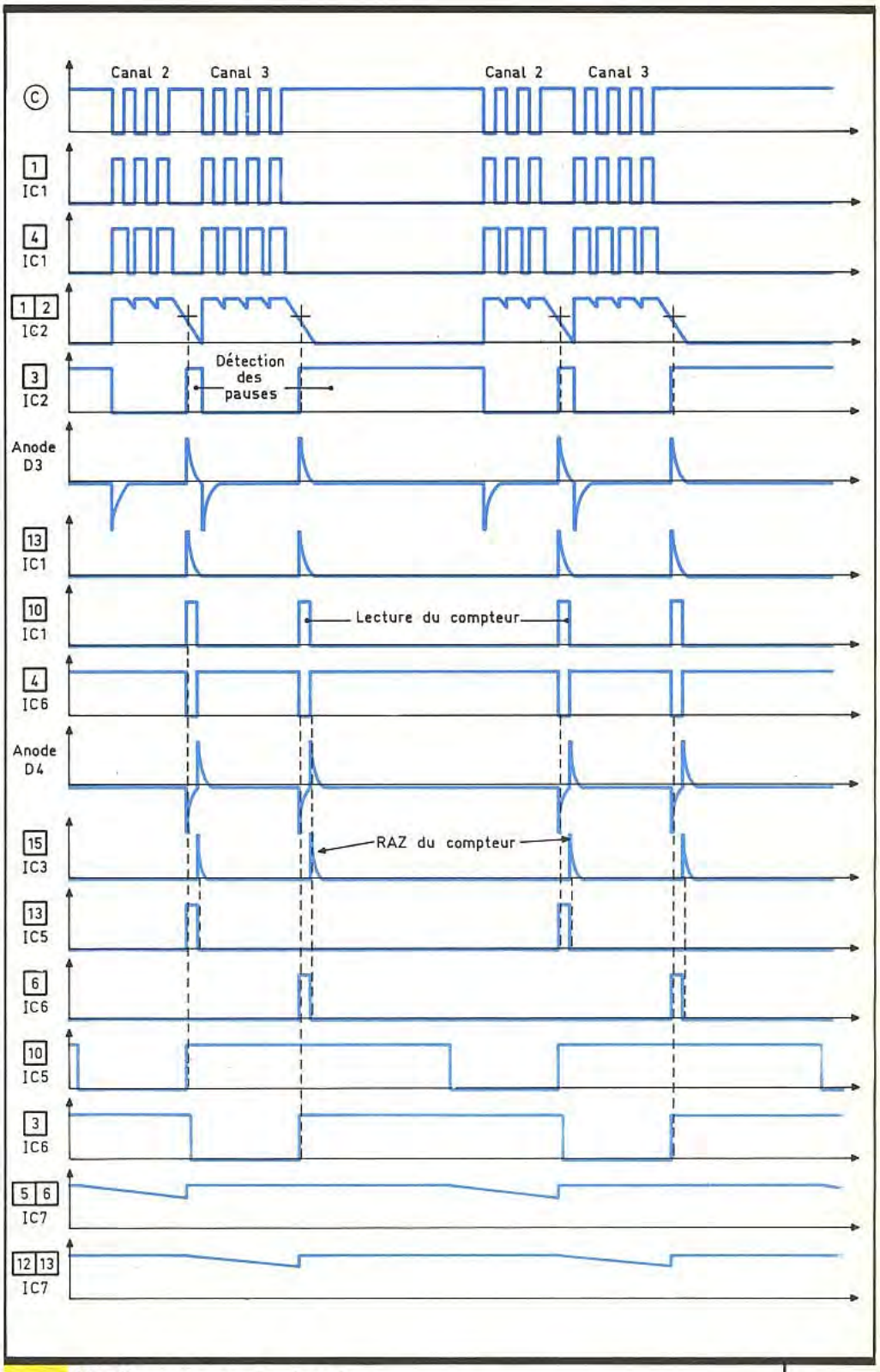


Fig. 7 *Oscillogrammes du décodeur (exemple canal 2 et 3).*

2° Le boîtier décodeur (fig. 5, 6 et 7)

a) Alimentation et prise en compte du signal

L'alimentation, dont le cœur est le transistor NPN T_1, fonctionne suivant le même principe que celle décrite au sous-chapitre précédent. La LED L_1 matérialise son fonctionnement. Elle délivre un courant maximal d'une cinquantaine de milliam-

Des dominos rendent plus faciles les liaisons.

pères, valeur seulement atteinte en cas de sollicitation simultanée des quatre canaux. Le signal est acheminé sur la base d'un transistor NPN T_2 par l'intermédiaire d'un pont diviseur constitué par les résistances R_3 et R_4. Rappelons qu'en cas de non-activation de la part du codeur le point C du schéma présente un état haut permanent. Il en résulte la saturation de T_2 : son collecteur présente un état bas. Par contre, lors d'une impulsion négative, le transistor T_2 se bloque, si bien que son collecteur présente, pendant la même durée, un état haut. En définitive, T_2 effectue d'une part une adaptation codeur-décodeur au niveau des potentiels logiques, et d'autre part une inversion en donnant au signal codé sa caractéristique normale, telle que nous l'avions précédemment définie.

b) Mise en forme du signal

Le signal est acheminé sur l'entrée d'une bascule monostable constituée par les portes NOR I et II de IC_1. Une telle bascule prend en compte les impulsions positives et les restitue comme telles, mais caractérisées par des durées différentes. A l'état de repos, la sortie de la porte II ainsi que les entrées de la porte I sont à l'état bas. La sortie de la porte I est donc à l'état haut ; il en est de même en ce qui concerne les entrées de la porte II, par l'intermédiaire de R_6 et de l'ajustable A. La capacité C_5, dont les armatures sont soumises au même potentiel, est donc entièrement déchargée. Dès qu'un état haut est présenté sur l'entrée 1 de la porte I, la sortie passe à l'état bas. Il en est de même pour les entrées de la porte II, étant donné que C_5, en début de charge, est entièrement assimilable à une résistance nulle. La sortie de la bascule (porte II) passe donc à l'état haut, ainsi que l'entrée 2 de la porte I. Ainsi, même si l'impulsion positive de commande venait à cesser, rien ne changerai quant aux niveaux logiques des sorties I et II. La capacité C_5 se charge progressivement à travers R_6 et A jusqu'au moment où l'armature positive atteint une valeur environ égale à la demi-tension d'alimentation. A cet instant, la porte II bascule et sa sortie repasse à son état bas de repos. La sortie de la porte I passe à l'état haut ; la capacité C_5 se décharge pour se trouver prête à une éventuelle et nouvelle sollicitation.
La durée de l'état haut du signal de sortie s'exprime par la relation $\Delta t \# 0,7 . (R_6 + A) . C_5$. Elle est donc réglable grâce à la présence de l'ajustable A. Nous verrons ultérieurement qu'elle est à régler le plus près possible de la période élémentaire de la base de temps, soit 8 ms, tout en restant nettement séparée de cette valeur limite. Pratiquement, une valeur acceptable se situe entre 6,5 et 7 ms. Mais que le lecteur se rassure, nous verrons également, au niveau de la mise au point finale, qu'il n'est pas nécessaire de disposer d'un oscilloscope pour effectuer ce travail.

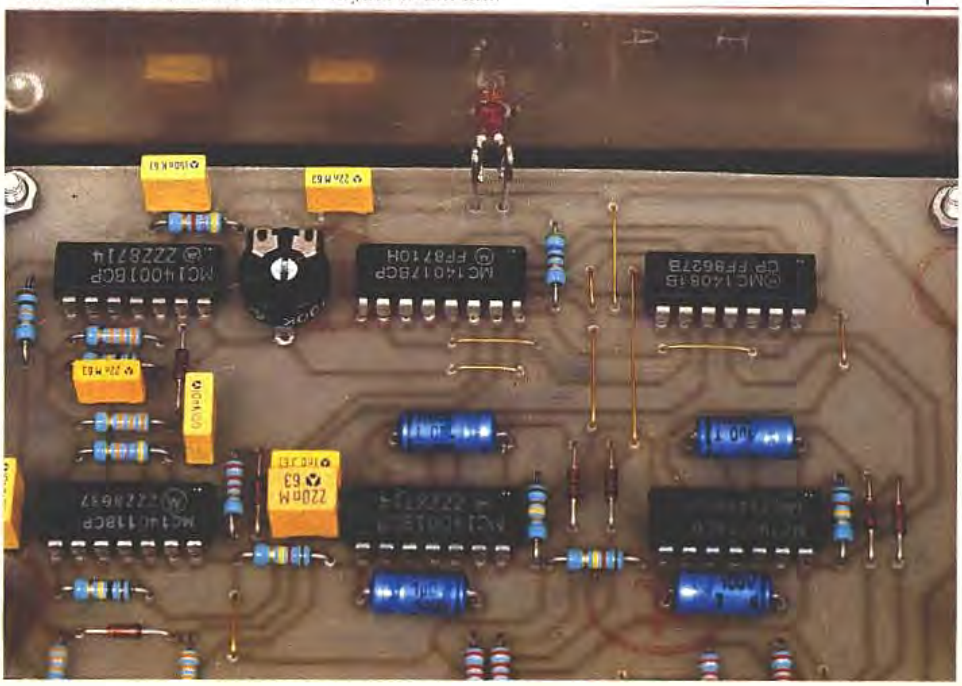
c) Traitement du signal

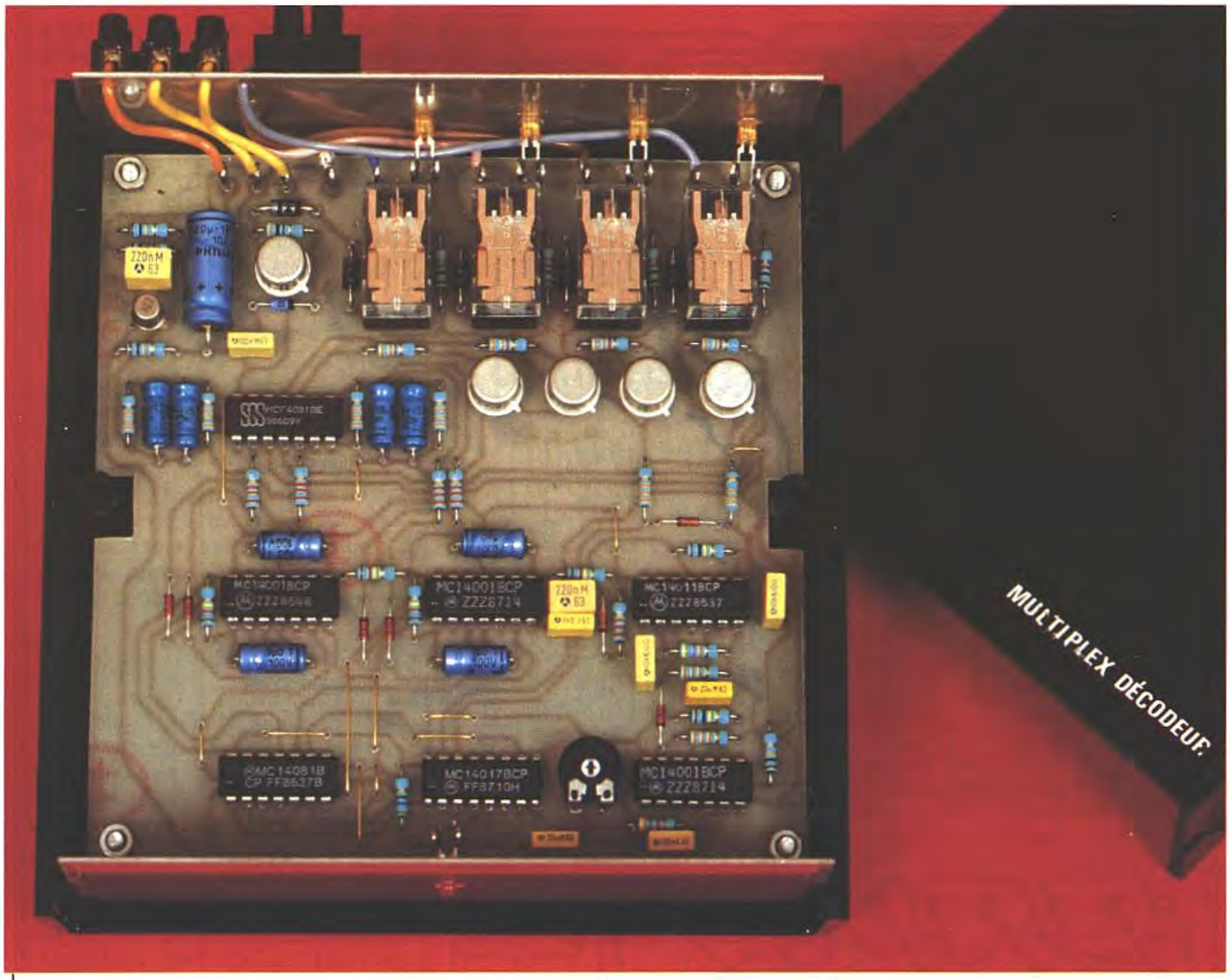
Le signal délivré par la bascule monostable est acheminé sur l'entrée d'un trigger de Schmitt formé par les portes NAND III et IV de IC_2. Rappelons qu'un tel montage introduit, grâce à la résistance R_8, une réaction positive au début du basculement des portes, ce qui se traduit par un apport (ou un retrait) de potentiel. Il en résulte un phénomène d'accélération du processus, c'est-à-dire une « verticalisation » des fronts ascendants et descendants des signaux. Ces derniers attaquent directement l'entrée de comptage d'un CD 4017, IC_3, qui avance au rythme des fronts ascendants. Nous reviendrons un peu plus loin sur le fonctionnement de ce compteur.

d) Intégration et détection des pauses

La porte NAND I de IC_2, avec R_9, R_{10}, D_2 et C_7, constitue un circuit intégrateur. En effet, lors des états hauts du signal délivré par le trigger de Schmitt, la capacité C_7 se charge très ra-

La diode LED se ramènera sur la face avant alu.



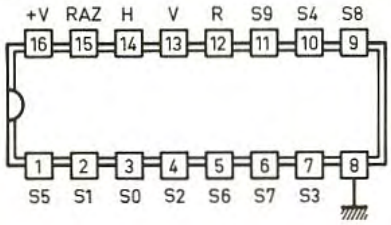


On aperçoit les quatre relais d'utilisation avec leur diode LED de contrôle.

pidement par D_2 et la résistance de faible valeur R_9. La décharge de C_7 s'effectue pendant les états bas du signal issu du trigger et obligatoirement par l'intermédiaire de R_{10}, de valeur plus importante, grâce à la diode antiretour D_2. Cette décharge est donc plus lente. En définitive, entre deux impulsions positives successives, l'état auxquels sont soumises les entrées de la porte NAND I reste très voisin du potentiel maximal, et la porte présente dans ce cas un état bas permanent. Par contre, lors d'une pause entre deux séries d'impulsions positives, la capacité C_7 a le temps de se décharger davantage, ce qui permet à la porte de basculer. Il en résulte un état haut de quelques millisecondes sur la sortie de la porte NAND, à chaque fois qu'une pause se présente dans le déroulement normal des signaux de codage. Cet état haut constitue le départ de deux importantes opérations à effectuer sur le compteur IC_3 : d'abord son relevé, puis sa remise à zéro.

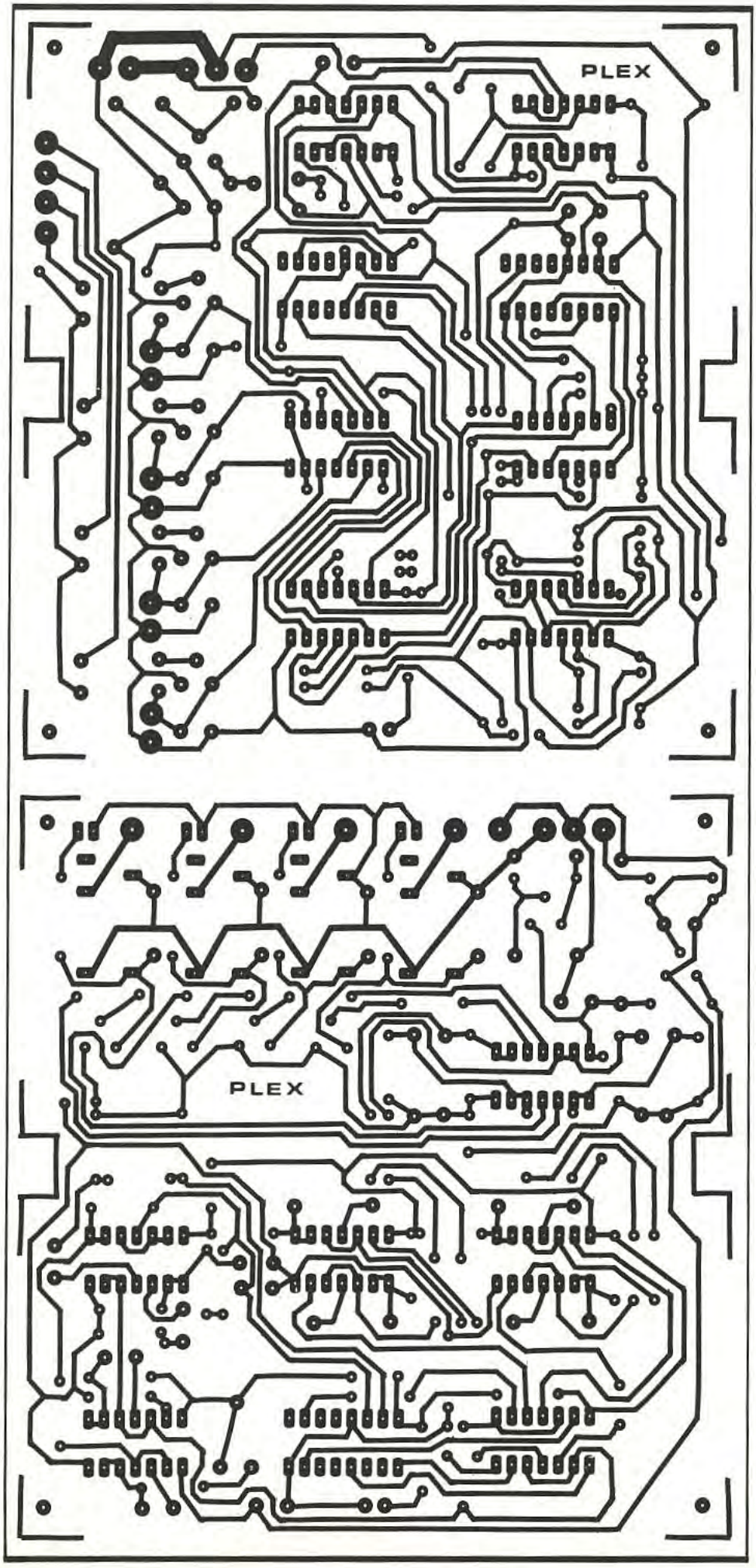
e) Commande du relevé du compteur

Les résistances R_{11} et R_{12}, la diode D_3 et la capacité C_8 constituent un circuit dérivateur. Ce dernier prend en compte le moment précis où la sortie de la porte NAND I présente un frond ascendant, c'est-à-dire dès le début de la détection d'une pause. Ce phénomène, grâce à la charge rapide de C_8 à travers R_{11} et R_{12}, se traduit par une très brève impulsion positive sur l'entrée d'une bascule monostable constituée par les portes NOR III et IV de IC_1. Celle-ci délivre sur sa sortie une impulsion positive de l'ordre d'une milliseconde de durée, ce qui a pour effet de rendre passante l'une des quatre portes AND de IC_4, à savoir celle dont l'autre entrée est reliée



H	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	R
∫	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
∫	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
∫	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
∫	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
∫	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
∫	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
∫	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
∫	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
∫	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
∫	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Fig. 8 *Brochage du 4017.*



à la sortie de IC_3 qui présente un état haut. Ainsi, en cas de réception du signal de codage correspondant au canal 2, on enregistrera, à chaque pause consécutive à une série de trois impulsions positives, un état haut d'une milliseconde sur la sortie de la porte AND IV de IC_4.

f) Commande de la remise à zéro du compteur

Le signal positif correspondant à la lecture du compteur est inversé par la porte NAND II de IC_2. La fin du signal de lecture se matérialise donc par un front positif sur la sortie de cette porte. Ce front ascendant est pris en compte par le circuit dérivateur constitué par R_{14}, R_{15}, D_4 et C_{10}. Le circuit dérivateur délivre alors une impulsion positive acheminée sur l'entrée RAZ de IC_3, ce qui assure sa remise à zéro après chaque lecture.

g) Traitement du signal issu de la lecture

Afin de simplifier les explications, nous traiterons l'exemple du canal 1, les autres ayant un fonctionnement tout à fait identique. Donc, en cas de sollicitation du canal 1, on enregistre un bref signal positif sur la sortie de la porte AND I de IC_4. Etant donné que la période élémentaire de la base de temps du codeur est de 8 ms, le lecteur vérifiera facilement que la durée séparant deux impulsions consécutives sur la sortie de n'importe quelle porte AND de IC_4, pour autant que le canal correspondant s'en trouve activé, est de : $(2+1 + 3+1 + 4+1 +5+1) \times 8 = 144$ ms. Il est donc nécessaire d'intégrer cette impulsion afin de la rendre exploitable. Les portes NOR I et II de IC_5 forment une bascule monostable. Au niveau de sa sortie, on recueille des états hauts qui doivent dans tous les cas être nettement inférieurs à 144 ms. Pratiquement, compte tenu des valeurs de R_{16} et de C_{11}, cette durée est de l'ordre de 80 à 100 ms. Ces impulsions sont ensuite intégrées par le dispositif intégrateur constitué par D_5, R_{20}, R_{24} et C_{15}. Il en résulte, au niveau de la sortie de la porte AND I de IC_7, un état haut permanent, qui disparaît pour laisser sa place à un état bas dès que la sollicitation du canal 1 cesse.

Fig. 9 *Tracés des circuits imprimés à l'échelle.*

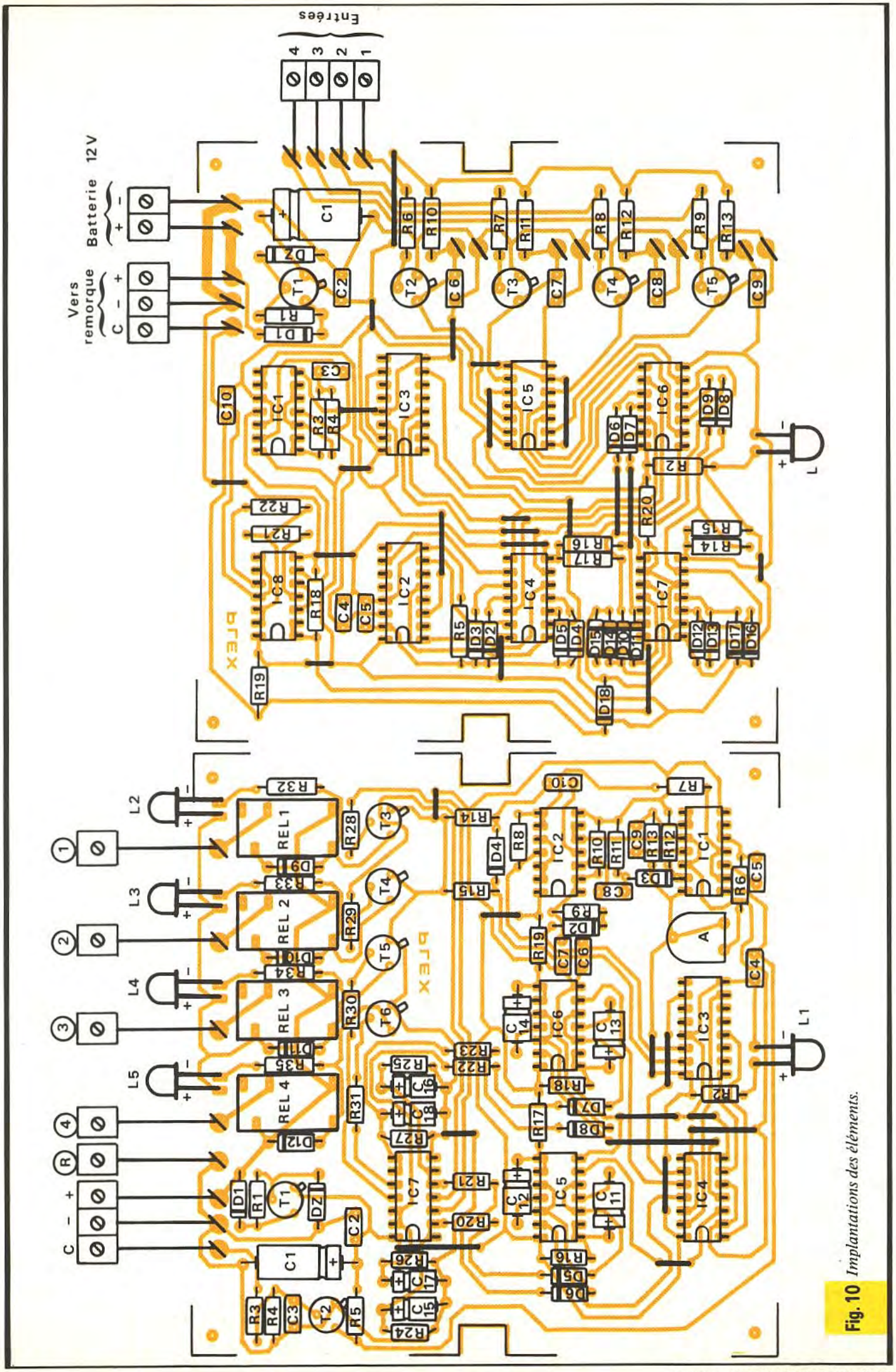
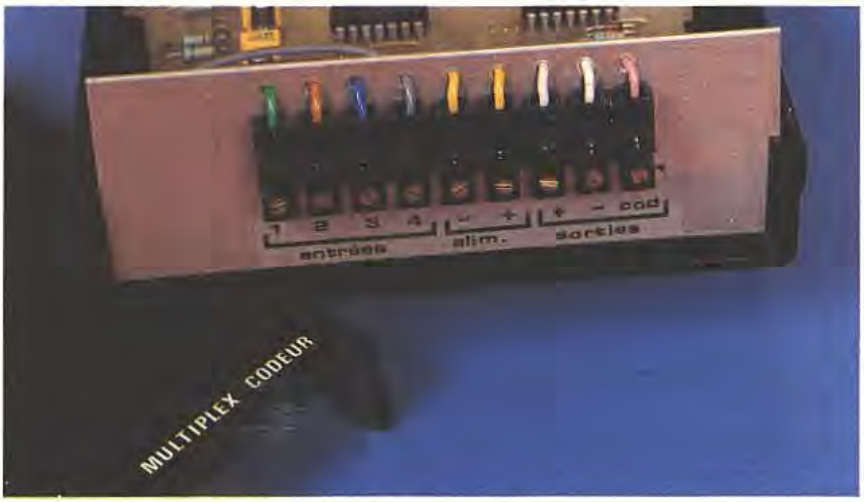


Fig. 10 *Implantations des éléments.*



Même principe de raccordement à l'aide de dominos.

h) Alimentation du relais d'utilisation

Toujours en cas d'activation du canal 1, par le dispositif codeur, l'état haut disponible sur la sortie de la porte AND I de IC_7 établit un courant base-émetteur dans le transistor T_3, par l'intermédiaire de R_{28}. Le transistor se sature, ce qui a pour effet d'assurer l'alimentation du bobinage du relais REL_1, qui se ferme en établissant de ce fait un contact entre le « plus 12 V » et un circuit d'utilisation. Notons qu'il s'agit d'un relais 12 V, ce qui permet son alimentation directe à partir de ce potentiel. La diode D_9 protège T_3 des effets liés aux surtensions de self qui risquent de se produire au moment de la coupure de l'alimentation du bobinage du relais.
Enfin, notons que le circuit du collecteur de T_3 comporte également la LED de signalisation L_2 avec sa résistance de limitation de courant R_{32}.

III – REALISATION PRATIQUE

a) Circuits imprimés (fig. 9)

Les dimensions des modules codeur et décodeur sont les mêmes ; ils sont d'ailleurs logés dans des boîtiers identiques. La réalisation des circuits imprimés n'appelle aucune remarque particulière dans la mesure où l'on fait usage de produits de transfert du type Mécanorma : bandelettes adhésives et pastilles diverses. La réalisation peut être directe par application des transferts sur la face cuivrée de l'epoxy ou encore indirecte par le biais de la confection d'un « mylar » transparent pour exposition de l'époxy, présensibilisée aux rayons ultraviolets. Bien entendu, une troisième méthode consiste à reproduire les circuits imprimés publiés dans le présent article par la méthode photographique pratiquée par certains fournisseurs.

Toutes les pastilles seront percées à l'aide d'un foret de 0,7 mm de diamètre ; certains seront à agrandir à 1 ou 1,3 mm suivant le diamètre des connexions des composants à implanter. Enfin, il est toujours avantageux d'étamer les pistes, si possible directement au fer à souder.

b) Implantation des composants (fig. 10)

Après mise en place et soudure des divers straps de liaison, on soudera d'abord les composants de faible hauteur pour terminer par ceux qui se caractérisent par une épaisseur plus grande. On débutera donc par les diodes, les résistances, les capacités, les transistors et les picots. Seule exception à cette règle, les circuits intégrés, qui seront soudés en fin d'implantation.

Lors des soudures des circuits intégrés, il convient de ménager un temps de refroidissement suffisant entre deux soudures consécutives sur le même boîtier. Attention également à l'orientation de tous les composants polarisés.

Les LED seront seulement soudées plus tard, sur les picots destinés à cet effet, lors du montage des modules dans leur boîtier. Enfin, rappelons que les traces de vernis laissées par le décapant du fil de soudure peuvent être éloignées à l'aide d'un pinceau imbibé d'un peu d'acétone ou de trichloréthylène.

c) Montage dans les boîtiers Teko

Les modules sont fixés sur le fond des boîtiers Teko au moyen de vis de 3 mm de diamètre et d'écrous formant entretoises. Les faces arrière reçoivent par collage les dominos de raccordement.
Les fils de liaison passent dans des trous percés à cet effet dans ces faces arrière. Il convient de bien faire attention aux polarités et à l'identité spécifique de ces liaisons.
Les diamètres des fils destinés à véhiculer un courant de puissance doivent avoir un diamètre suffisant. Ne pas oublier de marquer sur les faces arrière les repères correspondant au droit de chaque raccordement d'un domino, pour une utilisation sans problème.
Enfin, on pourra passer en dernier lieu à la mise en place des LED de signalisation, en faisant attention à leur orientation et en ne les chauffant pas exagérément.

d) Réglage

Le module codeur étant relié à une alimentation 12 V, on relie les deux coffrets entre eux au moyen des trois fils de liaison définis par +, – et C. Le seul réglage consiste à placer le curseur de l'ajustable A du module décodeur sur la position optimale. On sollicitera à cet effet deux canaux consécutifs, simultanément, par exemple le canal 2 et le canal 3. Cette commande peut se réaliser en reliant entre eux les picots prévus à cet effet du module codeur, au moyen de pinces crocodiles par exemple. On tourne alors le curseur à fond dans un sens, puis on revient doucement dans l'autre sens jusqu'à obtenir la fermeture simultanée des relais REL_2 et REL_3. On poursuit jusqu'à obtenir de nouveau leur ouverture. Le curseur est alors à placer sur la bissectrice de l'angle formé par ces deux positions extrêmes.

Robert KNOERR

LISTE DES COMPOSANTS

a) Boîtier codeur

21 straps (12 horizontaux, 9 verticaux)
R_1 : 330 Ω (orange, orange, marron)
R_2 : 560 Ω (vert, bleu, marron)
R_3 : 470 kΩ (jaune, violet, jaune)
R_4 à R_9 : 6 × 33 kΩ (orange, orange, orange)
R_{10} à R_{13} : 4 × 10 kΩ (marron, noir, orange)
R_{14} à R_{20} : 7 × 33 kΩ (orange, orange, orange)
R_{21} : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R_{22} : 100 kΩ (marron, noir, jaune)

D_1 : diode 1N4004, 4007.
D_2 à D_{18} : 17 diodes-signal 1N4148, 1N914
DZ : diode Zener 10 V

L : LED rouge ∅ 3.

C_1 : 220 µF/10 V électrolytique
C_2 : 0,1 µF Milfeuil
C_3 : 0,1 µF Milfeuil
C_4 et C_5 : 2 × 1 nF Milfeuil
C_6 à C_9 : 4 × 0,33 µF Milfeuil
C_{10} : 10 nF Milfeuil

T_1 : transistor NPN 2N1711, 1613
T_2 à T_5 : 4 transistors NPN 2N2222, BC108, 109

IC_1 : CD4093 (4 triggers NAND à 2 entrées)
IC_2 et IC_3 : 2 × CD4017 (compteur-décodeur décimal)
IC_4 : CD4081 (4 portes AND à 2 entrées)
IC_5 : CD4001 (4 portes NOR à 2 entrées)
IC_6 et IC_7 : 2 × CD4081 (4 portes AND à 2 entrées)
IC_8 : CD4001 (4 portes NOR à 2 entrées.

19 picots
Domino (10 bornes)
Fils souples en nappe
Coffret Teko, série CAB, mod. 011 (128 × 135 × 46)

b) Boîtier décodeur

12 straps (4 horizontaux, 8 verticaux)
R_1 : 330 Ω (orange, orange, marron)
R_2 : 560 Ω (vert, bleu, marron)
R_3 à R_5 : 3 × 10 kΩ (marron, noir, orange)
R_6 : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
R_7 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R_8 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R_9 : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)
R_{10} : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
R_{11} et R_{12} : 2 × 33 kΩ (orange, orange, orange)
R_{13} : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R_{14} et R_{15} : 2 × 33 kΩ (orange, orange, orange)
R_{16} à R_{19} : 4 × 120 kΩ (marron, rouge, jaune)
R_{20} à R_{23} : 4 × 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)
R_{24} à R_{27} : 4 × 33 kΩ (orange, orange, orange)
R_{28} à R_{31} : 4 × 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)
R_{32} à R_{35} : 4 × 1 kΩ (marron, noir, rouge)

A : ajustable de 100 kΩ, implantation horizontale, pas de 5,08

D_1 : diode 1N4004, 1N4007
D_2 à D_8 : 7 diodes-signal (1N4148, 1N914)
D_9 à D_{12} : 4 diodes 1N4004, 1N4007
DZ : diode Zener 10 V

L_1 : LED rouge ∅ 3
L_2 à L_5 : 4 LED jaunes ∅ 3

C_1 : 220 µF/10 V électrolytique
C_2 : 0,1 µF Milfeuil
C_3 : 0,22 µF Milfeuil
C_4 : 22 nF Milfeuil
C_5 : 0,15 µF Milfeuil
C_6 : 1 nF Milfeuil
C_7 : 0,22 µF Milfeuil
C_8 : 10 nF Milfeuil
C_9 : 22 nF Milfeuil
C_{10} : 10 nF Milfeuil
C_{11} à C_{14} : 4 × 1 µF/10 V électrolytique
C_{15} à C_{18} : 4 × 10 µF/10 V électrolytique

T_1 : transistor NPN 2N1711, 1613
T_2 : transistor NPN BC108, 109, 2N2222
T_3 à T_6 : 4 transistors NPN 2N1711, 1613

IC_1 : CD4001 (4 portes NOR à 2 entrées)
IC_2 : CD4011 (4 portes NAND à 2 entrées)
IC_3 : CD4017 (compteur-décodeur décimal)
IC_4 : CD4081 (4 portes AND à 2 entrées)
IC_5 et IC_6 : 2 × CD4001 (4 portes NOR à 2 entrées)
IC_7 : CD4081 (4 portes AND à 2 entrées)
18 picots

Domino (10 broches)
Fils souples en nappe
REL_1 à REL_4 : 4 relais 12 V, 1 RT, National
Coffret Teko, série CAB, mod. O11 (128 × 135 × 46)

C'est une excellente secrétaire, un pense-bête efficace, un porte-parole toujours présent, un portier très poli ou un gardien attentif.

Ce petit robot électronique possède des dons étonnants, il se souvient de tout ce que vous lui dites, détecte la présence d'une personne et répète scrupuleusement le message mémorisé, il ne perd pas la mémoire grâce à son alimentation 220 V.

– Il répétera à la secrétaire le message du « boss » absent dès qu'elle pénétrera dans son bureau.
– Il vous rappellera un rendez-vous dès que vous l'approcherez.
– Mis dans une vitrine, il vantera la boutique et annoncera les soldes.
– Prés d'une porte, il dira bonjour à tous les visiteurs.
– Il surveillera les confitures, les statuettes ou le coffre-fort et criera très fort « au voleur ».

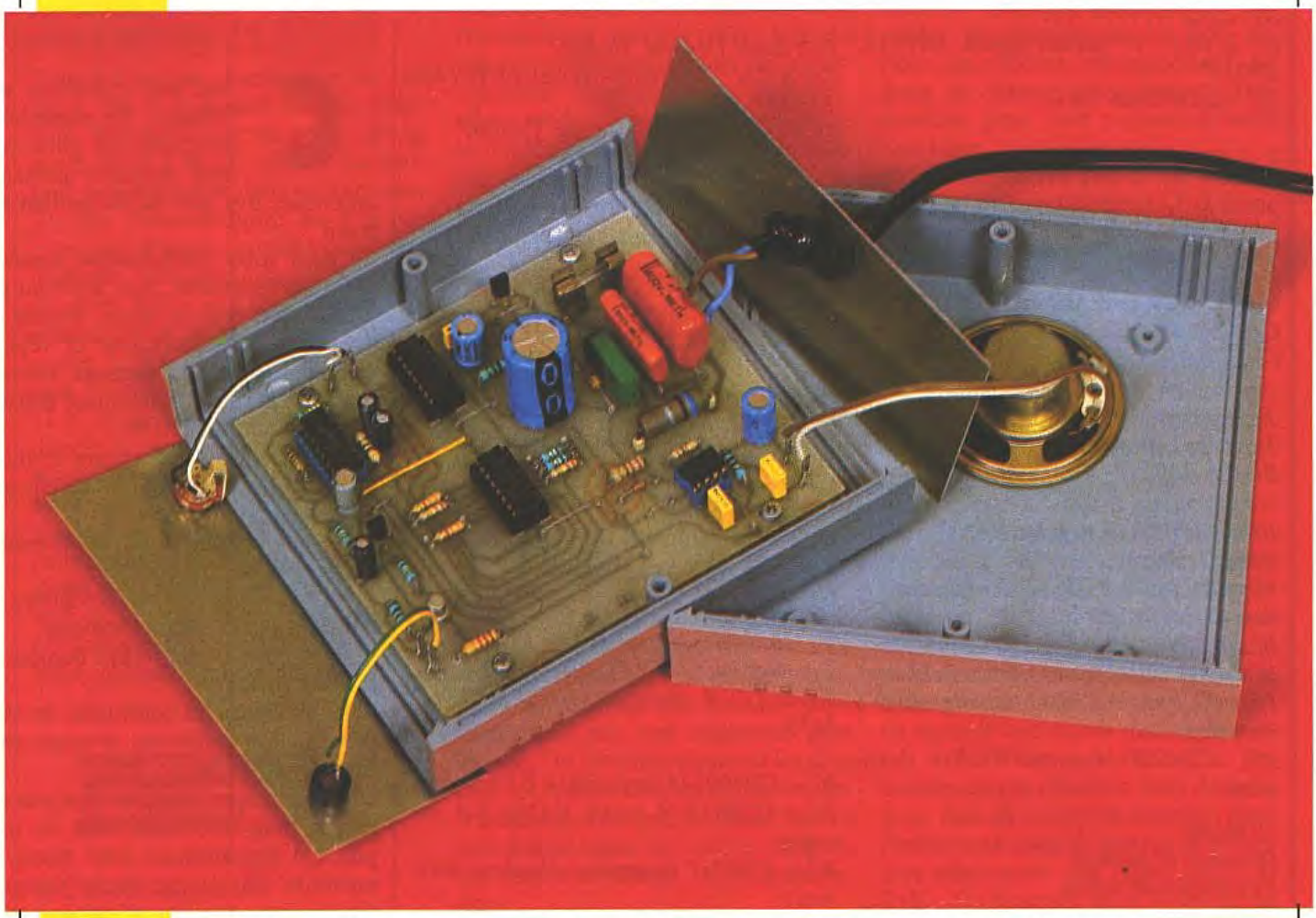
De la technique : non, ce n'est pas un simple magnétophone, mais un très puissant digitalisateur avec micro et mémoire LSI (Large Scale Integration), qui permet d'enregistrer jusqu'à 16 secondes dans sa mémoire dynamique, pas de bande magnétique, une fiabilité totale, une consommation infime de courant, cette partie électronique est suivie d'un détecteur infrarouge passif ultra-sensible (antivol), d'une temporisation, d'un amplificateur et d'un haut-parleur... Ouf !

Complet avec son alimentation secteur, il ne coûte que 790 F (un prix exceptionnel pour un appareil de cette technologie de pointe).

RK Industrie 212, rue Saint-Maur, 75010 Paris. Tél. : (1) 42.05.81.16.

REVEILLE-MATIN CAMPAGNARD

En cette saison de pluies et de grisaille, *Electronique Pratique,* après avoir réuni sa direction et ses collaborateurs, a décidé de se mettre au vert.



Après avoir recréé il y a quelques mois le bruit des vagues pour les marins échoués, voici ce mois-ci le cri des oiseaux. *Made in France,* pour les citadins en mal de nature. Ça ne mange pas de pain et ne boit pas d'eau. Que veut-on de plus ?
Cet appareil, placé derrière une fenêtre, détectera à l'aurore le lever du soleil et déclenchera alors un générateur de « cui-cui » propre à vous réveiller et à vous mettre en forme pour la journée. Etant parfaitement écologique, cet appareil ne devrait pas rencontrer de difficultés pour être agréé par le ministère de l'Environnement !

FONCTIONNEMENT

Détection jour/nuit (fig. 1)

La L.D.R.

Nous utiliserons un capteur optoélectronique ou plus exactement une photorésistance L.D.R. Ce composant possède la particularité de voir sa résistance varier en fonction de l'éclairement qu'il reçoit. Ainsi, dans l'obscurité, elle pourra atteindre quelques mégohms, et seulement quelques dizaines d'ohms lors d'un violent éclairage.
Son fonctionnement repose sur l'utilisation d'un film de sulfure de cadmium. Ce composant non polarisé est facilement reconnaissable à sa structure en peigne, visible sur sa surface

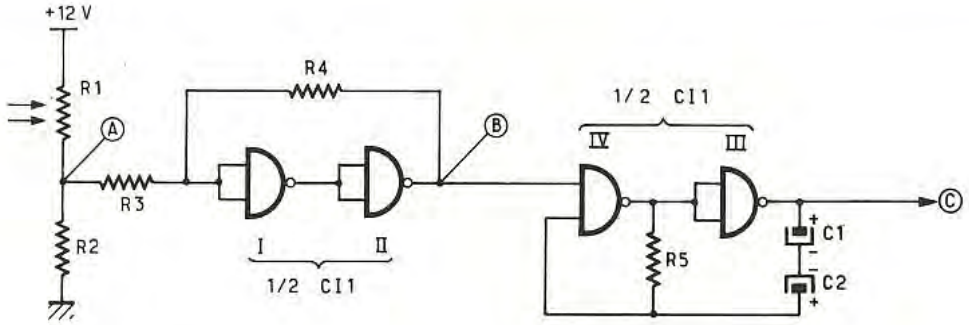


Fig. 1 *Détection jour et nuit.*

sensible. Son faible prix et sa facilité d'emploi font qu'il est souvent utilisé lorsque le fonctionnement désiré ne repose pas sur une réponse rapide du composant.

R_1, R_2 forment un pont diviseur. La tension au point A va suivre les variations de l'éclairage ambiant. Ainsi, on pourra mesurer Ua $\simeq V_{cc}$ le jour et Ua $\simeq$ 0 V la nuit. Cependant, on subira tout au long de la journée les variations de tension dues à un passage de nuages, par exemple, ou de manière plus générale aux caprices de Dame météo.

La solution la plus simple consiste à utiliser un trigger de Schmitt afin de résoudre le problème.

Le trigger de Schmitt (fig. 2 et 3)

Cette fonction permet de transformer un signal « accidenté » ou à variation lente en un signal logique à fronts raides. Elle peut être réalisée de nombreuses manières : avec des AOP, des transistors, des CI spécialisés ou des portes logiques.

C'est cette dernière solution qui a été retenue. Nous allons à présent nous intéresser de plus près à son fonctionnement.

Tout d'abord, un trigger possède deux seuils. Dans notre cas, tant que la tension d'entrée V_e n'aura pas atteint le seuil numéro 1, la sortie restera au niveau logique 0. Une fois ce cap passé (le niveau logique de sortie devenant 1), V_e devra redescendre en dessous d'un second seuil pour permettre à la sortie de repasser à nouveau à 0.

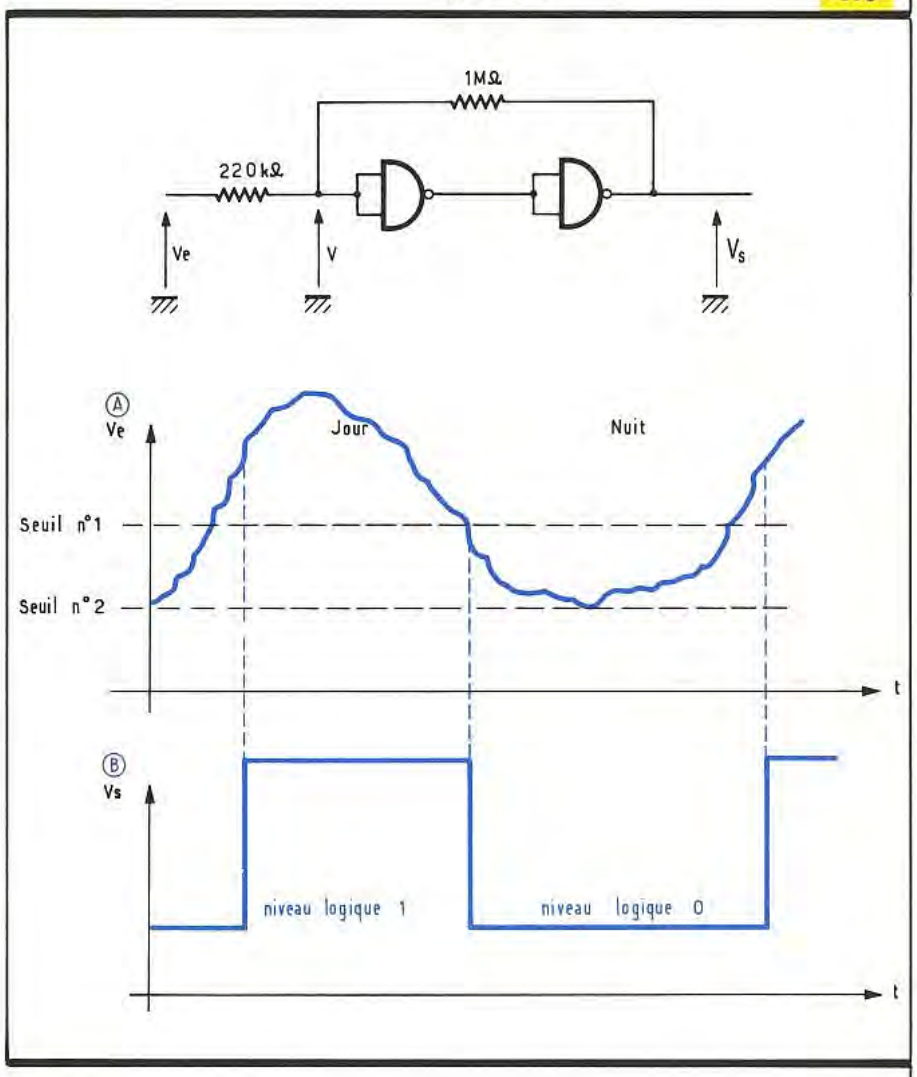
D'un point de vue plus physique, nous avions au départ, V_e et V_s nulles, donc V = 0.

La tension V_s restant égale à 0 tant que le premier seuil du trigger n'est pas atteint, on aura :

$$V = \frac{1\ M\Omega}{1\ M\Omega + 220\ k\Omega} \cdot V_e = \frac{V_e}{1{,}22}$$

d'où $V_e = 1{,}22$ V

Trigger à portes NAND. Oscillogrammes. **Fig. 2 et 3**



Sachant que la tension de basculement d'une porte C.MOS classique est peu différente de la moitié de la tension d'alimentation, soit ici 6 V, le premier seuil de basculement sera égal à (1,22 . 6 V), soit 7,32 V.

Nous avons à présent un niveau logique 1 en sortie, correspondant à une tension de 12 V. Si l'on calcule la tension V, on obtient :

$$V = (V_s - V_e) \cdot \frac{220\ k\Omega}{1\ M\Omega + 220\ k\Omega} + V_e$$

$$V = (V_s - V_e) \cdot \frac{1}{5{,}54} + V_e = \frac{V_s}{5{,}54} + V_e \cdot \left(1 - \frac{1}{5{,}54}\right)$$

$$\text{Soit } V = \frac{V_s}{5{,}54} + 0{,}82 \cdot V_e$$

Sachant que V_s # 12 V et que V = 6 V pour qu'il y ait basculement, on a

alors V_e = second seuil de basculement = 4,67 V.

L'oscillateur commande

Il est formé des portes NAND III et IV de CI_1. Comme le nom l'indique, les portes oscilleront selon un ordre, donné ici par le trigger de Schmitt présent en amont.
On appelle aussi ce montage un astable car aucun état (0 ou 1), fourni par la sortie, n'est stable. Ceci nous donne par excellence une horloge. Sans vouloir revenir sur le fonctionnement qui a été vu et revu dans ces colonnes, nous insisterons simplement sur la présence des condensateurs C_1 et C_2 de 4,7 µF, montés en sens inverse. Ils forment à eux deux un condensateur d'environ 2,2 µF non polarisé. Cette valeur permet ainsi d'obtenir une période plus longue.
La fréquence de ce type d'oscillateur est donnée par :

$$f = \frac{1}{2{,}2 \cdot R \cdot C}$$

avec R en ohms, C en farads.

Cet oscillateur aura pour rôle d'autoriser le fonctionnement périodique du générateur de sons, à partir de la détection du jour. On aura 12 secondes de chant d'oiseau suivies de 12 secondes de silence, et ceci cycliquement.

GENERATION DU BRUITAGE (fig. 4)

Le 555

Le circuit CI_4 forme un VCO (oscillateur commandé en tension). Il est monté quelque peu différemment par rapport aux schémas habituels. En effet, la borne 8 d'alimentation ne sera pas connectée au V_{cc} mais aux 5,1 V délivrés par la Zener Z_1.
La ruse consiste à abaisser le seuil de déclenchement du VCO. Ainsi, en l'attaquant avec une dent de scie délivrée par un oscillateur à unijonction (nous reviendrons plus loin sur son fonctionnement), on arrive alors à recréer le chant de « Coco le bel oiseau ».
La borne 4 de blocage sera commandée par la sortie de l'astable vu précédemment. Pour finir, la sortie 3 sera reliée au haut-parleur via C_8 et R_{14}.
Les différentes notes de la mélodie sont obtenues en permutant les résistances R_a à R_h en amont de R_{18}.

Utilisation d'un multiplexeur et d'un compteur de pilotage

Il est possible d'apparenter un multiplexeur analogique à un commutateur mécanique à plusieurs directions. On aura ainsi N entrées et une sortie **(fig. 5).**
Comme dans un commutateur à galettes, il y a réversibilité. En effet, la sortie peut devenir entrée et les entrées, sorties. On obtient alors, dans un unique circuit, un multiplexeur/démultiplexeur. Le « secret » réside simplement dans l'utilisation de transistors MOS.

Présentation du 4051 (fig. 6)

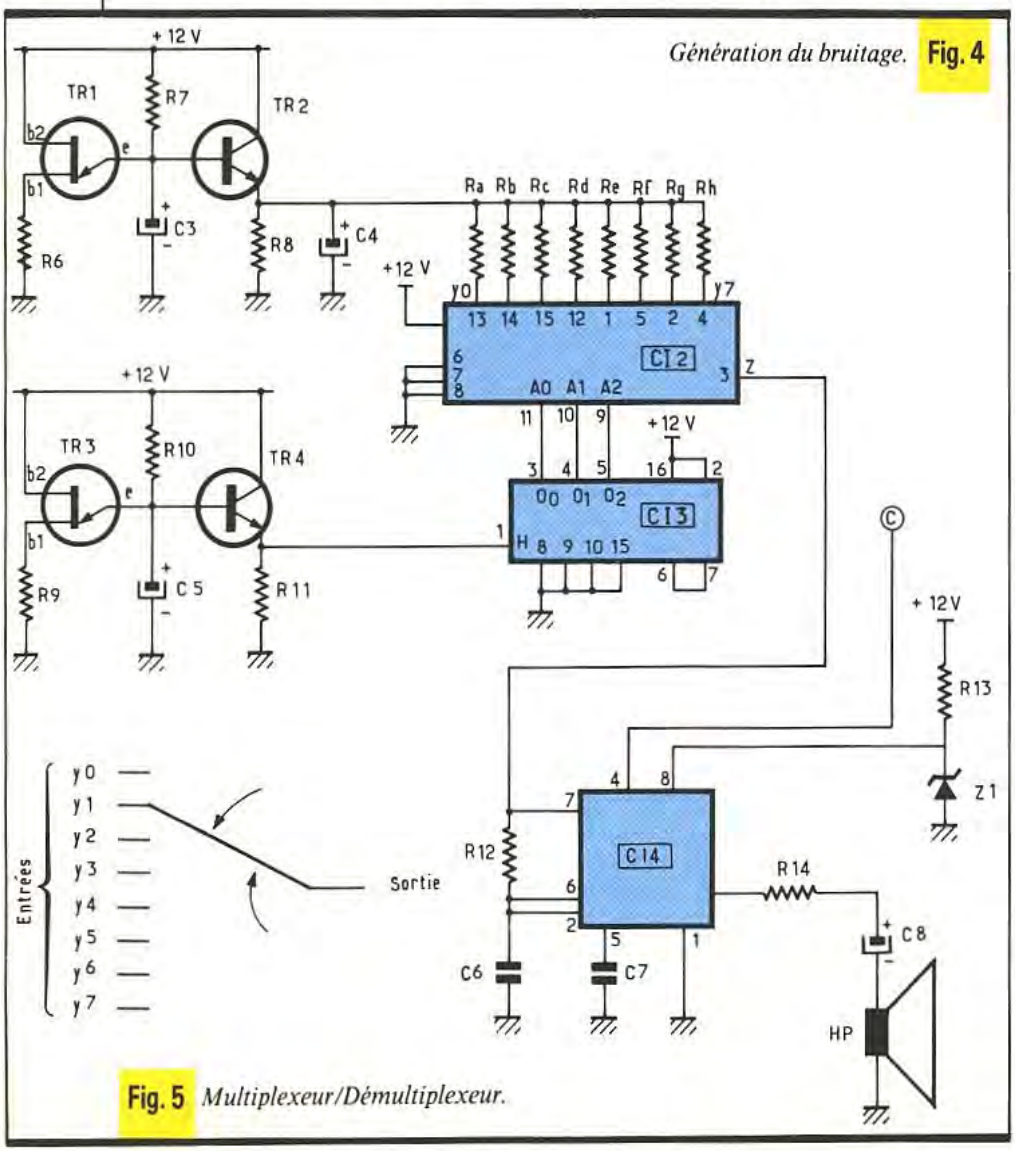
Le 4051 est un multiplexeur/démultiplexeur analogique 8 voies comprenant 3 entrées d'adresses A0 à A2.
Suivant le code binaire appliqué sur ses entrées, le circuit connectera la sortie commune à l'entrée correspondante. On trouve ensuite les 8 entrées/sorties repérées de y0 à y7 et l'entrée commune repérée Z.
Pour finir, une entrée (E) permet un blocage du C.I.

Utilisation du 4051

Comme vous l'aviez deviné, les entrées y0 à y7 seront connectées aux résistances R_a à R_h qui correspondent aux 8 notes. La sortie commune Z sera quant à elle reliée au 555. Chacune des résistances sera cycliquement connectée au VCO, déterminant ainsi, suivant sa valeur, la note à jouer.
Pour assurer cette périodicité, nous allons avoir recours à un compteur, permettant ainsi l'adressage du 4051.

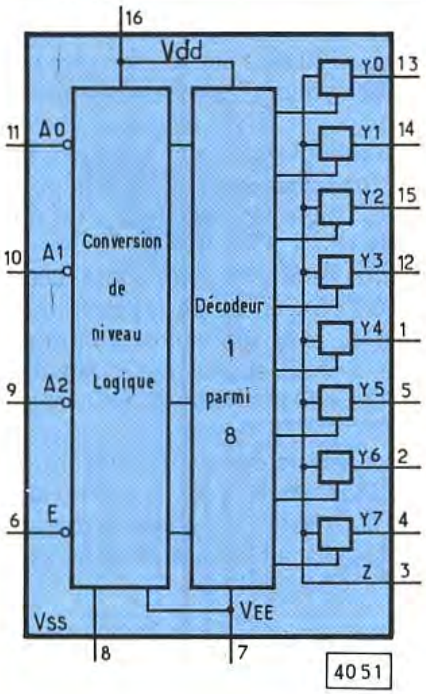
Le 4518 (fig. 7)

Ce circuit intégré contient un double compteur BCD synchrone 4 bits. Suivant la combinaison d'entrée requise, la validation peut être effectuée sur front montant ou sur front descendant.
Une entrée de RAZ prioritaire active à l'état haut, notée MR, permet une réinitialisation du compteur. De plus, les sorties O0 à O3 sont bufférisées et



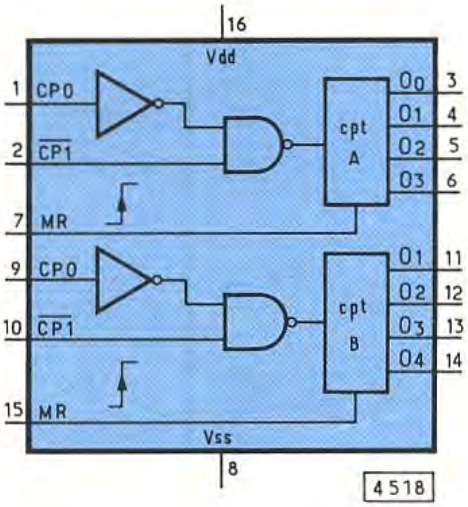
Génération du bruitage. **Fig. 4**

Fig. 5 *Multiplexeur/Démultiplexeur.*



Entrées				Voie en fonction
E	A2	A1	A0	
L	L	L	L	Y0 - Z
L	L	L	H	Y1 - Z
L	L	H	L	Y2 - Z
L	L	H	H	Y3 - Z
L	H	L	L	Y4 - Z
L	H	L	H	Y5 - Z
L	H	H	L	Y6 - Z
L	H	H	H	Y7 - Z
H	X	X	X	aucune

Circuit 4051. **Fig. 6**



avec H = état haut
L = état bas
X = état indifférent
(soit H, soit L)

Circuit 4518. **Fig. 7**

un trigger de Schmitt situé sur l'entrée horloge permet d'accepter des temps de montée et de descente longs. Un seul compteur étant utilisé, nous mettrons à la masse (0 V) les entrées du second, évitant ainsi de le « griller » accidentellement.

OSCILLATEUR A TRANSISTOR UNIJONCTION

Nous avons utilisé par deux fois ce type d'oscillateur dans notre schéma. Le premier, monté autour de TR_1, génère la dent de scie déclenchant le VCO. Le second, monté autour de TR_3, permet de faire avancer le compteur d'adressage du multiplexeur. Dans les deux cas, un transistor suiveur a été mis en place, permettant ainsi d'extraire le signal sous une impédance de sortie plus faible.

Nous allons essayer d'examiner de plus près le fonctionnement d'un tel montage.

Qu'est-ce qu'un transistor unijonction ?

Sans vouloir s'envoler dans de magistrales théories, ceci n'étant pas la vocation de l'auteur, contentons-nous de dire simplement qu'un UJT est une petite bête à 3 pattes un peu particulière. Son symbole et son brochage sont donnés à la **figure 8.** Les connexions « b1 » et « b2 » s'appellent base 1 et base 2 tandis que la connexion « e » est appelée émetteur. La jonction comprise entre « b1 » et « B2 » est un barreau de type N et la jonction e-b1 est unidirectionnelle.

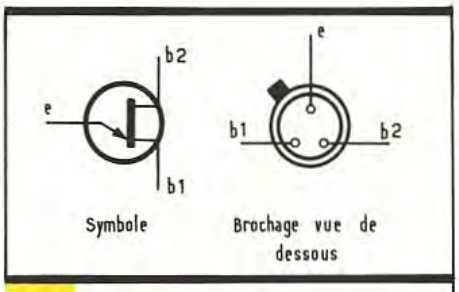


Fig. 8 *Brochage du 2N2646.*

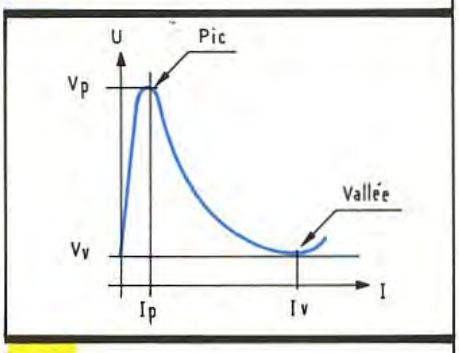


Fig. 9 *Caractéristique d'un UJT.*

La **figure 9** représente la courbe caractéristique d'un UJT. Si la tension e-b1 est comprise entre 0 et VP appelée tension de Pic, la jonction d'émetteur reste bloquée. On a juste un très faible courant circulant entre b2 et b1. Lorsque V_e dépasse V_p, la jonction d'émetteur devient alors conductrice. Sa résistance s'affaisse et un courant e-b1 important apparaît alors.

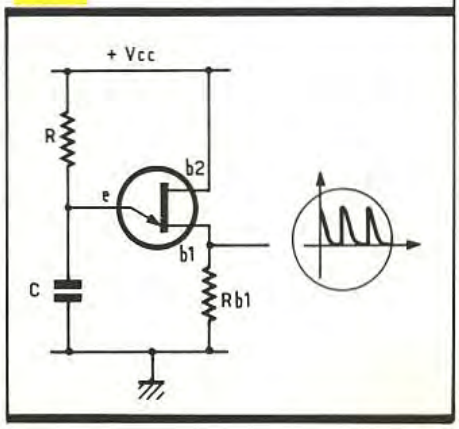
Ce courant existera tant que la tension d'émetteur restera supérieure à V_v, la tension de vallée.

Signalons pour finir que, pendant cette dernière phase, le courant circulant entre b2 et b1 augmente.

Mise en pratique (fig. 10)

L'utilisation d'un réseau R.C (résistance + condensateur) permet d'obtenir une tension variable dans le temps.

Fig. 10 *Oscillateur à relaxation à UJT.*



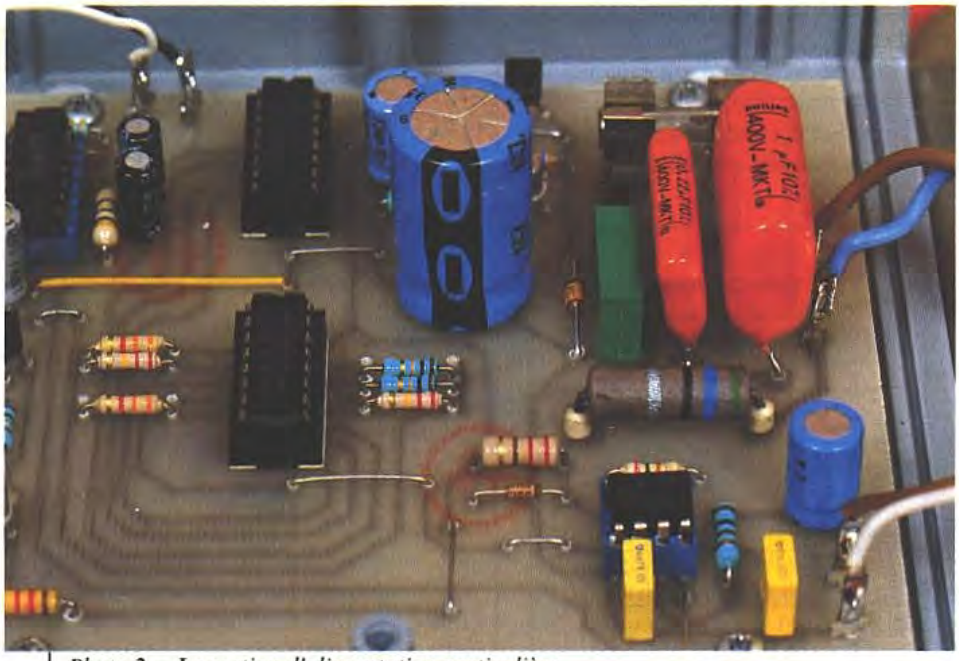


Photo 2. – La section d'alimentation particulière.

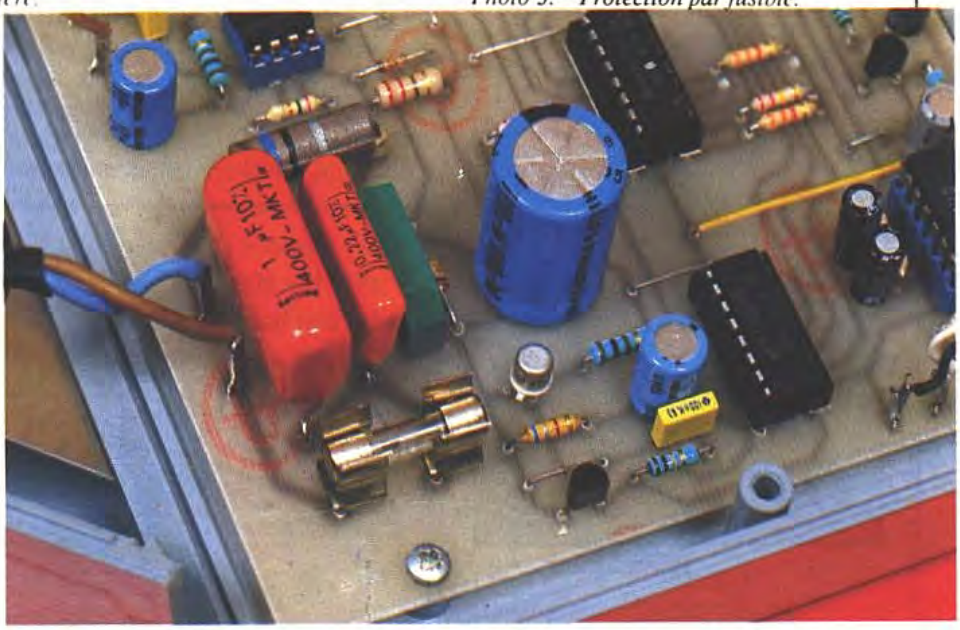
Lors de la charge de la capacité, la tension à ses bornes augmente à une vitesse dépendant de la constante de temps $\tau = R.C$.
Lorsque $V_c = V_p$, la jonction e-b1 se débloque et la charge accumulée par le condensateur s'évacue à travers la jonction et la résistance Rb1. Le courant traversant cette résistance va provoquer une impulsion positive de tension à ses bornes. C se déchargeant rapidement, la tension va chuter. Lorsqu'elle atteindra pour valeur V_v, la jonction e-b1 se rebloquera et la charge recommencera.
Le cycle se reproduit ainsi indéfiniment.
Nous tenons à vous faire remarquer que l'UJT, à sa manière, ressemble à un trigger puisque, comme lui, il possède deux seuils de déclenchement, le premier étant V_{pic} et le second V_{vallee}.
Beaucoup d'oscillateurs en électronique, tels que les astables à ampli-op, sont bâtis autour de triggers.

L'ALIMENTATION

Etant différente par rapport à l'habitude, nous allons nous y attarder quelque peu.

Le principe communément utilisé repose sur l'abaissement des 220 V délivrés par l'EDF, à une tension plus faible permettant d'être stabilisée par la suite.
Il est dommage d'avoir recours à un transformateur pour de faibles puissances consommées comme c'est notre cas ici.
En effet, une telle pièce coûte relativement cher et, de plus, prend de la place et pèse son poids (contrairement à une femme, il est possible d'aborder le problème en toute sécurité !).
Le schéma retenu est donnée en **figure 11.** C'est à C_9 et C_{10} que reviennent la tâche de faire chuter la tension et ceci grâce à l'impédance qu'ils présentent ($Z \simeq 2\,610\ \Omega$).

Photo 3. – Protection par fusible.



Cependant, contrairement à une résistance de même valeur que l'on aurait pu mettre en place et lieu, ces condensateurs ne dégageront pas de chaleur car le courant les traversant et

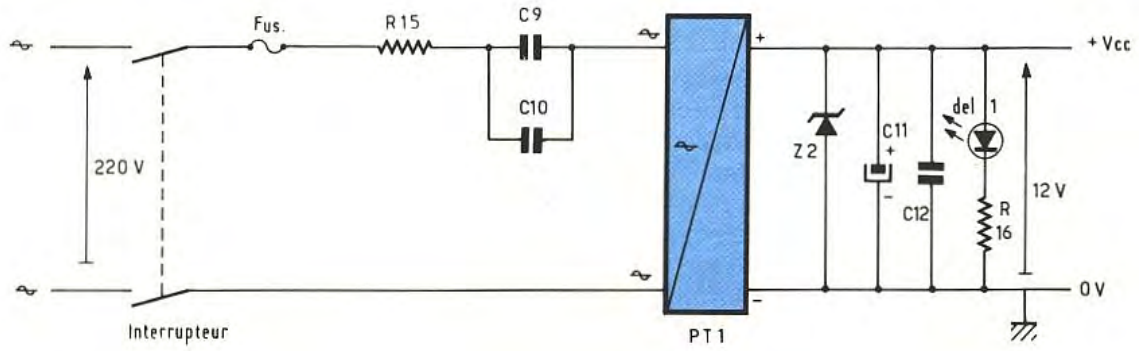
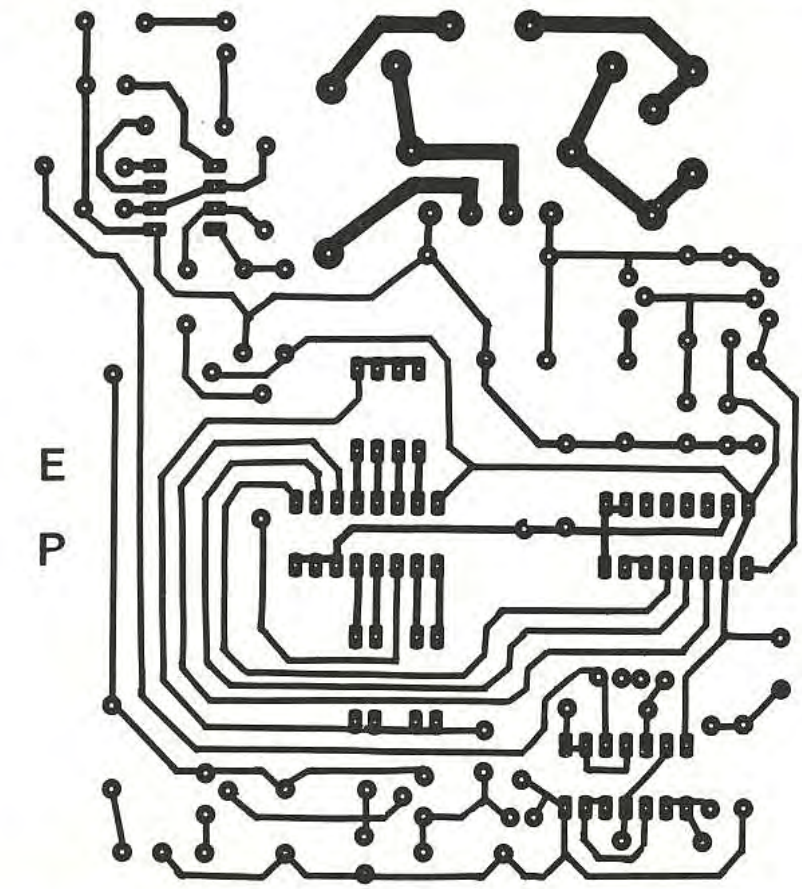


Fig. 11 *La section d'alimentation.*



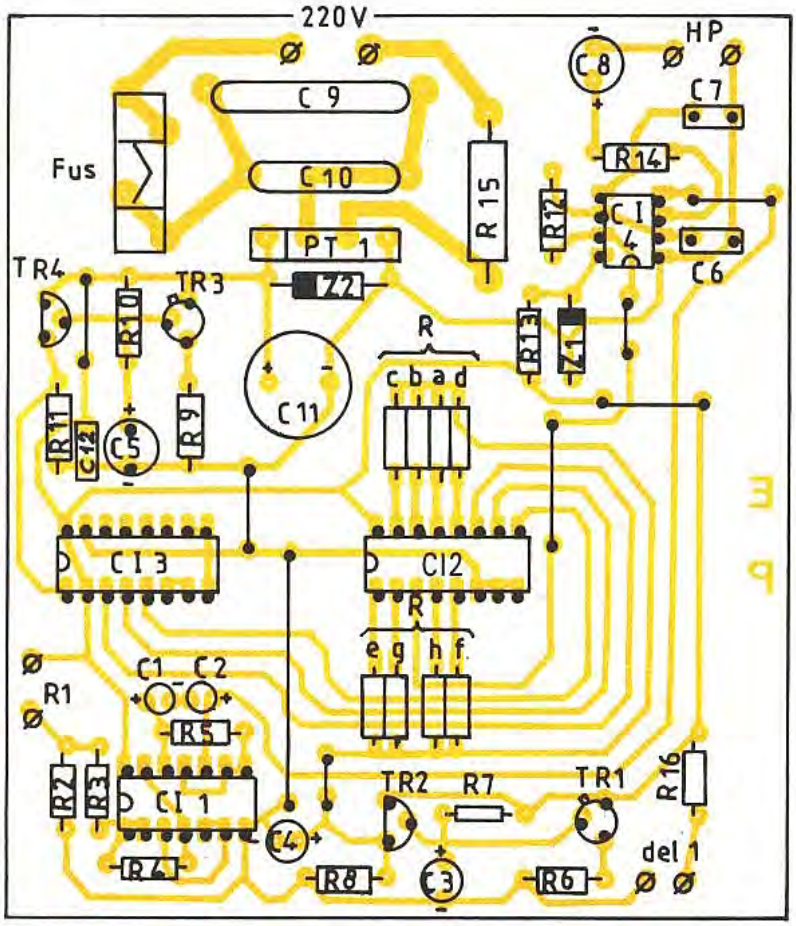


Fig. 12 *La réalisation à l'échelle.*

la tension à leurs bornes sont pratiquement déphasés de 90°, ce qui implique une puissance active nulle, à peu de choses près.
Le pont de diodes moulé PT_1 permet quant à lui de redresser la tension et Z_2 permet de la stabiliser à 12 V.
Les capacités C_{11} et C_{12} effectuent respectivement le filtrage et le découplage de l'alimentation.
La résistance R_{15} a le rôle très important de limiter la pointe d'intensité se produisant à la mise sous tension du montage, lorsque C_9 et C_{10} sont encore déchargés.
Un des inconvénients de ce type d'alimentation, outre la petite puissance délivrée, réside dans la présence directe du 220 V sur la maquette.
Aussi, il est fortement conseillé d'utiliser un interrupteur bipolaire (à double contact) pour alimenter le montage.
On est ainsi certain, d'une part, de couper la phase et, d'autre part, d'éviter la décharge des condensateurs dans la main, par l'intermédiaire de la fiche du cordon secteur (ceci chatouillant quelque peu !).

REALISATION PRATIQUE

1° Circuit imprimé (fig. 12)

Il sera réalisé en verre époxy de préférence. On obtient ainsi une rigidité mécanique bien supérieure à la bakélite. De plus, il est possible de ressouder plusieurs fois sur le même point sans que la piste de cuivre ne se décolle trop facilement, cela étant bien pratique lorsque l'on établit des prototypes !
Le tracé pourra être effectué à l'aide de pastilles et de bandes Mecanorma, que ce soit sur un calque si l'on utilise une plaque présensibilisée ou directement dans le cas contraire.
Le circuit imprimé étant réalisé, on percera à :
- 0,8 ou 1 mm pour l'ensemble des composants ;
- 1,2 mm pour les cosses poignard.

2° Implantation et câblage (fig. 13 et 14)

L'implantation ne posera aucun problème si l'on tient compte des polarités des composants. Cependant, nous insistons très lourdement sur le respect des tensions pour les condensateurs. Dans le cas contraire, vous pourriez avoir de belles surprises !

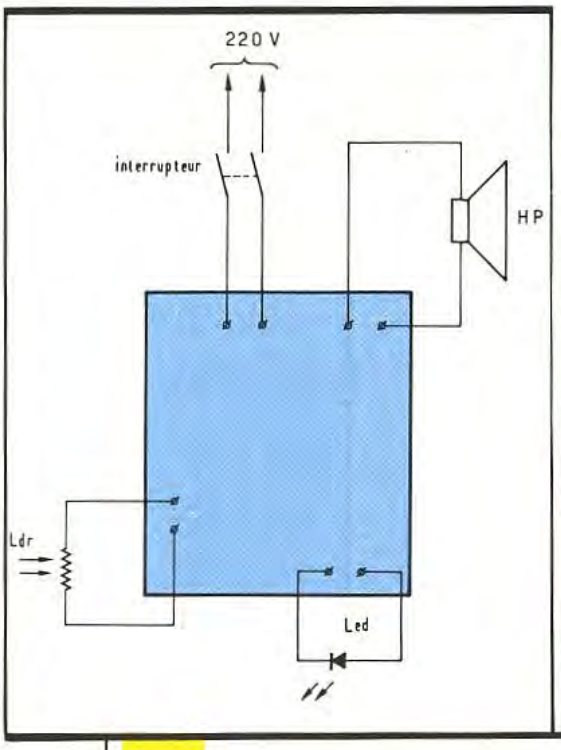


Photo 4. – La réalisation en coffret « TEKO ».

Fig. 14 *Plan de câblage.*

Le câblage est très simple à réaliser : on reliera tout d'abord la LED en prêtant attention au sens du composant (voir **fig. 15),** puis le haut-parleur et la LDR (cette dernière n'étant pas polarisée).

L'auteur s'est servi d'un jack 3,5 mm pour assurer la connexion avec le circuit imprimé. Il est toutefois possible d'effectuer une liaison directe.

L'ensemble du montage a été logé dans un boîtier Teko Cab de modèle 012, correspondant parfaitement aux dimensions de la carte. Il serait préférable d'utiliser un passe-fil, pour assurer le passage du cordon secteur à travers la façade arrière en aluminium, cela pour des raisons d'esthétique et de sécurité.

EN CONCLUSION

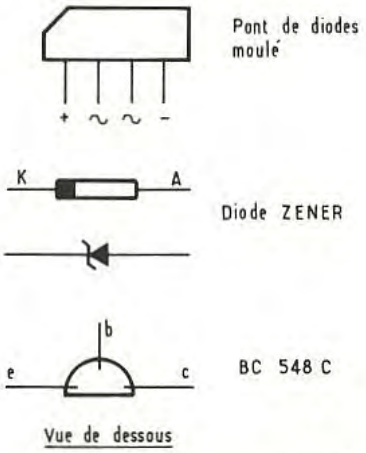
Les valeurs des résistances R_a à R_h peuvent être chargées suivant la mélodie désirée. Il faudra cependant se limiter dans une plage de valeurs allant de 1 kΩ à 1 MΩ. S'il est nécessaire d'obtenir des « blancs », on n'insérera pas alors de composant (cas de R_c et R_h).

Avec ce réveille-matin campagnard, gageons que vous n'oserez pas réveiller vos voisins de trop bonne heure. Dans le cas contraire, votre volatile pourrait bien alors se faire clouer le bec !

Christophe PICHON

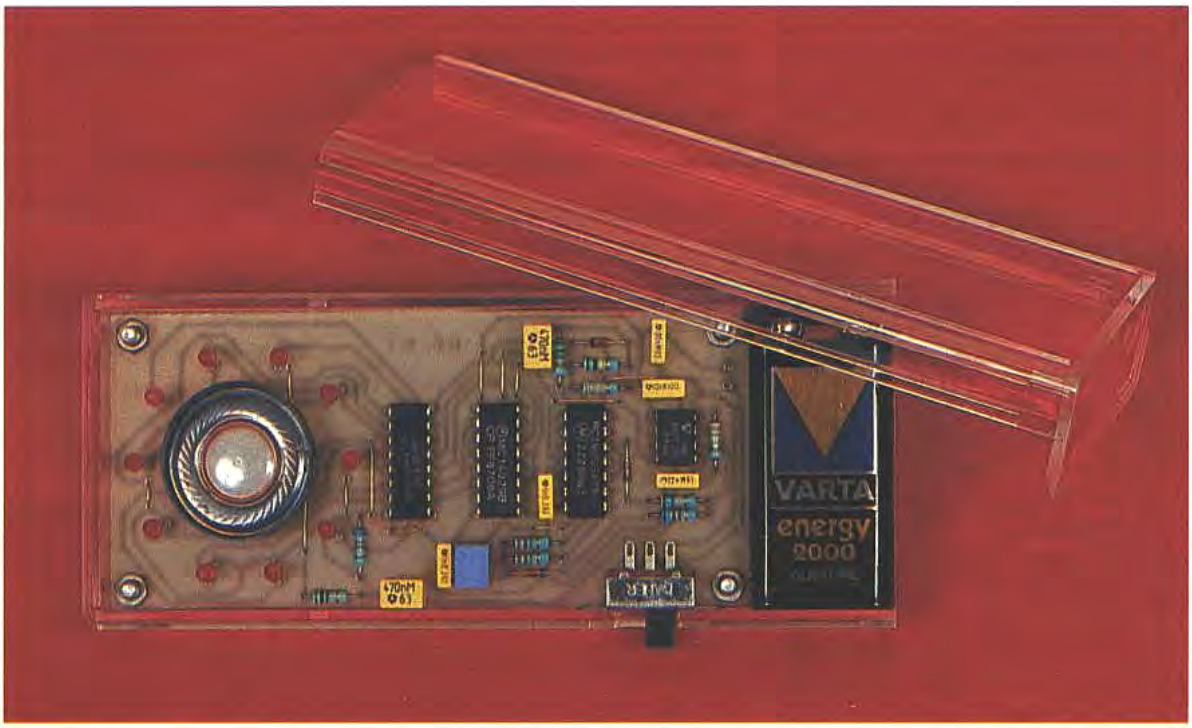
LISTE DU MATERIEL

R_1 : LDR 03
R_2 : 33 kΩ (orange, orange, orange)
R_3 : 220 kΩ (rouge, rouge, jaune)
R_4 : 1 MΩ (marron, noir, vert)
R_5 : 4,7 MΩ (jaune, violet, vert)
R_6 : 100 Ω (marron, noir, marron)
R_7, R_8 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R_9 : 100 Ω (marron, noir, marron)
R_{10} : 6,8 kΩ (bleu, gris, rouge)
R_{11} : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R_{12} : 75 kΩ (violet, vert, orange)
R_{13} : 220 Ω/0,5 W (rouge, rouge, marron)
R_{14} : 100 Ω (marron, noir, marron)
R_{15} : 56 Ω/2 W (vert, bleu, noir)
R_{16} : 1,2 kΩ (marron, rouge, rouge)
R_a, R_b : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R_c : non utilisée
R_d : 220 kΩ (rouge, rouge, jaune)
R_e, R_f : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)
R_g : 220 kΩ (rouge, rouge, jaune)
R_h : non utilisée
C_1, C_2, C_3 : 4,7 µF/25 V radiaux
C_4 : 10 µF/25 V, radial
C_5 : 33 µF/25 V, radial
C_6 : 4,7 nF
C_7 : 10 nF
C_8 : 6,8 µF/25 V, radial
C_9 : 1 µF/400 V, M.K.T
C_{10} : 220 nF/400 V, M.K.T
C_{11} : 1 000 µF/25 V, radial
C_{12} : 100 nF
CI_1 : 4011, portes NAND C.MOS
CI_2 : 4051, multiplexeur-démultiplexeur analogique C.MOS
CI_3 : 4518, double-compteur BCD synchrone C.MOS
CI_4 : 555, multivibrateur astable
TR_1, TR_3 : 2N 2646, transistor unijonction
TR_2, TR_4 : BC 548C, transistor NPN petits signaux
Z_1 : zener 5,1 V/0,5 W
Z_2 : zener 12 V/1,3 W
DEL_1 : LED rouge ∅ 5 mm
PT_1 : pont de diodes moule rectangulaire 50 V – 1 A
1 fusible temporisé 80 mA, 250 V
1 interrupteur 250 V, 1 A bipolaire
1 cordon électrique secteur
1 support de fusible pour circuit imprimé
1 support de circuit intégré 8 broches
1 support de circuit intégré 14 broches
2 supports de circuit intégré 16 broches
1 cabochon de LED ∅ 5 mm
1 boîtier Teko CAB, modèle 012
1 plaque époxy simple face format 100 mm × 110 mm
1 passe-fil
1 haut-parleur 8 Ω, 0,25 W ∅ 50 mm
8 cosses pour circuit imprimé
Conducteurs électriques, soudure, etc.



ANIMATION SONORE ET LUMINEUSE DE POCHE

Encore un gadget sans aucune utilité, dirons certains lecteurs. Mais nos descriptions doivent-elles obligatoirement déboucher sur des applications strictement utilitaires ?



Nous ne le pensons pas ; les publications de montages simples et amusants plaisent à beaucoup de nos jeunes lecteurs et sont comme des clins d'œil que nous ferait de temps à autre l'austère science électronique.

I - LE PRINCIPE

Une base de temps génère un signal périodique qui fait avancer un compteur-décompteur à sorties BCD. Après décodage des sorties, on assiste au défilement de dix LED disposées sur une circonférence. Ce défilement se réalise tantôt dans le sens des aiguilles d'une montre, tantôt dans le sens contraire grâce à une commande périodique pilotée par une seconde base de temps à périodicité beaucoup plus importante. Parallèlement à cette manifestation visuelle, et en phase avec le défilement des LED, un petit haut-parleur émet des bips sonores. Le raffinement a encore été poussé plus loin puisque la fréquence musicale générant les sons est différente suivant que la roue lumineuse tourne dans un sens ou dans l'autre.

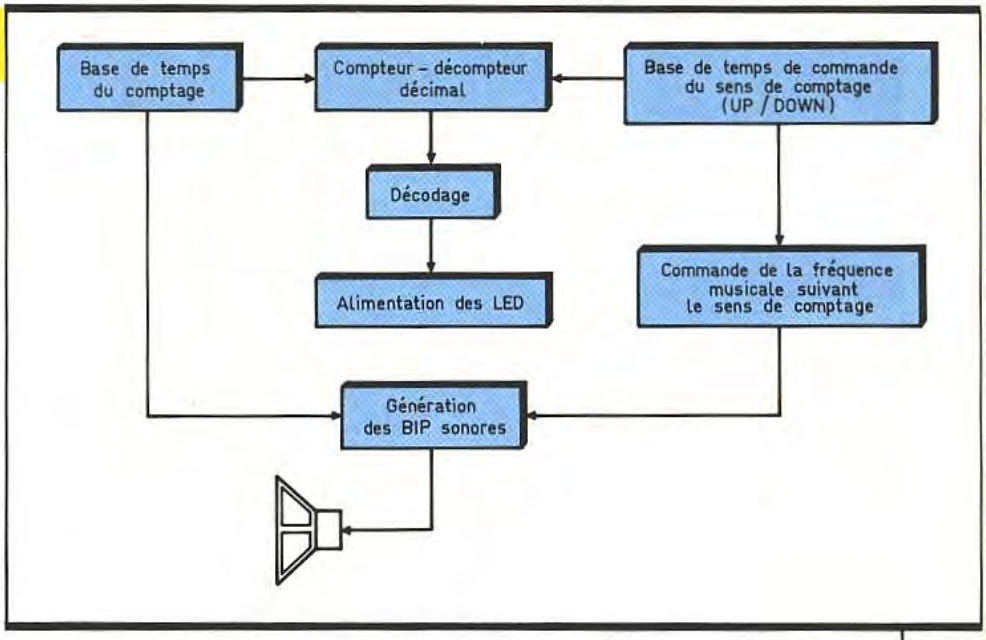
La **figure 1** illustre le fonctionnement synoptique de ce montage véritablement simple et spectaculaire qui ne manquera pas de séduire bon nombre de nos lecteurs.

II - FONCTIONNEMENT (fig. 2 et 3)

a) Alimentation

La source d'énergie est constituée par une pile de 9 V qu'un interrupteur à glissière permet de coupler ou de découpler sur le montage. La capacité C_8 élimine les fréquences parasites.

Synoptique. **Fig. 1**



La consommation globale reste relativement faible : de l'ordre de la quinzaine de milliampères étant donné qu'une seule LED à la fois se trouve allumée. De même, la durée des bips sonores est très brève, ce qui limite encore la consommation.

b) Base de temps du comptage

Les triggers de Schmitt NAND A et B de IC_1 forment un multivibrateur astable qui délivre à sa sortie des créneaux dont la périodicité est de l'ordre de 125 millisecondes, compte tenu des valeurs de R_2, R_3 et C_1. Du fait de la présence de la diode D_1 dans la branche R_3, une dissymétrie volontaire apparaît au niveau de créneaux. En effet, lorsque la porte A présente un état haut et, donc, que la porte B présente un état bas, la charge de C_1 doit obligatoirement s'effectuer par l'intermédiaire de la résistance de plus grande valeur R_2. Cette phase correspond à la présence d'un état bas sur la sortie du multivibrateur de l'ordre de 100 millisecondes. En revanche, lorsque la porte A présente un état bas et la porte B un état haut, la charge à contresens de C_1 s'effectue par R_2 et R_3 de valeur plus faible, ce qui a pour conséquence l'émission d'une impulsion positive sur la sortie du multivibrateur, plus faible en durée, soit environ 25 millisecondes.

Schéma de principe. **Fig. 2**

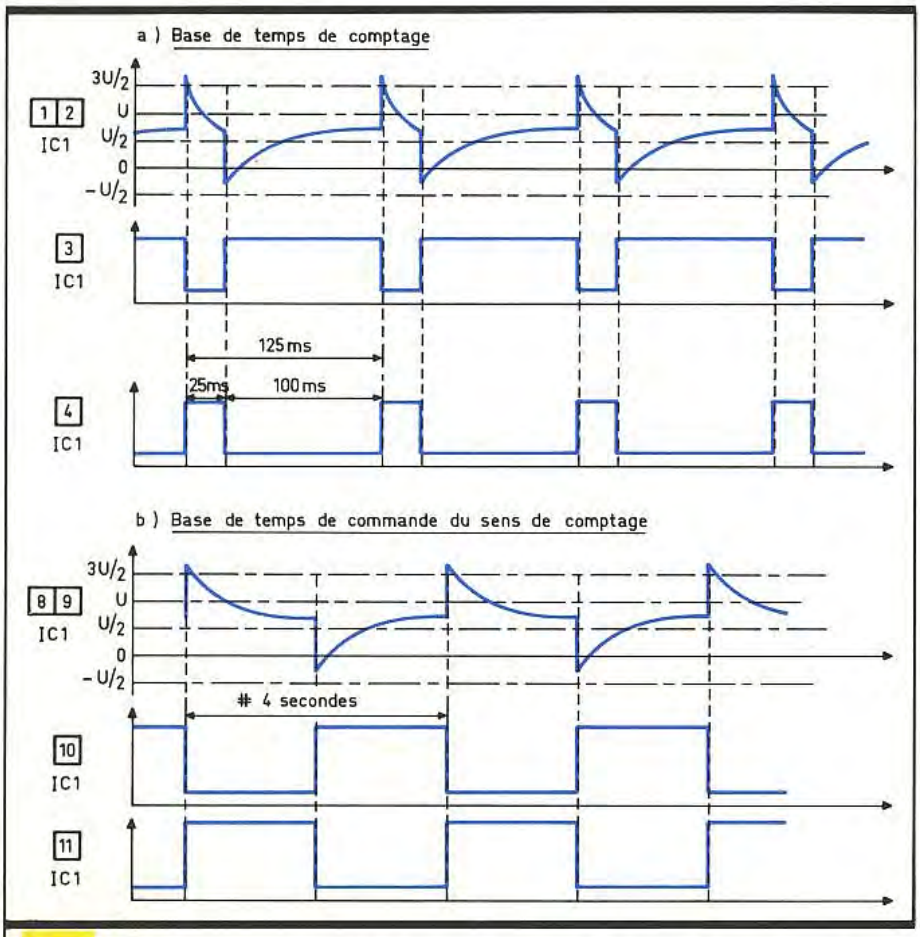


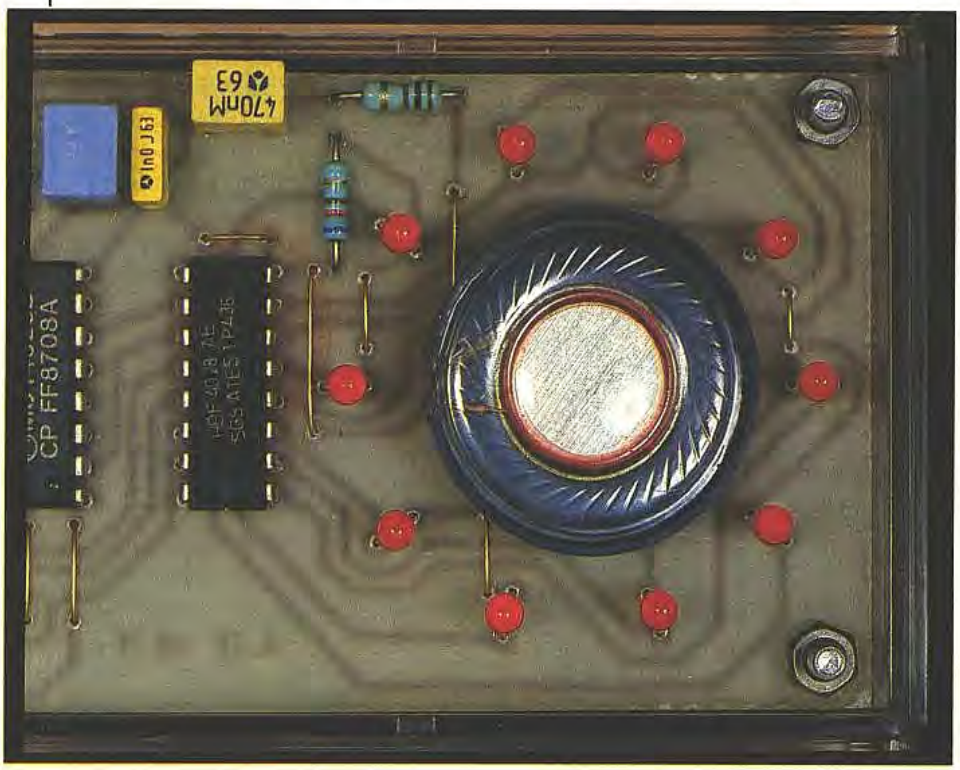
Fig. 3 *Oscillogrammes caractéristiques.*

Nous verrons ultérieurement qu'à ce bref état haut correspondra le bip sonore élémentaire.

c) Base de temps de commande du sens de défilement

Les triggers C et D de IC_1 forment un second multivibrateur astable mais de type classique. Il délivre donc sur sa sortie des créneaux réguliers avec une égale durée des états haut et bas consécutifs. La période du signal ainsi délivré est de l'ordre de 4 secondes. Au paragraphe suivant, nous verrons que cela correspond à un sens de rotation donné pour un état haut de ce multivibrateur et à un sens contraire pour l'état bas.

Disposition des LED autour du petit haut-parleur.



d) Comptage et décomptage

Le compteur IC_2 est un compteur-décompteur CD4029 qui présente de nombreuses caractéristiques. Nous ne parlerons que de celles qui sont mises à contribution dans la présente application. L'entrée B/D (Binary/Décade) étant soumise à un état bas, le compteur fonctionne suivant le mode décimal. Il avance donc au rythme des fronts positifs des signaux de comptage acheminés sur l'entrée « Horloge ». Les sorties A, B, C, D présentent donc des états haut et bas correspondant aux valeurs décimales de 0 à 9, conformément au codage B C D (Binaire Codé Décimal). Lorsque l'entrée U/D (Up/Down) est soumise à un état haut, le compteur « compte » normalement de 0 à 9, repasse à 0 et ainsi de suite. Par contre, lorsque cette même entrée est reliée à un état bas, le compteur « décompte ».

e) Décodage

C'est la mission assurée par le circuit décodeur IC_3, un CD4028. Il transforme les états logiques auxquels sont soumises les entrées A, B, C et D, du code BCD dans le système décimal traditionnel. Ainsi, lorsque l'on présente sur les entrées la valeur binaire 0111 (sens D, C, B, A), la sortie S_7 présente un état haut ; toutes les autres sorties présentant un état bas. La LED L_8 s'allume donc ; la résistance R_{10} assurant la limitation du courant débité par le circuit intégré IC_3. Ces dix LED sont placées sur un cercle ; on obtient ainsi un sens de défilement dans un sens ou dans l'autre, suivant le niveau logique auquel est soumise l'entrée U/D de IC_2.

f) Animation sonore

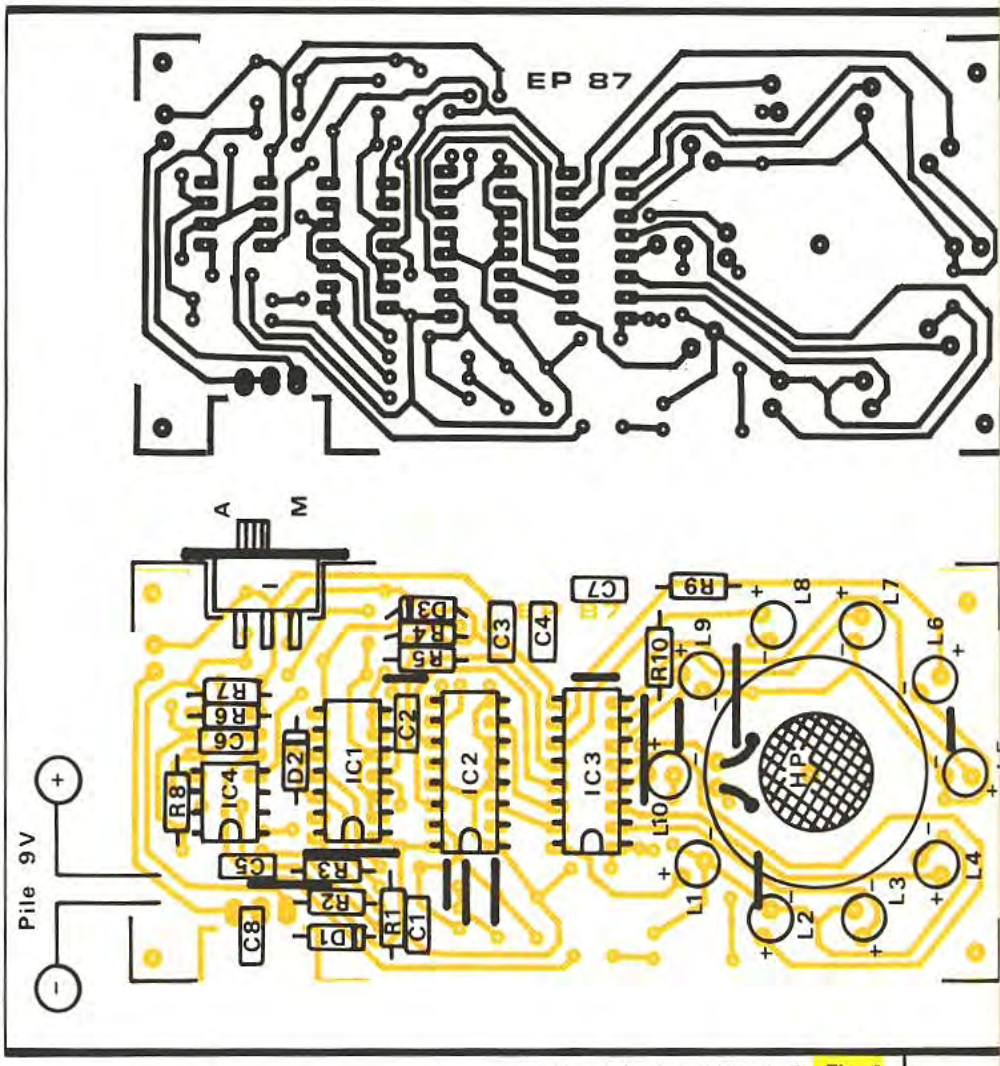
Le circuit intégré IC_4 est un NE 555. Il délivre sur sa sortie S des créneaux dont la période est fonction de R_6/R_7, R_8 et C_5. Compte tenu des valeurs de ces composants, la fréquence des signaux ainsi générés est du type audible : c'est une fréquence musicale.

Suivant que l'état de sortie du multivibrateur est haut ou bas, c'est la résistance R_6 ou R_7 qui se trouve en service, ce qui provoque deux niveaux de son différents suivant que IC_2 « compte » ou « décompte ». Mais la présence de cette fréquence musicale sur la sortie S de IC_4 se produit uniquement à condition que l'entrée RAZ soit soumise à un état haut, ce qui se produit pendant les brèves impulsions positives délivrées par la base de temps de comptage. Il en résulte les bips sonores dont les signaux sont transmis au haut-parleur qui les restitue, par l'intermédiaire de C_7 et de R_9. Notons que la puissance du son émis peut être augmentée en diminuant la valeur de R_3, en la remplaçant par exemple par une résistance de 68 Ω ou de 47 Ω.

III - REALISATION PRATIQUE

a) Circuit imprimé (fig. 4)

On peut le reproduire par application directe de produits de transfert Mecanorma sur la face cuivrée préalablement dégraissée de l'époxy. Après attaque au perchlorure de fer et un rinçage abondant, on percera toutes les pastilles à l'aide d'un foret de 0,7 millimètre de diamètre. Par la suite, on peut étamer les pistes à l'aide du fer à souder, de façon à obtenir une plus grande résistance mécanique.



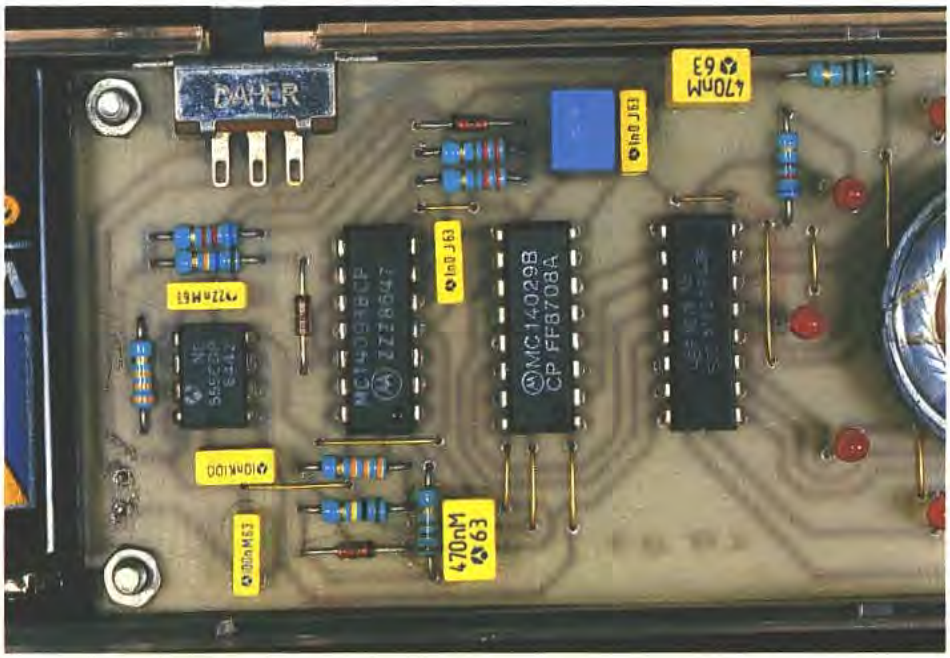
Tracé du circuit imprimé et implantation à l'échelle. **Fig. 4 et 5**

b) Implantation des composants (fig. 5)

Après mise en place des straps de liaison, on implantera les diodes, les résistances et les capacités. Par la suite ce sera le tour des circuits intégrés ; attention à leur orientation. Le haut-parleur est monté dans une découpe circulaire pratiquée dans l'époxy, et immobilisé à l'aide de colle Araldite. Attention également à l'orientation des LED qui sont des composants polarisés.

L'interrupteur à glissière est directement soudé sur le circuit imprimé comme indiqué sur la figure.

L'interrupteur sera soudé sur la carte imprimée.



c) Montage dans le boîtier « Heiland »

Ce type de boîtier est transparent : il faut donc particulièrement veiller à une implantation soignée et alignée des composants. Une petite découpe est à pratiquer sur le côté afin de laisser passer le bouton de commande de l'interrupteur. Le module est fixé sur le fond du boîtier par l'intermédiaire de vis de diamètre 3 et d'écrous servant d'entretoises. Attention également à l'orientation du coupleur de pile : le rouge correspond au « plus » et le noir au « moins ». Il n'est pas né-

cessaire de percer des trous en face du haut-parleur : le son restera suffisamment audible.
Le boîtier est maintenant tout à fait opérationnel ; vous aurez un succès certain lorsque vous vous rendrez dans votre discothèque habituelle avec, en guise de décoration, la partie lumineuse de votre boîtier qui dépasse discrètement de la pochette de votre chemise...

LISTE DES COMPOSANTS

12 straps (8 horizontaux, 8 verticaux)
R_1 : 1 MΩ (marron, noir, vert)
R_2 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R_3 : 33 kΩ (orange, orange, orange)
R_4 et R_5 : 2 × 2,2 MΩ (rouge, rouge, vert)
R_6 : 15 kΩ (marron, vert, orange)
R_7 : 6,8 kΩ (bleu, gris, rouge)
R_8 : 33 kΩ (orange, orange, orange)
R_9 : 100 Ω (marron, noir, marron)
R_{10} : 680 Ω (bleu, gris, marron)

D_1 à D_3 : 3 diodes-signal (1N4148, 1N914)

L_1 à L_{10} : 10 LED rouges ∅ 3

C_1 : 0,47 µF Milfeuil
C_2 : 1 nF Milfeuil
C_3 : 1 µF Milfeuil
C_4 : 1 nF Milfeuil
C_5 : 10 nF Milfeuil
C_6 : 22 nF Milfeuil
C_7 : 0,47 µF Milfeuil
C_8 : 0,1 µF Milfeuil

IC_1 : CD4093 (4 triggers NAND à 2 entrées)
IC_2 : CD4029 (compteur-décompteur BCD, binaire)
IC_3 : CD4028 (décodeur BCD → décimal)
IC_4 : NE555

HP : haut-parleur 8 Ω - ∅ 28
I : interrupteur à glissière
Coupleur pour pile
Pile 9 V
Boîtier « Heiland » transparent (140 × 56 × 22)

Première mondiale : CGV présente Visiline l'image téléguidée

En première mondiale, CGV, Compagnie Générale de Vidéotechnique, société strasbourgeoise spécialisée dans la conversion des signaux, présente Visiline, un tout nouveau procédé de transmission. Ce produit distribue l'image et le son en n'importe quel point du foyer à travers un mini-fil inférieur à 2 mm de section, supprimant câblage et antennes intérieures, encombrants et inesthétiques, sans aucune altération.
Avant l'explosion des chaînes et de la vidéo, l'utilisation d'un poste de télévision s'était longtemps limitée à la réception des programmes TV et ce, par des procédés hertziens (branchement antenne), seul système existant.
Aujourd'hui, de nombreux produits sont connectables aux téléviseurs : magnétoscopes, caméras vidéo et camescopes, vidéo-disques, lecteurs de cassettes, décodeurs de TV cryptées, récepteurs satellites, décodeurs Antiope, sans oublier les micro-ordinateurs et les jeux vidéo.
L'introduction de la fameuse prise Péritel permet l'utilisation d'un nouveau mode de transmission des images et du son : la voie vidéo, plus performante et n'entraînant aucune déperdition de qualité, contrairement au système hertzien.
A titre d'illustration, grâce au procédé Visiline, on peut recevoir dans sa chambre à coucher, sur un téléviseur secondaire (ou un moniteur vidéo), toutes les images du magnétoscope installé au salon : lecture de cassettes, émissions TV dont Canal Plus, en télécommandant ces fonctions : avance, retour rapide, arrêt sur image, enregistrement. La même télécommande permet de piloter le choix de ces images quel que soit l'endroit où l'on se trouve par un diffuseur de lumière à fixer sur la fenêtre infrarouge du magnétoscope. On peut tout autant recevoir le son et les images d'une caméra située à plus de 100 mètres : surveillance, communication à usage domestique ou professionnel.
N'étant tributaire d'aucun système couleur, Visiline est compatible PAL, Secam, NTSC et fonctionne indifféremment dans n'importe quel pays.
Prêt à l'emploi, ne présentant sans aucune difficulté d'installation, aisément dissimulable, Visiline se présente sous forme de deux petits boîtiers, l'un se branchant sur la sortie vidéo du magnétoscope ou de la caméra, l'autre sur la prise péritélévision du téléviseur secondaire, le tout relié par un mini-fil solide et résistant de 30 mètres. On peut tout à loisir adapter sa longueur à ses besoins et prévoir en toute sécurité une extension à un troisième, voire plusieurs postes secondaires.
Avec le développement fulgurant de l'image vidéo, fort de sa technologie de pointe et de son expérience dans le traitement des signaux vidéo, CGV vise grâce aux multiples applications de ce produit dans la domotique et l'univers professionnel une toute première place sur la marché international.

Visiline est en vente dans les boutiques et grands magasins spécialisés : TV – Hifi – vidéo, micro-informatique.

Produit protégé par brevet.

LE MAN'X 102

CDA, constructeur français d'appareils de mesure, jouit d'une excellente réputation auprès du grand public, sa philosophie pourrait se résumer en ces trois mots : robustesse, sécurité et simplicité.

Toujours soucieuse d'innover, la société commercialise son petit dernier, le multimètre analogique MAN'X 102, possédant la particularité d'être vendu sous la forme d'un kit.

QUELQUES RAPPELS SUR LES APPAREILS ANALOGIQUES (fig. 1)

Leur principe de fonctionnement repose sur l'utilisation d'un galvanomètre à cadre mobile, pièce maîtresse de l'appareil.

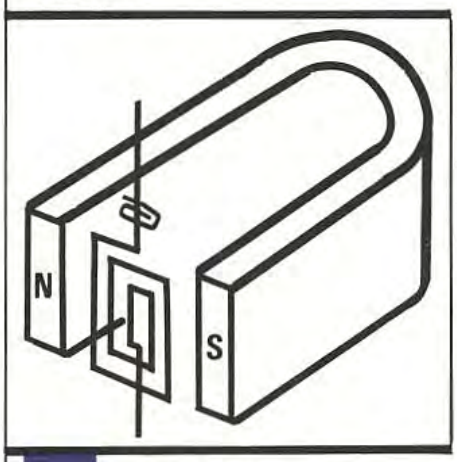


Fig. 1 *Détails du cadre mobile.*

Une bobine composée de plusieurs tours de fil de cuivre, est montée sur un cadre, mobile autour d'un axe maintenu par deux pivots et solidaire d'une aiguille.
Cet ensemble est placé dans l'entrefer d'un aimant et le courant traversant le bobinage tend à provoquer la rotation de l'ensemble.
De l'autre côté, un ressort spirale provoque le retour de l'équipage vers la position « 0 » du cadran.

On obtient l'équilibre de l'ensemble lorsque le couple de forces provoqué par la présence simultanée de l'induction de l'aimant et du courant traversant le bobinage est égal au couple de rappel du ressort, proportionnel à l'angle de déplacement de l'aiguille.

Il en résulte que la déviation du galvanomètre est proportionnelle au courant le traversant, d'où, par transposition simplificatrice, aux valeurs des signaux appliqués sur les entrées de l'appareil.

Il n'est pas inutile d'ajouter qu'un galvanomètre est le composant le plus fragile et le plus coûteux dans un appareil anologique. Il est défini par sa sensibilité, c'est-à-dire par le courant nécessaire pour obtenir une déviation complète de l'aiguille et, d'autre part, par la précision, définie par la classe. Il arrive parfois que la résistance du bobinage soit indiquée.

PRESENTATION DU MAN'X 102

L'appareil est un contrôleur universel réunissant les fonctions suivantes :
- voltmètre ∼ et ⎓,
- ampéremètre ∼ et ⎓,
- ohmmètre,
- mesure de niveaux en décibels.

1) L'affichage des mesures

Il est réalisé sur un cadran comprenant six échelles :
- 2 échelles noires (0 à 30 et 0 à 100) pour les intensités continues, tensions continues et tensions alternatives (excepté pour le calibre 3 V alternatif) ;
- 1 échelle bleue (1 000 à 0) pour les résistances ;
- 1 échelle rouge (0 à 3) spécifique au calibre 3 V alternatif ;
- 1 échelle rouge (– 10 à + 12) pour les mesures en décibels.

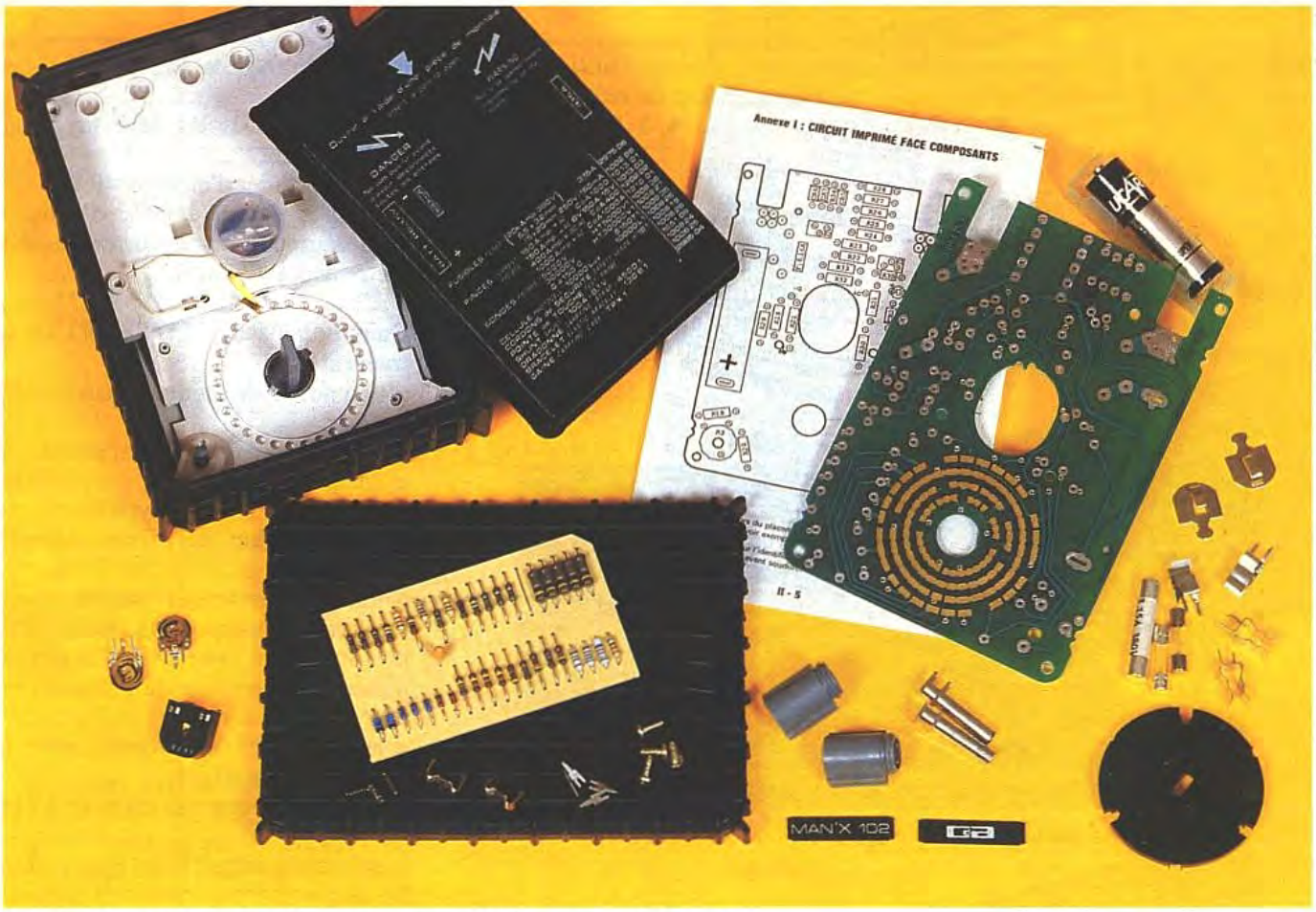


Photo 2. – Aperçu de tous les éléments constitutifs de l'appareil et de la notice.

2) Sélection des fonctions

Un unique rotacteur de calibres et de fonctions est utilisé, conjointement avec deux bornes. Il est donc strictement impossible de faire une erreur à ce niveau, si l'on a bien pris soin de respecter la polarité des entrées, lors de mesures en continu.
Pour compléter le système, un code de couleurs facilite le repérage de l'échelle de lecture correspondant au calibre sélectionné.

3) Les cordons

L'appareil est livré avec un jeu de deux cordons de sécurité. Ces derniers, robustes et de bonne qualité, comportent un anneau de garde, permettant ainsi une bonne prise en main, ce qui facilite les mesures. Le type de bornes utilisées pour effectuer la liaison avec l'appareil permet d'éliminer les risques accidentels de contact électrique.

4) Les protections

Mécaniquement parlant, l'appareil est très bien protégé. En effet, le boîtier formé de deux demi-coquilles en matière du type caoutchouc, permet d'absorber en grande partie la majorité des chocs que tout électronicien, digne de ce nom, se doit de lui infliger.
Electriquement parlant, le MAN'X 102 est équipé d'un fusible HPC de 3,15 A (haut pouvoir de coupure de 20 kA, à base de silice) protégeant tous les calibres contre les surcharges.
Un second fusible en verre du type rapide (160 mA) permet de protéger plus particulièrement et plus efficacement les calibres « sensibles ».

LES CARACTERISTIQUES DU MAN'X 102

Mesure de tension en ∼ et en ==, mesure de niveau en dB :

On rappellera au passage qu'une tension alternative peut être exprimée en décibels (dB). Le décibel est un rapport de deux grandeurs ou niveau (N). On l'utilisera, par exemple, pour exprimer des gains. On obtient alors

Tensions ⎓ et ∼

8 calibres V⎓	Résistance interne (1)	6 calibres V∼	Résistance interne (2)	Mesure de niveau en dB
100 mV	2 kΩ			
1 V	20 kΩ			
3 V	63,2 kΩ	3 V	20 kΩ	−10 à +12 dB sur le calibre 3 V ∼ niveau 0 dB 1 mW . 600 Ω
10 V	200 kΩ	10 V	63,2 kΩ	
30 V	632 kΩ	30 V	200 kΩ	
100 V	2 MΩ	100 V	632 kΩ	
300 V	6,32 MΩ	300 V	2 MΩ	
1000 V	6,32 MΩ	1000 V	6,32 MΩ	

* sauf calibre 1000 V · R int. = 6,32 kΩ/V
(1) R int. = 20 kΩ/V sur tous les calibres sauf le calibre 1000 V · R int. = 6,32 kΩ/V
(2) R int = 6,32 kΩ/V

le niveau N, en dB, d'une tension U sous l'expression mathématique suivante :

$$N\,(dB) = 20 \log \frac{U}{U_0}$$

avec U_0 = tension de référence de 0,75 V ∿
et log = logarithme de base 10.

Mesure d'intensité en ∿ et en ==

5 calibres A⎓	Chute de tension aux bornes *	6 calibres A∿	Chute de tension aux bornes *
50 µA (1)	100 mV	150 µA (2)	3 V
1 mA	270 mV	0,3 mA	700 V
10 mA	300 mV	3 mA	850 V
100 mA	500 mV	30 mA	900 mV
1 A	500 mV	300 mA	900 mV
(1) Position commune au calibre 100 mV		3 A	1,6 V
		(2) Position commune au calibre 3 V	

*** Résistance de la paire de cordons : 60 mΩ environ**

Mesure de résistances

3 calibres Ω	Résistance interne	Etendue de mesure	Courant fin d'échelle
× 1	10 Ω	0,5 Ω à 1 kΩ	150 mA
× 10	100 Ω	5 Ω à 10 kΩ	15 mA
× 1k	10 kΩ	500 Ω à 1 MΩ	150 µA

Précision sur les mesures

Elle est donnée à ± 2,5 % (de la fin d'échelle) en courants continu et alternatif dans les domaines de référence en fréquence et en température, excepté pour le calibre 3 V ∿ qui est donné à ± 3 ‰.

Réponse en fréquence

– en ampèremètre, le domaine de référence en fréquence est compris entre 40 et 500 Hz ;
– en voltmètre ;

Calibre	Domaine de référence	Domaine d'utilisation
3 V et 10 V	de 20 Hz à 1 kHz	jusqu'à 100 kHz
30 V	de 20 Hz à 1 kHz	jusqu'à 15 kHz
100 V	de 20 Hz à 1 kHz	jusqu'à 5 kHz
300 V	de 20 Hz à 500 Hz	jusqu'à 2 kHz
1000 V	de 20 Hz à 200 Hz	jusqu'à 1 kHz

Dans le domaine d'utilisation, au-delà du domaine de référence, il faut ajouter ± 2,5 % à la précision de base.

Conditions d'utilisation

– domaine de référence en température : 20 à 25 °C ;
– domaine d'utilisation en température : – 10 à + 50 °C ;
– dérive en température dans le domaine d'utilisation :
⩽ 1 % / 10 °C en == (sauf 100 mV ==), en V ∿ et sur 150 µA ∿
2 % / 10 °C sur 100 mV ==
2 % / 10 °C en A ∿ (sauf 150 µA ∿)

MONTAGE DU KIT (fig. 2)

Pour mener à bien l'opération, il est nécessaire de posséder :

- 1 pince plate d'électricien et une pince « brucelle » (ou pince à bec fin) ;
- 2 tournevis isolés dont un cruciforme ;
- 1 fer à souder d'environ 40 W ;
- de la soudure (à 60 % d'étain, à âme décapante, non corrosive, diamètre de 1 à 1,5 mm).

Dans la boîte du MAN'X 102 kit se trouvent :

- une notice de montage claire et détaillée ;
- un mode d'emploi de l'appareil ;
- une paire de cordons ;
- une pile de 1,5 V du type R6 ;
- un ensemble de pièces mécaniques ;
- une plaquette sur laquelle sont montés les composants, prépliés et précoupés. On évite ainsi d'égarer les pièces et le repérage de l'élément recherché est plus rapide ;
- le boîtier en caoutchouc avec le fond de l'appareil ;
- le galvanomètre mis en place à l'intérieur ;
- un circuit imprimé en époxy, double face avec trous métallisés et vernis épargne. Une sérigraphie évite toute erreur de repérage lors du montage.

On suivra l'ordre de montage suivant :

Pièces mécaniques
– les douilles de raccordement
– les supports de fusibles
– les support de pile

Composants
– le condensateur
– les 7 diodes
– les 33 résistances
– les 3 résistances ajustables
– les 3 cosses

Pièces mécaniques
– le commutateur
– le galvanomètre
– le bouton de tarage

Opérations d'étalonage

1°) Si vous ne disposez pas de moyen d'étalonnage :
– amener l'aiguille sur le zéro, par l'intermédiaire de la vis centrale ;
– régler les ajustables R_1 et R_2 à mi-course.
La précision de l'appareil est alors donnée à ± 5 ‰.

2°) Si vous disposez de moyens d'étalonnage, c'est-à-dire d'une source de tension étalon de 100 mV == et d'une source de courant étalon de 30 mA ∿ (ou bien des sources variables et d'un appareil de mesure étalon) :
– amener l'aiguille sur le zéro, par l'intermédiaire de la vis centrale ;

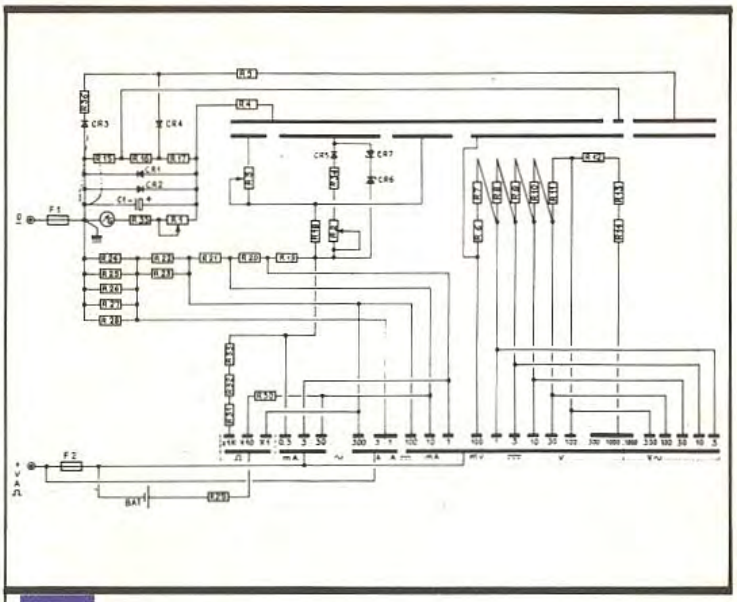


Fig. 2 *Schéma électrique du MAN'X 102.*

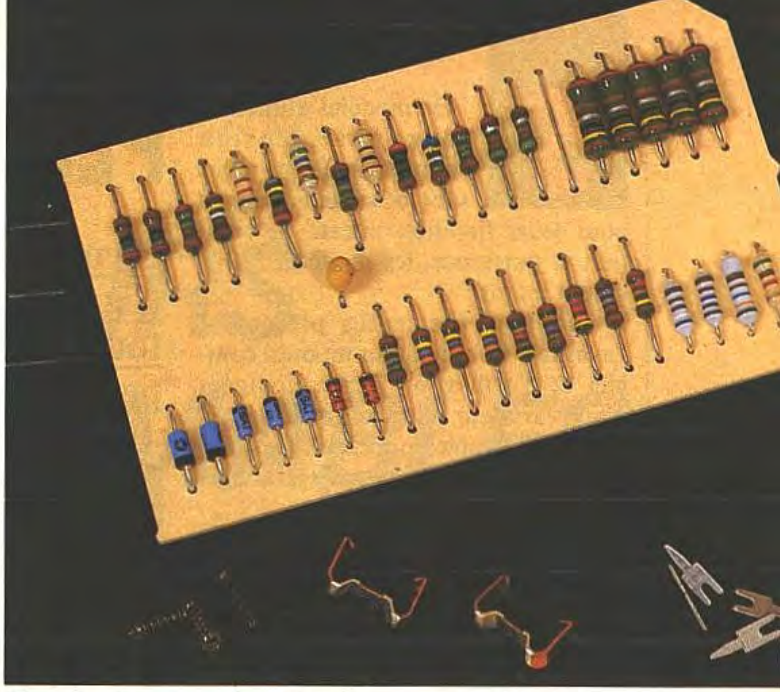


Photo 3. – Astucieuse répartition des composants à insérer.

– appliquer 100 mV sur les entrées de l'appareil et régler R_1 de manière à lire 100 divisions sur le cadran, lorsque le multimètre est sur le calibre 100 mV.

La précision est donnée à présent à ± 2,5 %.

NOS CONCLUSIONS

La possibilité de pouvoir réaliser son propre multimètre devrait rencontrer selon nous un vif succès parmi le grand public et l'Education Nationale. La notice et les explications sont remarquables par leur clarté. Ainsi, la réalisation ne devrait poser aucun problème, si l'on prend soin de suivre pas à pas les explications.

Pour finir, le prix de commercialisation du MAN'X 102 de CDA devrait atteindre environ 460 F TTC.

Christophe PICHON

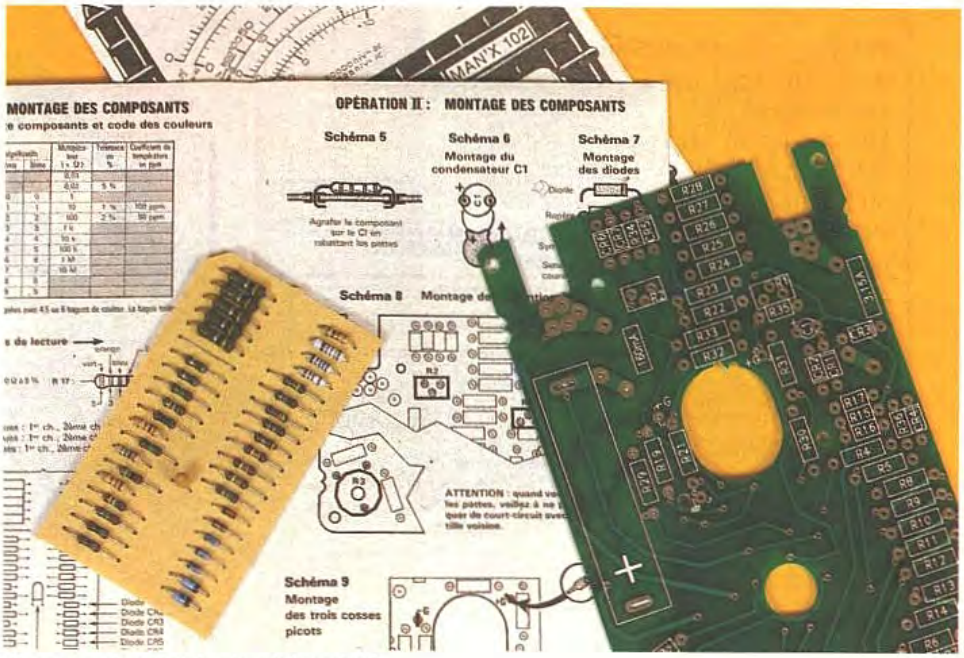


Photo 4. – Qualité du circuit imprimé.

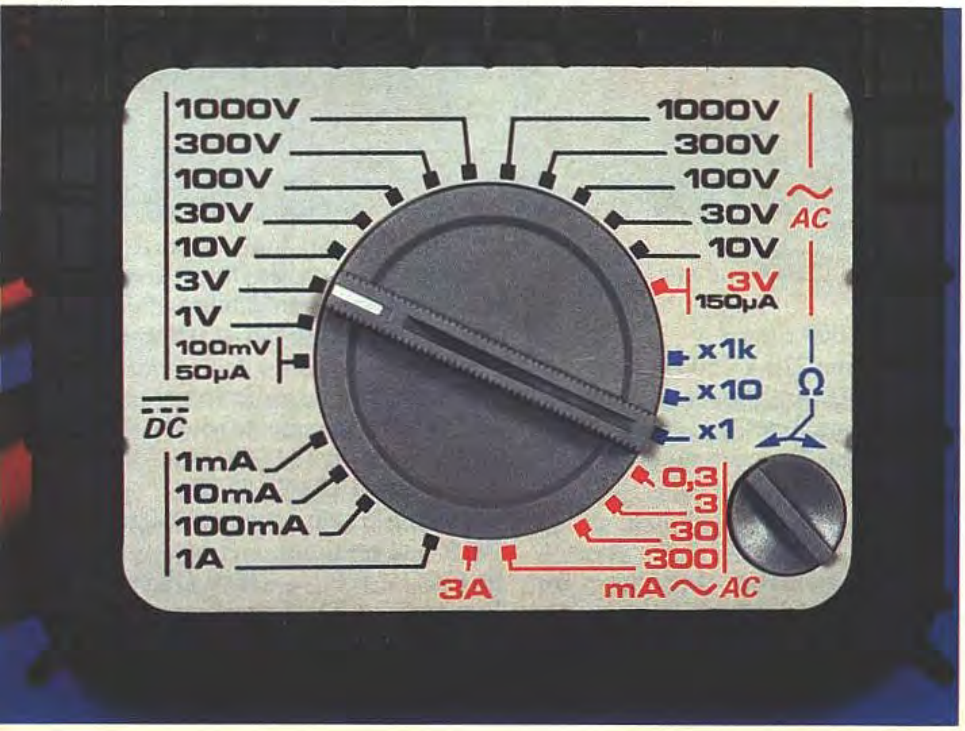
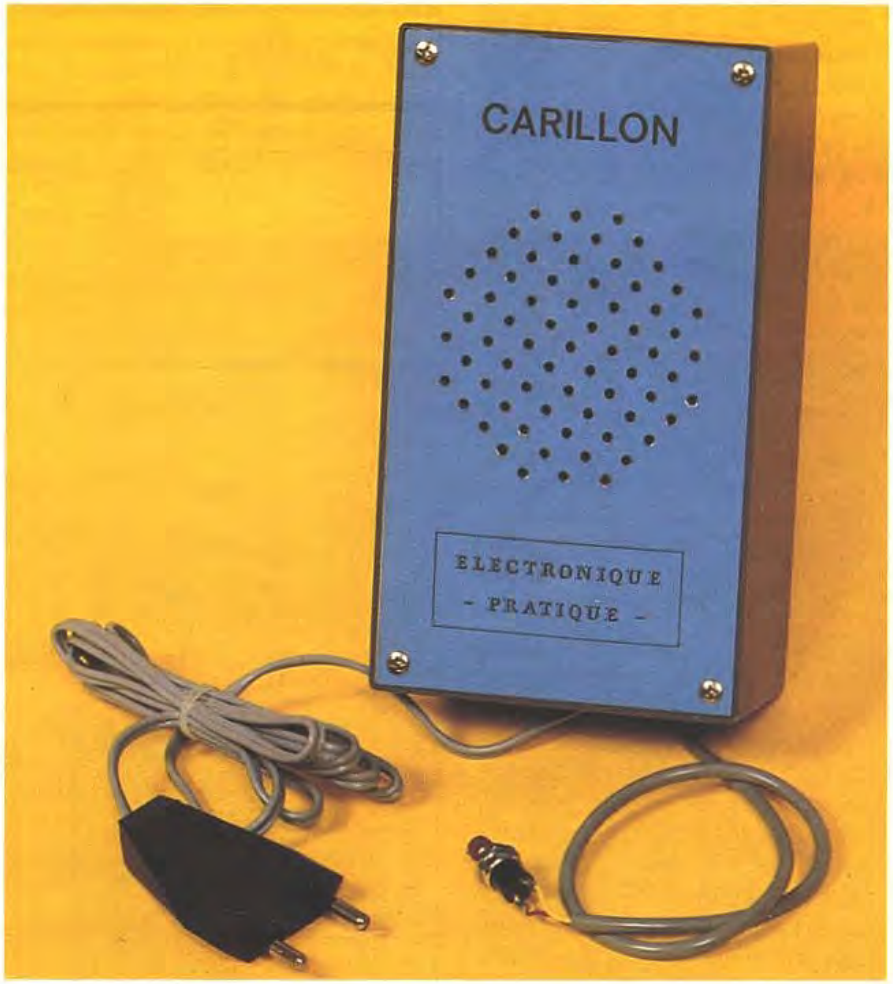


Photo 5. – Le commutateur de fonctions et les divers calibres.

CARILLON QUATRE AIRS PROGRAMMABLES

Vous aimez les montages personnalisés ? Alors vous ne pourrez résister devant cette petite merveille où vous sélectionnerez quatre airs parmi vingt-quatre.

Pour peu de frais, une réalisation qui produira un bel effet et accueillera vos visiteurs par l'Ajaccienne, le P'tit quinquin, Viva Espana, Popeye, la Panthère rose etc. Après les avoir écoutés, vous en sélectionnerez quatre que vous programmerez aux entrées du microprocesseur, et ils défileront à chaque action sur le bouton-poussoir. L'originalité de ce carillon est qu'un nouvel air (parmi les quatre programmés) sera joué à chaque venue d'un visiteur. A moins qu'une même personne n'actionne plusieurs fois le poussoir...



PRESENTATION (fig. 1)

Le cœur de ce montage est un microprocesseur préprogrammé de chez Texas-Instruments, où, pour les connaisseurs, ce n'est autre que le fameux TMS 1000-3318. Ces quatre derniers chiffres sont très importants et l'auteur vous met en garde, lors de l'approvisionnement de cette pièce (que l'on trouve chez beaucoup de revendeurs). En effet, il existe au moins deux TMS 1000 dont le second terme se termine par 3310. Identique broche à broche, l'auteur n'a pas apprécié les airs qu'il contient.

Nous allons voir comment est piloté ce microprocesseur. Pour cela, nous nous aiderons du synoptique présenté à la **figure 1.** Nous trouvons un bouton-poussoir complété d'un étage anti-rebond, suivi d'une remise à zéro qui agit sur les bascules D. Ce même poussoir initialise également un étage qui crée un retard sur l'impulsion qui fera avancer le compteur-diviseur. Ce dernier actionne une bascule parmi quatre où la sortie commande le microprocesseur par l'intermédiaire d'un commutateur bidirectionnel. La présence de ce commutateur est justifiée par le fait qu'il faut établir une liaison entre certaines broches du microprocesseur afin de sélectionner et de faire jouer un air. Dans le montage de base, cette fonction était assurée par le bouton-poussoir de la porte d'entrée. Mais un seul air était programmé, d'où l'amélioration présente.

Autour de ce microprocesseur, nous trouvons également un oscillateur, où ce dernier est réglable. Il permet de faire varier le rythme des airs ainsi que la tonalité du son. Nous trouvons, en sortie, un amplificateur basse fréquence suivi du haut-parleur.

FONCTIONNEMENT

Alimentation (fig. 2)

Ce montage est prévu pour fonctionner avec une alimentation tirée du secteur 220 V. Nous verrons dans la réalisation qu'il est possible d'effectuer une modification afin de l'alimenter par une batterie 9 V. Pour sa part, l'auteur préfère éviter cette source de courant, pour plusieurs raisons. D'abord, lorsque cet accumulateur sera déchargé, il faudra ouvrir le boîtier pour changer l'alimentation. La place d'un carillon est généralement près du compteur EDF ou du boîtier fusibles (si vous n'avez pas actuellement une sonnette près de ceux-ci...). Dans ce cas, l'alimentation est tout de suite trouvée ; le bouton-poussoir ainsi que son cordon installés.

Le montage pourra être équipé d'un interrupteur I_1 si vous désirez ne pas être dérangé durant votre repas. Protégé par le fusible FUS, nous avons après celui-ci le transformateur TRS_1 qui va nous transformer le 220 V en 12 V.

Après le pont de Graetz, chargé de redresser le courant, les condensateurs C_1 et C_2 effectuent le filtrage. Nous trouvons ensuite le régulateur de tension IC_1 dont la fonction est, comme son nom l'indique, c'est-à-dire de réguler la tension ; ici à + 9 V car nous utilisons un 7809. Les deux condensateurs C_3 et C_4 renforcent la stabilité du circuit.

La commande (fig. 3)

Nous étudierons maintenant l'étage de commande servant à sélectionner un air parmi quatre et à le faire jouer.

Les entrées 8 et 9 de la porte NAND 1 de IC_2 se trouvent au niveau logique haut au travers de la résistance R_1. De ce fait, la sortie de cette porte est au niveau logique bas. Celle-ci agit sur la remise à zéro d'IC_4, mettant les sorties Q de ces bascules D au niveau logique bas, comme vous pouvez le voir sur la table de vérité du CD 40175 présenté à la **figure 5.**

Au repos, nous avons également l'entrée 6 de la porte NAND 2 de IC_2 au niveau logique haut. Sa sortie est donc au niveau logique bas, car les entrées 1 et 2 de la porte NAND 3 sont au niveau logique bas, par l'intermédiaire de R_2, et que la sortie 3 de cette porte se trouve donc au niveau logique haut. Cette sortie étant reliée à la seconde entrée de la porte NAND 2, nous avons bien un niveau logique bas en sortie de cette porte.

Mais revenons à la sortie 3 de la porte NAND 3. Nous avons ici, au repos, un niveau logique haut. Ce dernier va

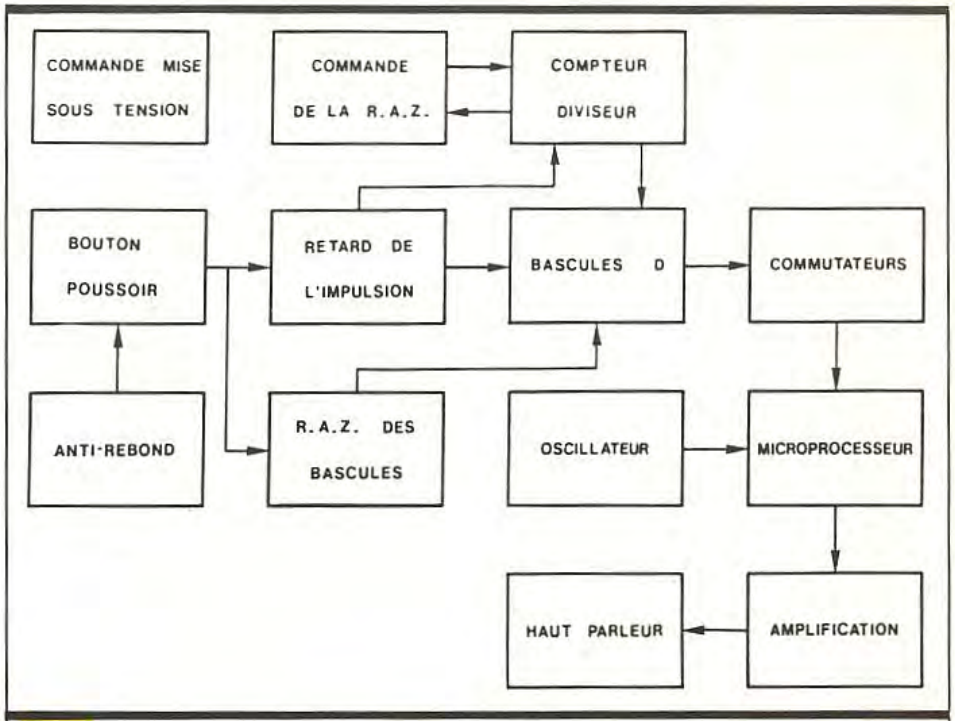


Fig. 1 *Synoptique.*

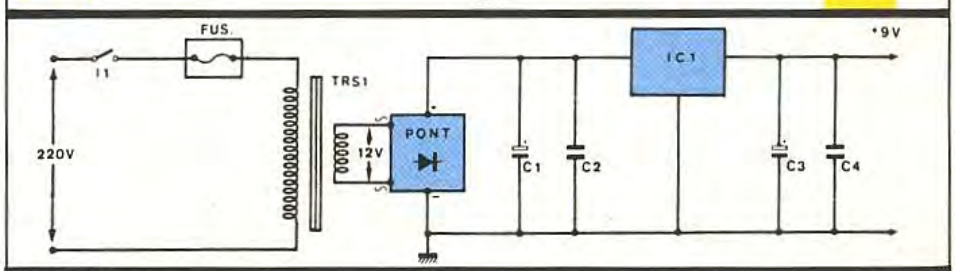


Fig. 2 *Schéma de principe de l'alimentation.*

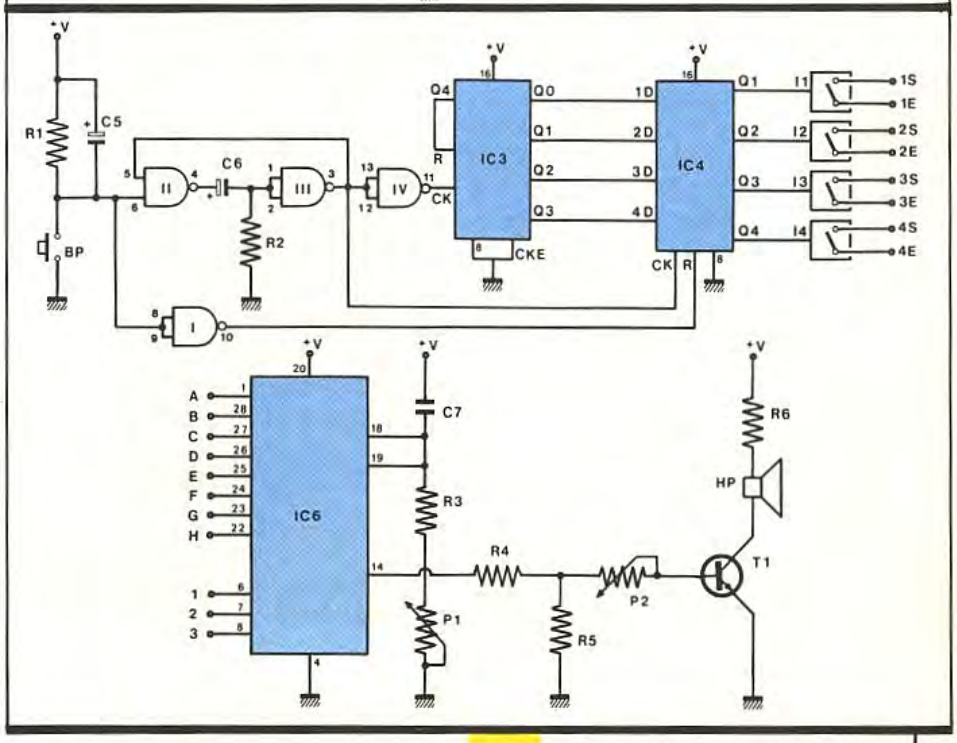


Fig. 3 *Schéma de la section de commande.*

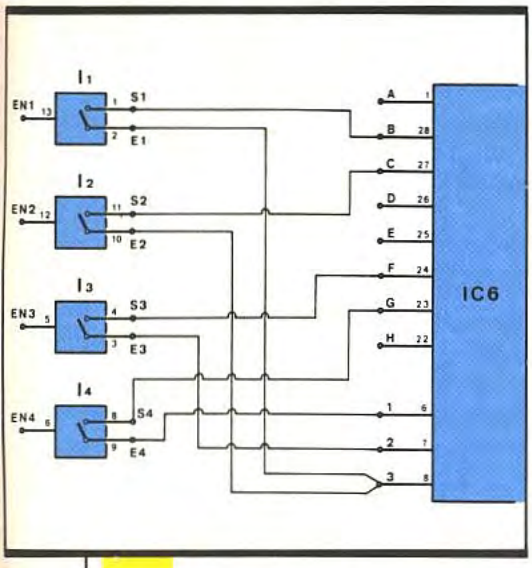


Fig. 4 *Exemple de programmation.*

également aux entrées 12 et 13 de la porte NAND 4 de IC_2. Sur sa sortie 11, nous obtenons un niveau logique bas qui est transmis à l'entrée d'horloge de IC_3, qui est un CD 4017, compteur diviseur. Celui-ci incrémente lors du front montant présenté sur son entrée d'horloge CK lorsque son entrée de validation d'horloge CKE est au niveau logique bas.

Notre montage étant au repos, actionnons le bouton-poussoir. Les entrées 8 et 9 de la porte NAND 1 étant mises au niveau logique bas, sa sortie bascule au niveau logique haut, et cet état est transmis à l'entrée de remise à zéro des bascules D de IC_4. A cet instant, la bascule qui possède son entrée D au niveau logique haut ne peut modifier sa sortie Q car l'entrée d'horloge commune aux quatre bascules est au niveau logique bas.

Le bouton-poussoir étant toujours fermé, l'entrée 6 de la porte NAND2 est mise au niveau logique bas ; sa sortie passe donc au niveau logique haut. Le temps qu'il se charge partiellement, on dit que le condensateur C_6 est « transparent », transmettant ce bref niveau logique haut aux entrées réunies de la porte NAND 3. Cette porte bascule, et sa sortie passe au niveau logique bas. La sortie de la porte NAND 4 passe donc au niveau logique haut, mais, attention ! un bref instant après l'action sur le bouton-poussoir. Nous dirons seulement que, lorsque cette information arrive en ce point du montage, la RAZ de IC_4 est initialisée. C'est bien ce que nous désirions car, sinon, ce dernier serait resté bloqué.

Donc, le niveau logique haut provenant de la sortie de la porte NAND 4 est transmis à l'entrée d'horloge CK du compteur où il incrémente d'une position. Si la précédente était Q_3, nous voyons que la sortie Q_4 étant reliée à la remise à zéro, après Q_3 nous aurons bien la sortie Q_0. D'où un compteur à quatre sorties. Sur la sortie concernée, imaginons ici Q_0 ; cette sortie se trouve au niveau logique haut, les trois autres au niveau logique bas. L'information est transmise à IC_4, et l'entrée 1D se trouve donc au niveau logique haut.

A la sortie de la porte NAND 3, la brève impulsion étant de niveau logique bas, à l'instant où elle revient au niveau logique haut, ce front montant initialise l'entrée d'horloge d'IC_4, et la bascule 1, qui a son entrée 1D au niveau logique haut, met sa sortie Q au même niveau. Ce niveau logique

Photo 2. – Présentation de la carte imprimée.

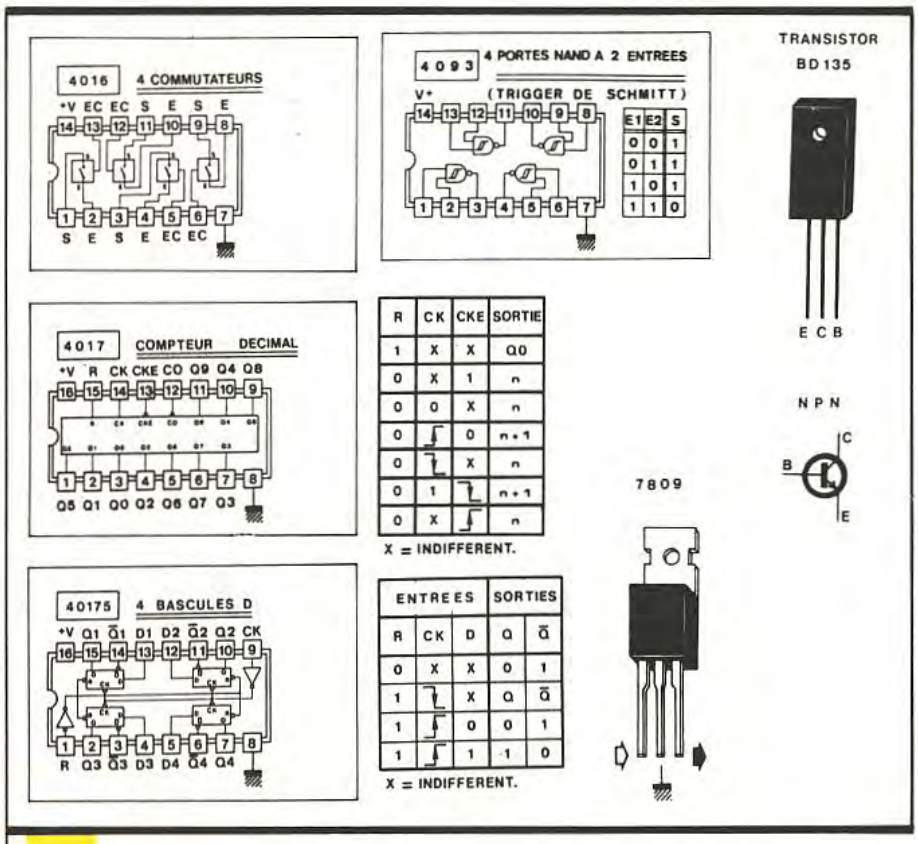


Fig. 5 *Brochage des éléments.*

haut est présenté à l'entrée de commande du commutateur I_1 de IC_5, et ce commutateur se ferme. L'entrée 1E est donc reliée à la sortie 1S.

Nous verrons la programmation de IC_6 tout à l'heure mais, en se référant à la **figure 4,** l'exemple nous montre que 1E est connectée à la broche 8 et 1S à la broche 28 de IC_6. Soit respectivement les entrées 3 et B. Sur le tableau présenté à la **figure 6,** nous voyons que B3 correspond à l'air Alma Alma.

Le microprocesseur va nous jouer cet air tant que le bouton-poussoir n'aura pas été relâché. Une fois cette action effectuée, le condensateur C_5 au travers de R_1 et comme cette capacité est importante, si le relâchement est survenu à la fin de l'air qui se jouait, vous l'entendrez encore une fois car, jusqu'à un certain seuil de décharge, il complète l'action du poussoir. Afin que cette information soit correctement prise en compte par le microprocesseur, il fallait « une bonne action » sur le poussoir. Afin d'éviter un appui fugitif sur ce dernier, la valeur de C_5 est importante pour remédier à cette éventualité.

Pour qu'il puisse fonctionner, IC_6 a besoin d'un oscillateur. Ici, il est composé de C_7, R_3 et P_1, ce potentiomètre servant à la vitesse du rythme et à la tonalité du son. Nous trouvons l'air programmé en sortie sur la broche 14 de IC_6, où il traverse R_4 ; P_2 sert au réglage du volume, et le signal est présenté à la base de T_1 où ce transistor fait office d'amplificateur.

Tableau des principaux airs. **Fig. 6**

A1 – A la Bastille	E1 – Le Pont de la rivière Kwaï
A2 – La Madelou	E2 – L'internationale
A3 – La Corrida	E3 – Les Bretons
B1 – French Cancan	F1 – Le Petit Quinquin
B2 – Tico Tico	F2 – Berri
B3 – Alma Alma	F3 – La Lorraine
C1 – Suzanne	G1 – L'ajaccienne
C2 – Marche Nuptiale	G2 – Ein Prosit
C3 – Popeye	G3 – La Cavalière
D1 – Lili Marlène	H1 – Viva España
D2 – Kalinka	H2 – La Panthère Rose
D3 – Cucarracha	H3 – La Marseillaise

Programmation (fig. 4)

Le circuit intégré IC_5 est composé de quatre interrupteurs bidirectionnels, baptisés ici I_1, I_2, I_3 et I_4 ; sur chacun, nous avons une entrée et une sortie.

Pour le microprocesseur, il y a sept entrées de A à H et les entrées 1, 2 et 3. Regardons comment les connexions sont effectuées.

- Commutateur I_1 : S_1 à B et E_1 à 3 ; cela nous donne B_3.
- Commutateur I_2 : S_2 à C et E_2 à 3 ; cela nous donne C_3.
- Commutateur I_3 : S_3 à F et E_3 à 2 ; cela nous donne F_2.
- Commutateur I_4 : S_4 à G et E_4 à 1 ; cela nous donne G_1.

En se reportant au tableau des airs du microprocesseur, les programmations présentes sont :

- B_3 : Alma Alma ;
- C_3 : Popeye ;
- F_2 : Berri ;
- G_1 : l'Ajaccienne.

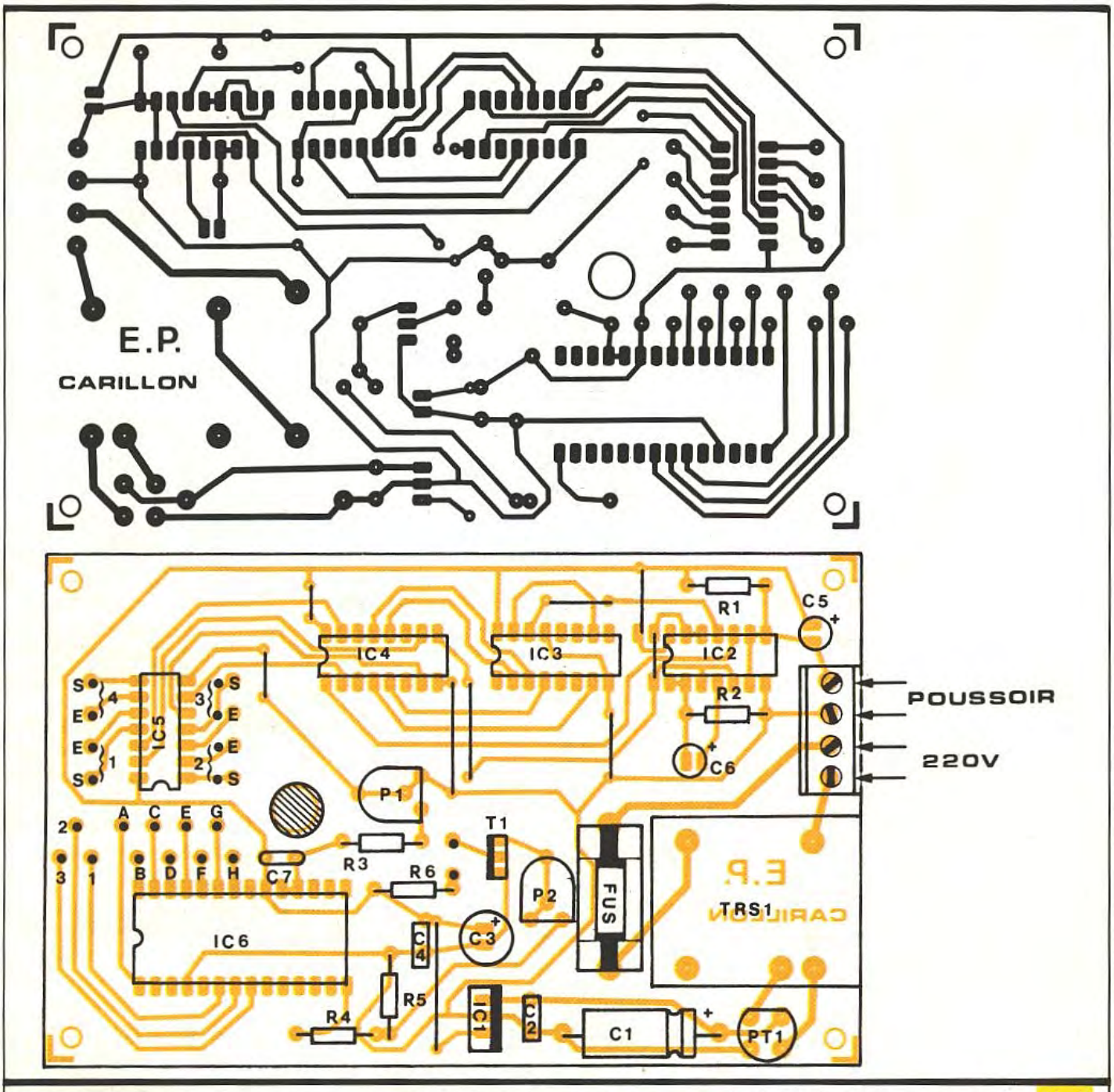
Il faut avouer que ce n'est pas compliqué de programmer les airs que nous aurons choisis.

REALISATION PRATIQUE

Le circuit imprimé (fig. 7)

Les pistes du circuit étant assez serrées, il est néanmoins possible de réaliser un mylar transparent pour insoler l'époxy présensibilisé. Pour cela, nous utiliserons une feuille de plastique bien transparente et exempte de rayures. Sur cette feuille, nous travaillerons avec des transferts Mecanorma, bien qu'il soit possible d'effectuer une reproduction directe sur l'époxy, méthode que l'auteur évite lorsque les pistes sont nombreuses et serrées. La meilleure solution reste le procédé photographique. Ce dernier évite les erreurs, les oublis, et vous gagnez un temps incroyable. Pour ceux qui ne possèdent pas de banc à insoler, il est bon de noter que certains détaillants pratiquent ce commerce.

Avant de réaliser le circuit imprimé, nous vous recommandons de vous procurer le transformateur afin de procéder aux modifications d'empattement si nécessaire.



Tracé du circuit imprimé et implantation à l'échelle. **Fig. 7 et 8**

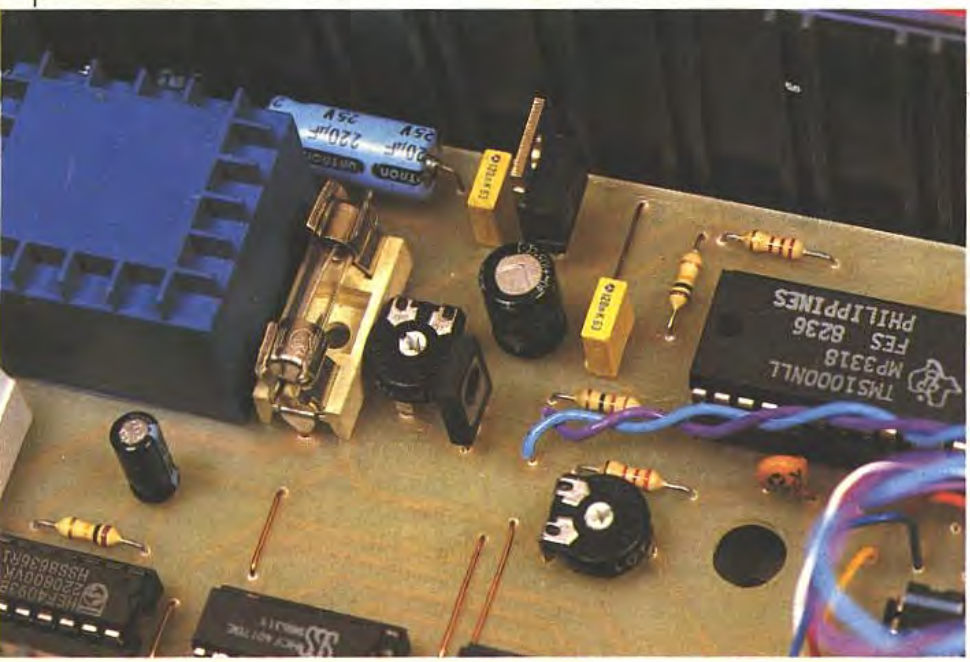


Photo 3. – La section d'alimentation avec son transfo moulé.

Lorsque le circuit aura été passé au perchlorure de fer et bien rincé, il sera percé avec un foret de 0,8 mm de diamètre. Certains trous seront agrandis à 1 ou 1,5 mm suivant le diamètre des pattes des composants. Il ne faudra pas oublier de vérifier le circuit afin de détecter d'éventuelles coupures ou courts-circuits entre deux pistes. Dans ce cas, remède sera apporté avant d'aller plus loin.

Implantation des composants (fig. 8)

Durant le perçage, le trou hachuré qui est représenté au-dessus de IC_6 sera effectué. Une fois le circuit imprimé installé au fond du boîtier, cette ouverture nous permettra, à l'aide d'une vis, de le fixer au mur.
Pour l'implantation des composants, nous commencerons par mettre en place les neufs straps, puis les résistances, condensateurs, etc. Attention aux composants polarisés. Cela concerne les condensateurs électrolytiques, les circuits intégrés, le régulateur de tension, le transistor et le pont de diodes. Sans oublier, bien sûr, le transformateur auquel une inversion de bobinage serait fatale.
La programmation vient d'être revue dans le chapitre cité plus haut, et elle sera effectuée avec des chutes de fils de petit diamètre.

Mise en coffret et sous tension

La face avant, si possible sur une feuille cartonnée de la couleur de votre choix, sera collée sur le couvercle du boîtier, et les trous nécessaire, au passage du son seront percés. Le haut-parleur sera collé à l'intérieur de ce couvercle, et deux trous seront réalisés à la partie inférieure droite du boîtier afin de passer les fils du secteur et du poussoir.

Après avoir fixé le circuit imprimé au fond du boîtier, celui-ci sera installé sur le mur, si possible près du boîtier fusible, afin de limiter la longueur de câble.

A moins qu'il ne soit déjà en place. Sinon, il vous faudra un bouton-poussoir et du câble de petit diamètre à deux conducteurs. Après leur installation, les deux fils seront branchés aux deux bornes prévues à cet effet.

Pour le secteur, vous veillerez à retirer le fusible concerné, voire même à couper le disjoncteur si cela est possible avant de toucher à quoi que ce soit. Une fois ces branchements effectués et votre montage sous tension, ce carillon doit fonctionner à merveille, et cela durant de très nombreuses années.

Pour ceux qui désirent l'alimenter par une batterie 9 volts, il faut annuler : le transformateur, le fusible et porte-fusible, le pont de diode, les condensateurs C_1 et C_2. La batterie viendra se loger au-dessous de P_2 et sera connectée au circuit par l'intermédiaire d'un coupleur de pile, contact pression, aux bornes « plus » et « moins » où aurait dû se trouver C_1.

L'auteur ne formule plus qu'un seul souhait : que tous vos proches ne vous réclament pas un carillon similaire, car sinon, à vos fers à souder...

Ph. BERNARD

LISTE DES COMPOSANTS

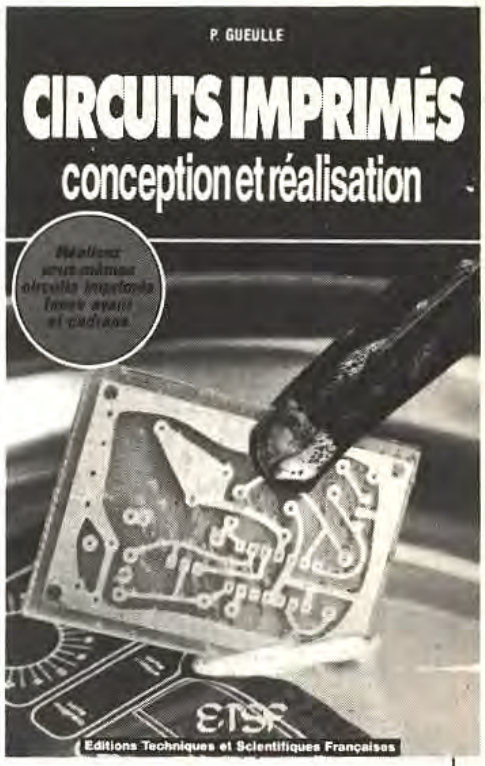
9 straps

R_1 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R_2 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R_3 : 33 kΩ (orange, orange, orange)
R_4 : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)
R_5 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R_6 : 33 Ω (orange, orange, noir)

P_1 : 100 kΩ ajustable, implantation horizontale, pas de 5,08
P_2 : 47 kΩ ajustable, implantation horizontale, pas de 5,08

C_1 : 220 µF/25 V, électrolytique
C_2 : 120 nF, milfeuil
C_3 : 100 µF/25 V électrolytique
C_4 : 120 nF, milfeuil
C_5 : 22 µF/25 V, électrolytique
C_6 : 10 µF/25 V, électrolytique
C_7 : 68 pF, céramique

IC_1 : 7809, régulateur positif 9 V
IC_2 : CD 4093, 4 portes ET à 2 entrées à trigger de Schmitt
IC_3 : CD 4017, compteur diviseur décimal à 10 sorties
IC_4 : CD 40175, 4 bascules D
IC_5 : CD 4016, 4 commutateurs bilatéraux
** IC_6 : TMS 1000-3318, microprocesseur 24 mélodies (Texas Instruments)*
T_1 : BD 135
Porte-fusible, support bakélite
Fusible 125 mA
** I_1 : interrupteur 250 V/1A*
TRS_1 : transformateur 220 V/12 V-1VA
PT_1 : pont redresseur B80C100 (0,5 à 1A)
Bornier 4 plots (facultatif)
HP 8 Ω 0,3 W
Circuit imprimé 80 × 130 mm
** Face avant*
Poussoir et câble (si non existant)
Boîtier Teko P3 MMP30A ou autre 155 × 90 × 50 mm



Patrick Gueulle, qui expérimente et pratique depuis longtemps toutes les techniques de conception et de réalisation des circuits imprimés à usage amateur ou professionnel, des plus rudimentaires aux plus élaborées, a rassemblé pour vous, dans ce livre, son expérience.

Après une analyse rigoureuse des besoins, l'auteur expose en termes simples les principales notions d'optique et de photochimie nécessaires pour véritablement comprendre ce que l'on fait.

Il passe ensuite en revue tous les produits et matériels existants afin de permettre au lecteur de choisir librement ceux qu'il devra acheter ou fabriquer lui-même, à moins qu'il n'en dispose déjà sans s'en douter (matériel photo, photocopieuse, etc.) !

Il traite ensuite les cas réels les plus courants à l'aide d'exemples expliqués pas à pas et abondamment illustrés.

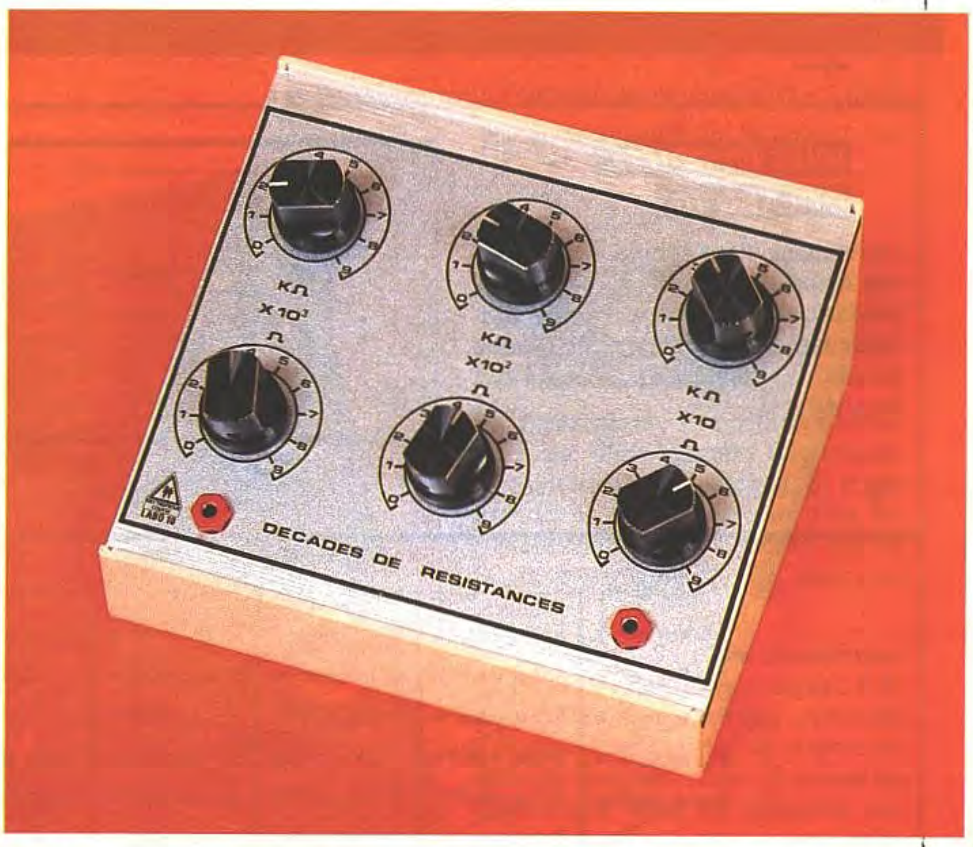
Que vous soyez novice ou non, passez à l'action et vous constaterez immédiatement que, grâce à ce livre, réussir ses circuits n'est ni compliqué ni coûteux.

Editions Techniques et Scientifiques Françaises
Prix : 110 F
Distribution : **Editions Radio,** 9, rue Jacob, 75006 Paris.

LABO 10 : DECADE DE RESISTANCES

Au laboratoire comme en maintenance, il est souvent utile d'avoir à sa portée une résistance de valeur déterminée. Cette réalisation simple présentée sous la forme d'un boîtier à six décades complétera harmonieusement vos ensembles mesures.

Caractéristiques : circuit imprimé prévu pour recevoir des résistances 1/2 W, 1 %.



LE PRINCIPE DES KITS « ELECTRONIQUE COLLEGE »

Dans un but éducatif, *Electronique Collège* offre un choix de deux possibilités pour la réalisation du montage. Il s'agit de la réalisation du circuit imprimé par vous-même selon les méthodes désormais connues, ou bien l'acquisition du circuit *Electronique Collège.*

SCHEMA DE PRINCIPE

Il se réduit à sa plus simple expression comme le précise la **figure 1.** Des contacteurs rotatifs mettent tour à tour en série la valeur de résistance sélectionnée sur chaque décade.

MONTAGE DE LABO 10

Suivre le schéma d'implantation donné en **figure 2.** Les commutateurs seront fixés en dernier à égale hauteur après avoir percé le circuit au diamètre 1,4 mm. Calez la butée sur la position 10.

NOMENCLATURE DE LABO 10

Résistances 1/4 ou 1/2 watt, 2 %

R_1 à R_9 : 10 Ω (marron, noir, noir)
R_{10} à R_{18} : 100 Ω (marron, noir, marron)
R_{19} à R_{27} : 1 000 Ω (marron, noir, rouge)
R_{28} à R_{36} : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R_{37} à R_{45} : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R_{46} à R_{54} : 1 MΩ (marron, noir, vert)

Divers

6 commutateurs rotatifs 1 × 12 positions
2 picots

Photo 2. – Principe du circuit imprimé « Electronique Collège ».

MISE EN ROUTE DE LABO 10

Le montage étant simple, il n'y a aucun risque d'erreur. Vous pouvez cependant vérifier à l'aide d'un ohmmètre les correspondances de chaque décade. Le cas échéant, revoir l'état des soudures.

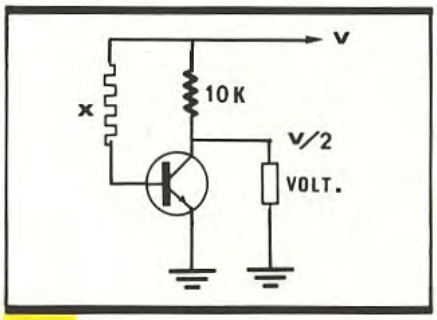


Fig. 3 *Polarisation d'un transistor.*

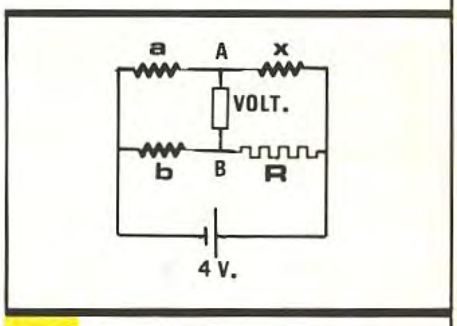


Fig. 4 *Mesure précise d'une résistance.*

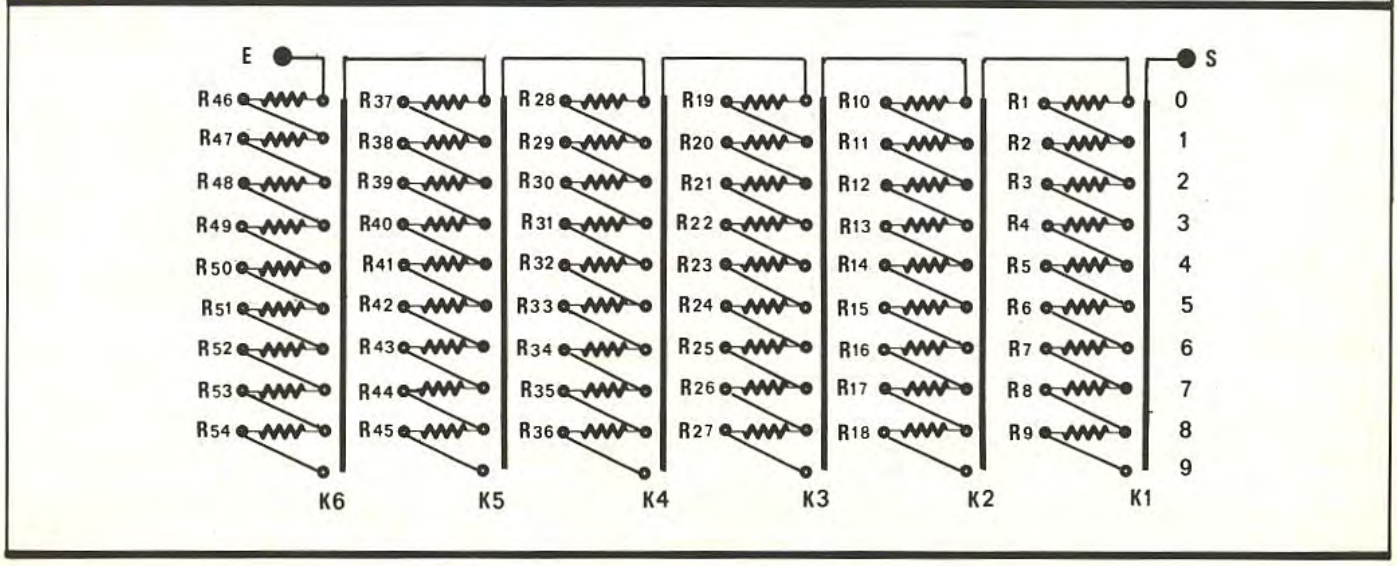


Fig. 1 *Schéma de principe.*

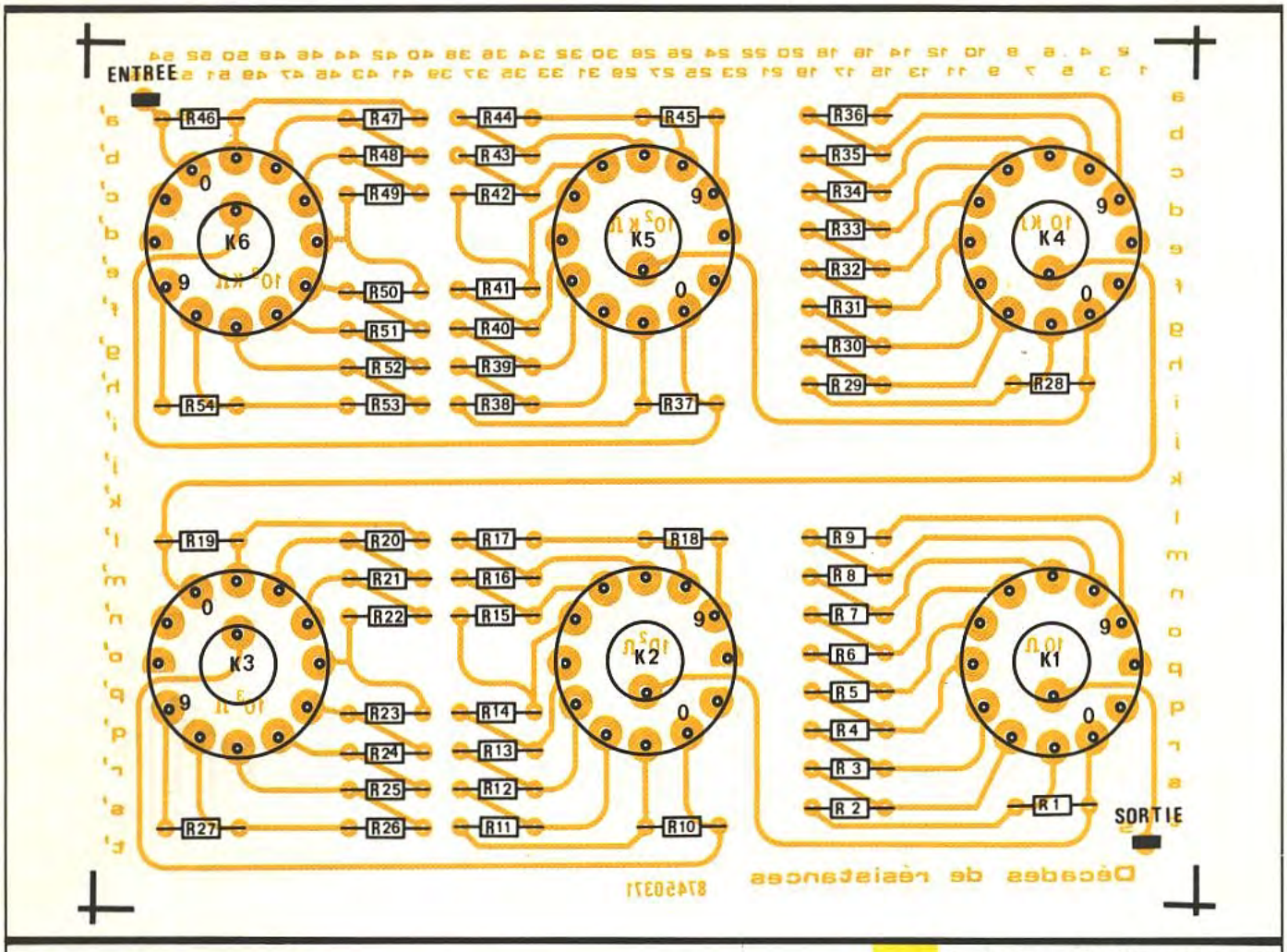
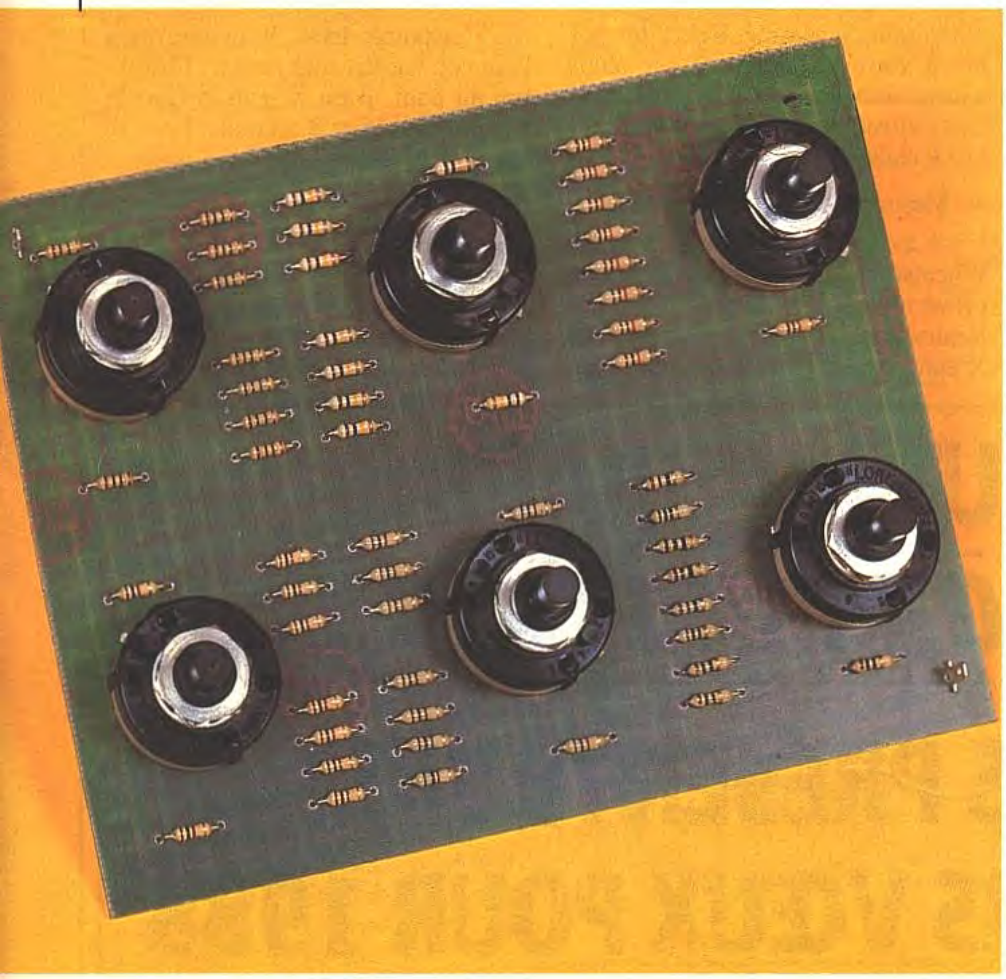


Fig. 2 *Implantation des éléments et tracé du circuit imprimé.*



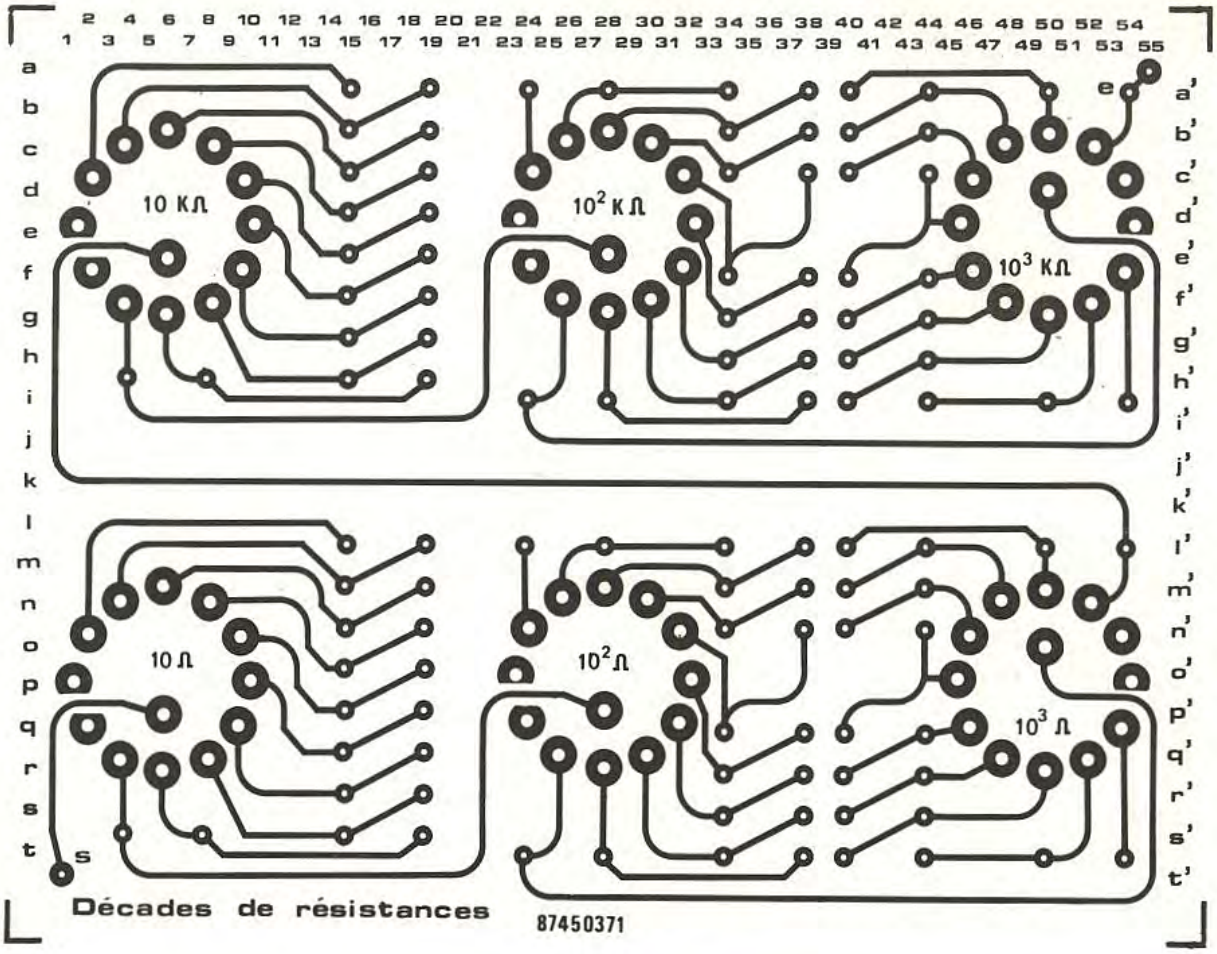
EXEMPLES D'UTILISATION DE LABO 10

En électronique, le chapitre « Mesures » est d'une grande importance. Son interprétation permet de comprendre le fonctionnement d'un ensemble complexe, d'y déceler des défauts éventuels ou de mauvais réglages.

En utilisant Labo 10 en complément de Labo 08 (multimètre digital, E.P. de juin 87), vos travaux pratiques d'électricité prendront un aspect didactique nouveau. Labo 10 trouve ses applications dans les exemples suivants :

1° Polarisation d'un transistor en BF **(fig. 3)**

Insérez votre décade en X et réglez la valeur de telle façon que votre voltmètre indique une tension voisine de V/2 (point de fonctionnement au repos).



2° Mesure des faibles intensités

Choisir une résistance multiple de 10. Insérez-la dans le circuit d'intensité inconnue I. Relevez la tension à ses bornes V. La loi d'Ohm vous donne : I = V/X. Sur le calibre 1 V du multimètre il est ainsi possible de mesurer de 1 μA à 100 mA.

3° Calibrage des gammes de mesure d'un ohmmètre (Labo 08)

Choisissez une résistance voisine du maximum de gamme. Reliez ses bornes à votre appareil calé sur ohms. Ajustez la valeur à l'aide de la résistance ajustable (se référer à votre notice « réglages »).

4° Mesure précise d'une résistance

C'est avec un montage en pont de Wheatstone que votre Labo 10 exprime toute son efficacité.

Réalisez le montage de la **figure 4.** X étant la résistance inconnue, a et b des résistances fixes. Vous pouvez à l'aide de vos décades réaliser l'équilibre du pont. Il est obtenu lorsque la tension entre A et B est nulle. Dans ce cas :

$X = a \times R/b$

Un calcul d'erreur simple permet de mettre en évidence l'intérêt de cette méthode : la précision sur X est pratiquement celle de R si les valeurs de a et b sont connues à 0,1 % près.

TOUTE L'EQUIPE
ELECTRONIQUE PRATIQUE

VOUS PRESENTE SES MEILLEURS VŒUX POUR 1988

APPLICATIONS DES REGULATEURS

L'intérêt d'une alimentation à découpage est son rendement énergétique. En effet, les alimentations classiques (shunt ou série) consomment le surplus de puissance et l'évacuent en puissance thermique dissipée, de par leur mode de fonctionnement linéaire.

Une alimentation à découpage bénéficie de pertes faibles, dues au mode de fonctionnement en tout-ou-rien !
Nous nous attacherons, dans un premier temps, à la mise en œuvre d'un des premiers régulateurs à découpage intégrés : le TL497. Il est désormais très courant et mérite d'être plus largement employé !

CARACTERISTIQUES DU TL497 (fig. 1)

Ce circuit intègre dans un boîtier de 14 broches toutes les fonctions nécessaires à la réalisation d'une alimentation à découpage : un comparateur, une tension de référence, un oscillateur à rapport cyclique variable contrôlé, une protection en courant, un transistor de « puissance » et une diode shottky (rapide). Comme le montre le schéma interne, le comparateur évalue une tension d'entrée par rapport à sa tension de référence et contrôle le transistor de commutation de puissance, sous limitation de courant. Le rôle de la diode, qui est une diode de récupération, se justifiera avec l'association d'une self.
Son rendement est de plus de 60 % (85 % dans la plupart des cas). Le courant de sortie maximal pourra atteindre 500 mA et la tension de sortie est ajustable. Il est même possible de l'inhiber par l'entrée Inh.

Le courant consommé par le circuit est de 10 mA maximum, pour une tension maximale d'alimentation Vcc de + 15 V. Le constructeur recommande toutefois une plage d'alimentation de + 4,5 V à + 12 V. Le courant de collecteur du transistor de commutation sera limité à 500 mA, le maximum absolu étant 750 mA, pour un Vce maximal de 35 V. Les caractéristiques de la diode shottky sont un courant maximal de 500 mA (absolu = 750 mA), une tension directe maximale de 1 V à 500 mA, et une tension inverse de 35 V. La puissance maximale dissipée par le circuit est de 1 W, et inclut donc la dissipation du transistor de commutation (tension

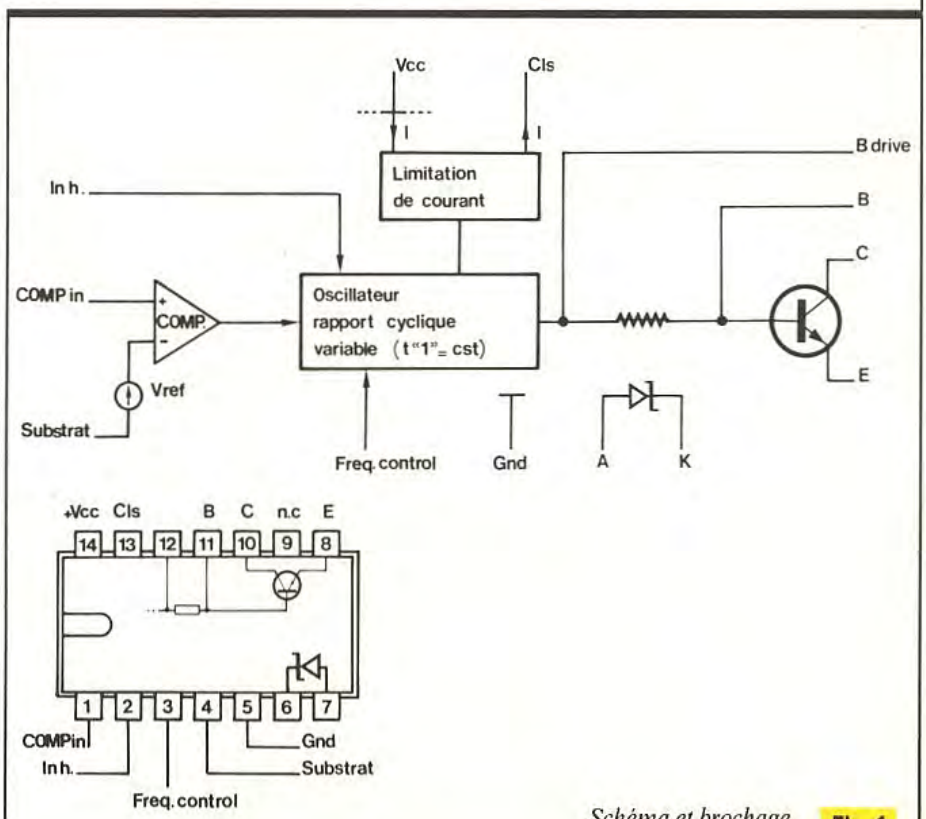


Schéma et brochage. **Fig. 1**

de saturation inférieure à 1 V) et de la diode de récupération !
La tension de référence vaut 1,2 V typique, mais sa valeur est comprise entre 1,08 V et 1,32 V. L'entrée du comparateur consomme un courant de 100 μA maximum et la tension ne pourra dépasser 5 V par rapport à la masse. L'entrée Inh (Inhibation) réagit aux niveaux suivants : « 0 » pour une tension inférieure à 0,6 V et un courant d'entrée inférieur à 10 μA ; « 1 » pour une tension supérieure à 2,5 V et un courant d'entrée inférieur à 1,5 mA. Cette entrée est donc compatible TTL.
La fréquence de l'oscillateur est dictée par la durée de l'état haut, soit $t_{«1»}$, et la variation effectuée par le comparateur, mais varie légèrement selon l'amplitude de Vcc. Pour 5 V < Vcc < 12 V, la variation est faible et $t_{«1»}$ est déterminé principalement par un condensateur C_1 en Freq.control et la relation $t_{«1»} = 11 . C_1$, avec $t_{«1»}$ en μs et C_1 en pF.

MONTAGES DE BASE (fig. 2)

Les alimentations à découpage utilisent les propriétés de selfs en régime impulsionnel, dont la tension aux bornes dépasse celle de commande. On a voulu s'épargner ici les formules mathématiques mettant en œuvre des équations différentielles, pour ne s'attacher qu'à la présentation des montages types et à leur mise en œuvre.

Figure 2a : montage aval (« Boost converter »). Il permet l'obtention d'une tension de sortie inférieure à celle d'entrée. Le réseau RC fonctionne comme un intégrateur dont le résultat est la valeur moyenne de la tension aux bornes de D. Cette tension est rectangulaire, par la commande de l'interrupteur (qui sera un transistor) par un oscillateur. En faisant varier le rapport cyclique du signal de commande, on fera varier la valeur moyenne, et donc l'amplitude de Vs. L'ondulation résiduelle en sortie dépendra du choix de L et C. La diode D est appelée diode de récupération, car elle récupère l'énergie emmagasinée par la self L lors de l'ouverture de l'interrupteur. Il convient donc de réserver ce montage pour Vs < Vcc.

Figure 2b : montage amont (« Buck converter »). Il permet d'obtenir une tension de sortie supérieure à celle d'entrée ! L'interrupteur contrôlera de manière impulsionnelle le courant dans la self, et il en découle une surtension aux bornes de L, lors de l'ouverture de cet interrupteur. Cette tension sera emmagasinée par C pour être restituée en sortie. La diode empêche C de se décharger lorsque l'interrupteur est fermé. Comme pour le montage aval, la tension de sortie Vs est liée au rapport cyclique de l'oscillateur de commande de l'interrupteur (transistor). On réservera donc ce montage pour Vs > Vcc.

Figure 2c : montage inverseur (« Buck-Boost converter »). Il permet l'obtention d'une tension de sortie négative, avec une tension positive d'entrée ! On utilise encore une fois les surtensions aux bornes de la self L. L'interrupteur fermé, L emmagasine l'énergie et, l'interrupteur ouvert, elle la restitue vers Vs et C, au travers de la diode d'isolement D, sous forme de surtension négative ! D bloque la composante positive (Vcc) lorsque l'interrupteur est fermé. C lisse la tension de sortie. Attention à la polarité de C. Dans ce cas aussi, le rapport cyclique du signal de commande du composant de commutation influe sur l'amplitude moyenne de Vs. Ce montage s'applique pour Vs < 0.
L'oscillateur, le transistor de commutation et la diode de récupération étant inclus dans le TL497, la mise en œuvre des différents montages est très simple et ne nécessite que quatre éléments externes, trois résistances et un condensateur. Il est utile de préciser que le rapport cyclique de l'oscillateur variera selon l'action du comparateur. Si on lui applique une fraction de la tension de sortie, on réalise un circuit bouclé et on assure donc la régulation de la tension de sortie.

MONTAGE AVAL AVEC LE TL497 (fig. 3)

On reconnaît le montage aval par le câblage de la self L, du transistor de commutation interne du TL497 (C,E) jouant le rôle d'interrupteur, du condensateur de filtrage C et de la diode de récupération interne du TL497 (A,K). En reliant Substrat à la masse, le comparateur bascule à Vréf., donc, par le pont diviseur R_1, R_2, fixe la tension de sortie G à Vs =

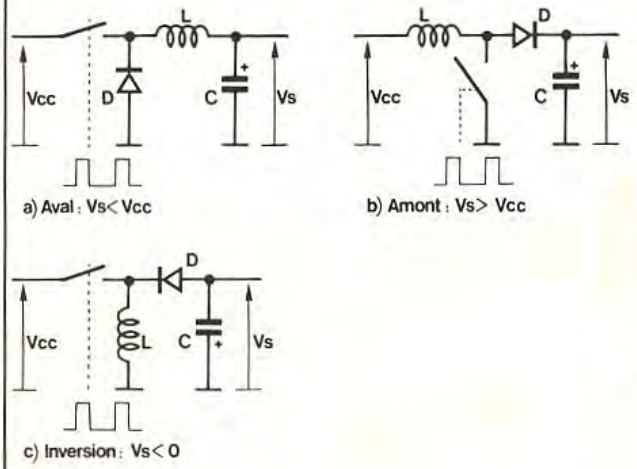


Fig. 2 *Montages de bases.*

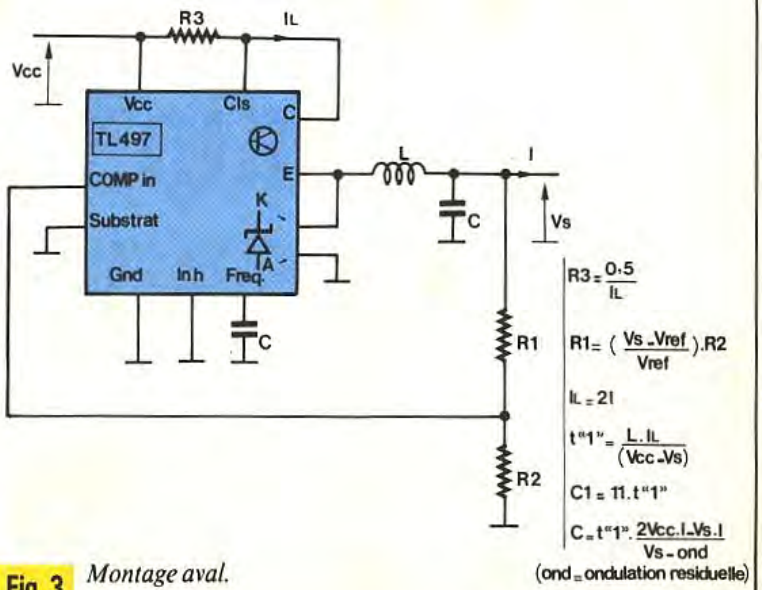


Fig. 3 *Montage aval.*

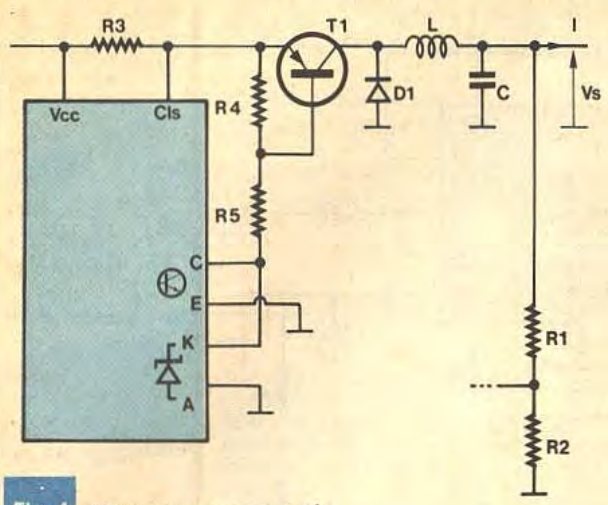


Fig. 4 *Variante montage aval.*

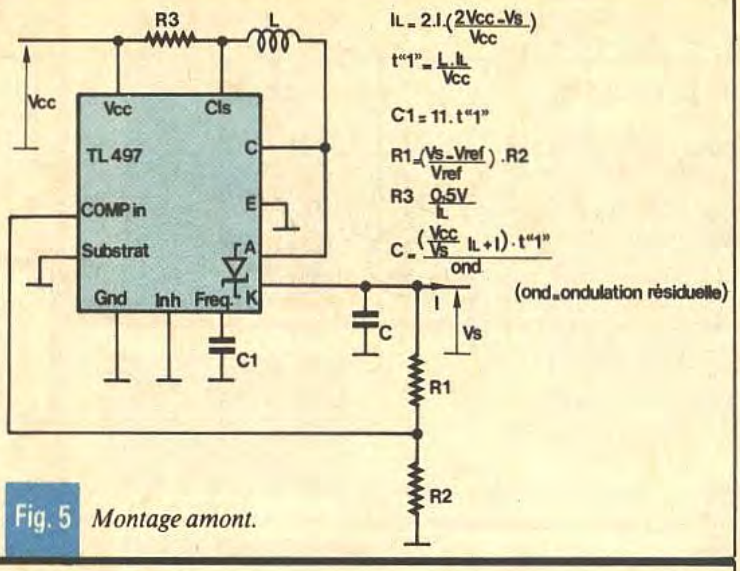


Fig. 5 *Montage amont.*

Vréf. $(R_1+R_2)/R_2$. C_1 fixe la durée de $t_{"1"}$. Le courant crête dans la self, donc le courant maximal dans le transistor de commutation, est limité par R_3. Le transistor de commutation est bloqué lorsque la tension entre Vcc et Cls excède 0,5 V (typique ; 0,45 V à 1 V)). Donc $R_3 = 0,5\ V/I_L$.

Pour la mise en œuvre, il suffit d'utiliser les formules indiquées sur la figure. V_S et I sont connus, puisqu'ils définissent la tension et le courant de sortie. On détermine R_1 et R_2 par la relation qui les lie. Il faudra choisir une valeur arbitraire de R_2, soit 1,2 kΩ, qui simplifie les calculs. Attention à ne pas choisir une valeur trop élevée, car le courant sur l'entrée du comparateur est de l'ordre de 100 µA. On détermine R_3 par le calcul intermédiaire de I_L, sans que I_L excède 500 mA. La self L sera choisie dans la plage 50 µH à 500 µH, pour déterminer $t_{"1"}$ qui devra être compris entre 10 µS et 150 µS. On pourra ainsi déterminer C_1. Il ne reste plus qu'à définir C par l'ondulation résiduelle maximale en sortie, ond, et la formule.

Les limites de Vs et I sont définies par la tension d'alimentation du TL497 et les caractéristiques en courant du transistor et de la diode interne du TL497, soit 500 mA.

Dans l'exploitation des formules, on définira les grandeurs dans l'unité correcte, soit R en ohms, I et I_L en ampères, $t_{"1"}$ en µs, L en µH, C_1 en pF, C en µF, Vs, Vcc et ond en V.

MONTAGE AVAL PLUS PUISSANT (fig. 4)

Par la limitation du transistor et de la diode interne, I_L est limité à 500 mA, aussi il est nécessaire d'utiliser des composants externes pour accroître le courant de sortie ! On utilise donc T_1, transistor PNP de commutation (rapide), commandé par le transistor interne. R_5 limite le courant de base de T_1 et R_4 accélère la commutation. La diode interne protège le transistor interne et D_1, diode de commutation (rapide), joue le rôle de diode de récupération. Il faudra définir R_3 selon la valeur du courant, la formule restant valable. Les autres éléments répondent aux formules de la figure 3.

Le courant I (et I_L) ne sera plus limité que par les caractéristiques de T_1 (Ic, IC) et D_1 (I_D). Le courant peut donc dépasser 500 mA. Pour T_1 et D_1, il faudra choisir des semi-conducteurs rapides, mais l'auteur a observé des résultats concluants avec des transistors classiques, dans certaines applications particulières. A expérimenter, donc...

MONTAGE AMONT AVEC LE TL497 (fig. 5)

Comme précédemment, on reconnaît le montage par le câblage de L, C, et du transistor et de la diode interne. La tension de sortie est fixée par R_1 et R_2 par la même relation car Vsubstrat = 0 V. Il suffit de se reporter à la figure pour appliquer les formules de la même manière que précédemment pour définir les différents éléments, R_1, R_2, R_3, C, C_1 et L, en conservant L dans la plage 50 µH à 500 µH et $t_{"1"}$ de 25 µs à 150 µs.

Les limites de Vs et I sont définies par les caractéristiques du transistor et de la diode interne du TL497, soit 30 V (Vce, Vinv) et 500 mA (Ic, I_D).

MONTAGE AMONT PLUS PUISSANT (fig. 6)

Comme dans la figure 4, on remplace les éléments de commutation internes au TL497, par des semi-conducteurs externes. Cette fois, T_1 est un transistor NPN, R_4 polarise sa base selon l'état du transistor interne et R_3 accélère le blocage de T_1. Les formules de la **figure 5** restent valables. On choisira T_1 et D_1, parmi des modèles réservés à la commutation (rapides, faible tension de saturation...). La diode interne du TL497 ne sera pas utilisée. L'amplitude de V_S et I ne sont plus limités que par les caractéristiques de T_1 (Ic, Vce) et D_1 (I_D, Vinv). Vs peut donc dépasser 30 V.

Exemple : Vs = + 5 V sous 125 mA et ond = 50 mV, et Vcc = + 9 à + 12 V
$I_L = 0,25\ A \Rightarrow R_3 = 0,5/0,25 = 2\ \Omega\ (0,5\ W)$
$R_2 = 1,2\ k\Omega \Rightarrow R_1 = (5-1,2)\ .\ 1200/1,2 = 3,8\ k\Omega$
$L = 500\ \mu H \Rightarrow t_{"1"max} = 500\ .\ 0,25/(9-5) = 31\ \mu s$ (Vcc min.)
$t_{"1"min} = 500\ .\ 0,25/(12-5) = 18\ \mu s$ (Vcc max.)
$\Rightarrow C_{1min} = 11.31 = 340$ pF et $C_{1max} = 11\ .\ 18 = 190$ pF
$\Rightarrow C_{min} = 170\ \mu F$ et $C_{max} = 200\ \mu F$.
On choisit donc : $R_3 = 3,3\ k\Omega + 1\ k\Omega$ ajustable, $R_2 = 1,2\ k\Omega$, $R_3 = 2\ \Omega$
$C_1 = 270$ pF, $C = 330\ \mu F$ (tolérance : – 50 %, + 100 % !) et $L = 500\ \mu H$.

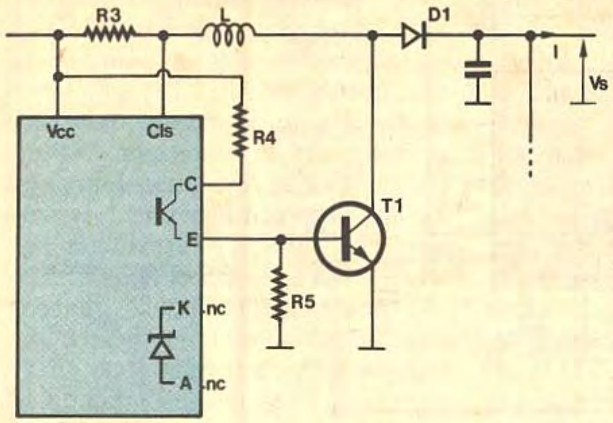


Fig. 6 *Variante montage amont.*

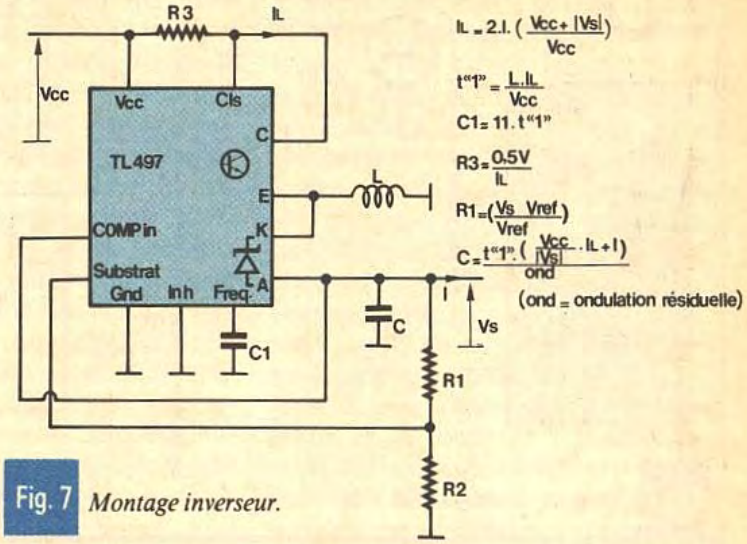


Fig. 7 *Montage inverseur.*

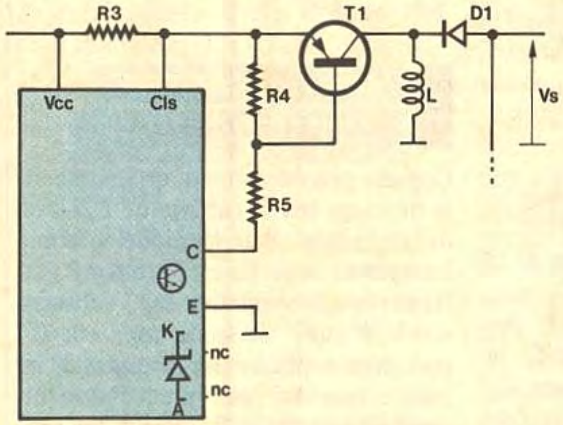


Fig. 8 *Variante montage inverseur.*

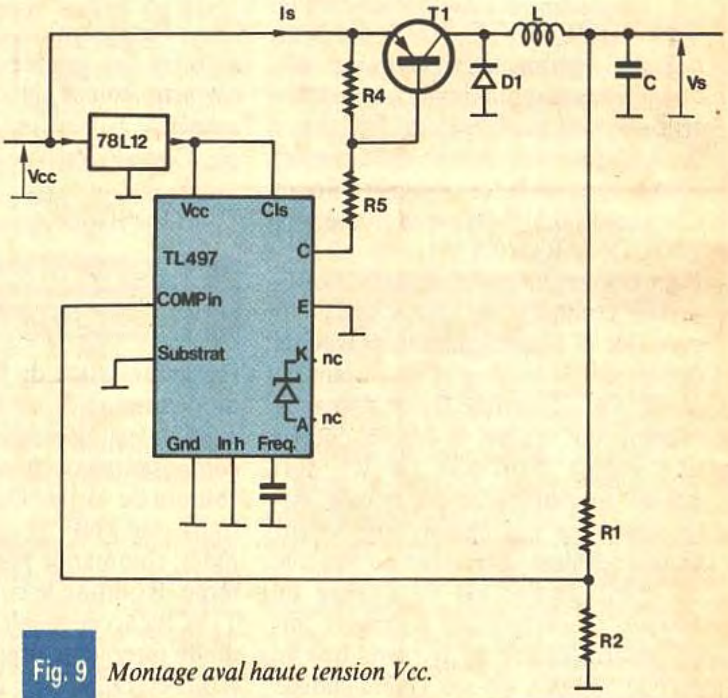


Fig. 9 *Montage aval haute tension Vcc.*

MONTAGE INVERSEUR (fig. 7)

On transpose le montage de base autour du TL497. L'interrupteur est donc remplacé par les connexions C,E du transistor interne, en respectant le sens du courant. On utilise également la diode interne. Il y a toutefois un changement par rapport aux montages précédents, au niveau de l'entrée Substrat. En effet, si Vsubstrat = 0 V, comme la tension de sortie est négative, le comparateur ne jouera pas son rôle (k.Vs = Vréf. impossible). On relie donc Substrat à Vs, ainsi le comparateur agira sur l'oscillateur pour obtenir l'égalité : Vréf. + Vs = $Vs.R_2/(R_1+R_2)$, soit Vréf. = $Vs.R_1/(R_1+R_2)$, qui est possible !
On utilisera les formules pour définir les éléments, en conservant L dans la plage 50 µH à 500 µH et t«1» de 25 µs à 150 µs. La tension et courant de sortie sont limités par les caractéristiques du transistor (Ic, Vce) et de la diode (Ic, Vinv.) interne.

MONTAGE INVERSEUR DE PUISSANCE (fig. 8)

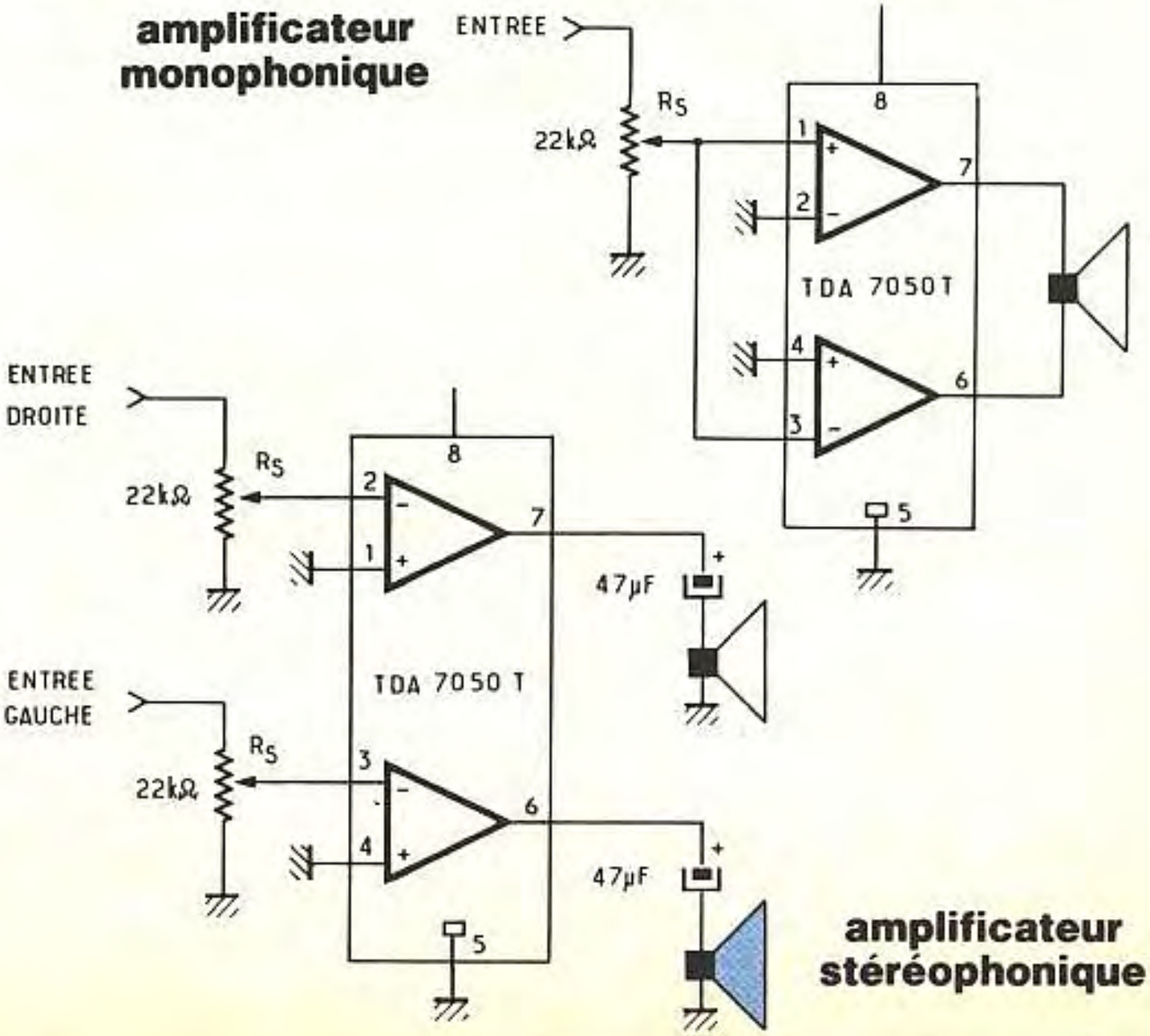
Pour autoriser une puissance plus élevée, on associe un transistor et une diode externes au montage, en respectant les polarités ! D'où le choix d'un transistor PNP. Ces semi-conducteurs seront rapides et « de puissance ». Le transistor T_1 conduira quand le transistor du TL497 conduira à condition de dimensionner correctement R_4 (accélère le blocage) et R_5 (polarisation).

MONTAGE HAUTE TENSION Vcc (fig. 9)

Un regret du TL497 était sa faible tension d'alimentation. A condition d'utiliser un réseau de commutation externe, T_1 et D_1, il est possible de réaliser une alimentation à partir d'une tension supérieure à 15 V. On limite la tension aux bornes du TL497, par un régulateur, tel le 78L12. Si le courant fourni par le TL497 excède 100 mA, on utilisera un 78M12. Le montage aval (puisque c'est l'exemple choisi) est connecté à Vcc, T_1 et D_1. T_1, NPN, sera commandé par le transistor interne du TL497. La tension de sortie est stabilisée par R_1 et R_2.

Le TDA 7050 T

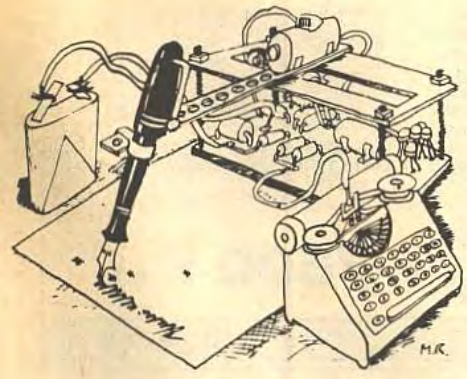
Ce circuit est un double amplificateur audio, ayant la particularité de fonctionner sous une faible tension pouvant aller de 1,6 V à 6 V.
Deux versions sont ici présentées. La première constitue un amplificateur monophonique constitué d'un pont. Ce procédé permet de doubler la tension aux bornes de la charge, et ainsi de quadrupler la puissance délivrée.



Le TDA 7050 T

Alimentation	De 1,6 V à 6 V
Courant de repos	inférieur à 4 mA
Impédance d'entrée	> 1 MΩ en mono – > 2 MΩ en stéréo
Gain en mono (montage en pont)	32 dB
Gain en stéréo (par voie)	26 dB
Puissance en mono pour RL = 64 Ω	150 mW (Vp = 4,5 V/dist. = 10 %)
Puissance en stéréo pour RL = 32 Ω	75 mW (Vp = 4,5 V/dist. = 10 %)
Bruit en sortie (en version mono)	140 μVrms (Rs = 5 kΩ/f = 1 kHz)
Bruit en sortie (en version stéréo)	100 μVrms (Rs = 5 kΩ/f = 1 kHz)

La page du courrier



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

COLLABORATION DES LECTEURS

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

PETITES ANNONCES

35 F la ligne de 33 lettres, signes ou espaces, taxes comprises.
Supplément de 30 F pour domiciliation à la Revue.

Toutes les annonces doivent parvenir avant le 5 de chaque mois
à la Sté AUXILIAIRE DE PUBLICITE (Sce EL Pratique), 70, rue Compans, 75019 Paris C.C.P. Paris 3793-60. Prière de joindre le montant en chèque C.P. ou mandat poste.

MISES AU POINT

TOTALISATEUR EJP
N° 106, Nouvelle Série, p. 127

Sur l'implantation des éléments de la page 127, la diode D_9 a été placée à l'envers, la cathode se trouve en fait vers R_3, comme le mentionne le schéma de principe. Par ailleurs, dans la liste des composants, la résistance R_{13} prend pour valeur 10 kΩ et non 10 MΩ.

TELECOMMANDE TELEPHONIQUE
N° 109 Nouvelle série, p. 75

Dans la liste des composants, il est fait mention, dans la colonne « divers », d'un potentiomètre ajustable « P » dont la valeur prend 4,7 kΩ et non 4,7 Ω.

ANTIVOL MOTO
N° 109, Nouvelle série, p, 62

La figure 4 comporte une sortie + 12 V antivol de direction marquée Newman. Bien sûr, il fallait lire Neiman.

GRADATEUR AUTOMATIQUE
N° 107, Nouvelle Série, p. 129

L'implantation des éléments reste bonne, mais la tracé du circuit imprimé vu par transparence a été mal orienté.

Composition
Photocomposition :
ALGAPRINT, 75020 PARIS
Distribution :
S.A.E.M. TRANSPORTS PRESSE
Le Directeur de la publication :
M. SCHOCK

Dépôt légal :
JANVIER 1988 N° 1041

Copyright © 1988
Société des PUBLICATIONS
RADIOELECTRIQUES et SCIENTIFIQUES

La reproduction et l'utilisation même partielles de tout article (communications techniques ou documentation) extrait de la revue « Electronique Pratique » sont rigoureusement interdites ainsi que tout procédé de reproduction mécanique, graphique, chimique, optique, photographique, cinématographique ou électronique, photostat tirage, photographie, microfilm, etc.
Toute demande à autorisation pour reproduction, quel que soit le procédé, doit être adressée à la Société des Publications Radio Electriques et Scientifiques.

DEPANNONS
PAR CORRESPONDANCE
MICRO-ORDINATEURS :
SINCLAIR, THOMSON, AMSTRAD, YAMAHA...
M.I.I.D
(MAINTENANCE MATERIEL ELECTRONIQUE)
4, place du Pussoir Fidèle
50800 VILLEDIEU
Tél. : **33.51.83.95**

BREVETEZ VOUS-MÊME VOS INVENTIONS
Grâce à notre Guide complet vos idées nouvelles peuvent vous rapporter gros, mais pour cela il faut les breveter.
DEMANDEZ LA NOTICE 78 :
« Comment faire breveter ses inventions »
contre 2 timbres à :
ROPA
BP 41, 62101 Calais.

Répertoire des annonceurs

ABONNEMENT 34
ACER ..... IIe et IIIe couv. + 3-134
ALPHA ELECTRONICS 9
ARQUIÉ 12
AUBANEL 5
CARDEL 8
CDA 73
CENTRAD (ELC) 100
CENTRE ETUDE 8-15-124
CIBOTRONIC 126-127
CIF 45
COMPOKIT 11
COMP. DU LANGUEDOC 36-37
COMPTOIR RADIO ELEC. (CRE) 8
E 85 15
EDITIONS GODEFROY 131
EDITIONS WEKA 129
EDUCATEL (UNIECO) . 67-68-69-70
ELC (CENTRAD) 100
ELECTRO KIT (LDTM) 40
ESM 44
EUROTECHNIQUE 21
FRANCLAIR 101
GENERATION VPC 32
HBN 23-24-25
IFC 18
IPIG 4
ILP (WILLIAMSON) 42-43
ISKRA 18
IFI 126
KARL LEISTER 124
KN ELECTRONIQUE 13
LAG ELEC 121
LDTM (ELECTRO KIT) 40
LEXTRONIC 129
MABEL 132
MANUDAX 22-27
MTC 28
MESURELEC 39-41-43
MMP 18
PANTEC 42
PENTASONIC 29-30-31
PERLOR RADIO 14
PRAGMA SCANNER 11
PRODUCTRON DISTRIBUTION . 44
RAB COMPOSANTS 35-33
RADIO KIT 124
RADIO LORRAINE 10
RADIO MJ 6-7
RAM 38
REUILLY COMPOSANTS ..... IIe et IIIe couv. 3-134
ROCHE 130
SAINT QUENTIN RADIO 19-20
SELECTRONIC 26-42
SELFCO 123
SOLISELEC 16-17
STÉ NOUVELLE RADIO PRIM (SNRP) 128
SYSELCO 9
TÉLÉ ST MARC (TSM) 44-46-47-48-49
TENIP TRONIC 15
TÉRAL ..... IVe couv.
TOLERIE PLASTIQUE (LA) 26
TOUTE L'ELECTRONIQUE 18
UNIECO (EDUCATEL) . 67-68-69-70
WILLIAMSON (ILP) 42-43
YAKECEM 5

Directeur de la Publication : M. SCHOCK. – Imprimeur : LA HAYE-MUREAUX. – Commission paritaire 60165.

METRIX CHEZ TERAL

OX 710 C
Double trace. 2 x 15 MHz. Testeur de composants. Fonction XY.
Livré avec 2 sondes combinées ..... **2995 F**

Composants TERAL

MAGASINS OUVERTS DU LUNDI AU SAMEDI DE 9 H 30 A 19 H SANS INTERRUPTION

26 RUE TRAVERSIÈRE
PARIS 12e
TÉL. : 43.07.87.74 +
MÉTRO : GARE DE LYON

UNAOHM

G4020
Double trace. 2 x 20 MHz. S.V. 15 mV/div. Ligne à retard. Testeurs de composants. Recherche automatique de la trace.
Avec 2 sondes (x 1, x 10) .. **3950 F**

COMPOSANTS · MESURES · LAMPES · SUPPORTS CI TULIPES · CONTACTS DORES

A DES PRIX TERAL

REMISES AUX ÉTUDIANTS

Lignes à retard à ressorts
RE 4 : 39F - RE 6 : 35F -
CHAUVIN ARNOUX
DISPONIBLE CHEZ TERAL

OSCILLOSCOPES

HAMEG

NOUVEAU
HM 203/6
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 ..... **3990 F**

HM 204/2
Double trace 2 x 20 MHz. Ligne à retard. Testeur de composants. Chercheur de trace.
Livrés avec 2 sondes combinées ..... **5470 F**

NOUVEAU
HM 205
Double trace 2 x 20 MHz. Testeur de composants. Mémoire numérique 2 x 1 K. Chercheur de trace.
Livrés avec 2 sondes combinées (sur commande) **6199 F**

HM 605
Double trace 2 x 60 MHz. Ligne à retard. Testeur de composants. Chercheur de trace.
Livrés avec 2 sondes combinées ..... **7449 F**

HM 8001. Appareil de base avec alimentation permettant l'emploi de 2 modules ..... **1550 F**

HM 8021. Fréquencemètre 10 Hz à 1MHz Digital ..... **2478 F**

HM 8035. Générateur d'impulsions 2 Hz à 30 MHz ..... **2950 F**

HM 8032. Générateur sinusoïdal 20 Hz à 20 MHz. Affichage de la fréquence ..... **1850 F**

CREDIT POSSIBLE SUR LA MESURE

PROMO

DECIDEMENT, **MONACOR** FAIT FORT OSCILLO OS 620, 2 x 20 MHz, TESTEUR DE COMPOSANTS, AVEC 2 SONDES **N.C.**

Beckman

9020
Double trace 2 x 20 MHz. Ligne à retard. Testeur de composants. Chercheur de trace.
Livré avec 2 sondes combinées ..... **4699 F**

Perceuse MAXI CRAFT
Mini perceuse avec 9 outils ..... **99 F**
Mini perceuse avec 15 outils ..... **184 F**
TOUTE LA GAMME EN STOCK

Fers

Antex CS 17 LD	125 F	JBC 15 W LD	120 F
Antex XS 25 LD	125 F	JBC 30	97 F
Panne LD à partir de	27 F	JBC 40	97 F

Fer à souder rechargeable ..... **379 F**

MULTIMETRES

Beckman

CADEAUX

DM 10 - Modèle de poche	340 F
DM 15 B - AD/DC - 10A - Bip	447 F
DM 20 L - Gain trans. Bip	497 F
DM 23 - Précision 0.5 % HFE	587 F
DM 25 L - Test trans et Capa	689 F
DM 73 - Gamme Auto-Mini	590 F
DM 77 - Gamme Auto-Hold	610 F
T 100 B - 2000 points - Bip	850 F
T 110 B - 2000 points - Hold	995 F
DM 78 - Multi de poche, avec étui Promo	219 F

METRIX

PROMO DU MOIS

MX 111 : Multi analogique 42 gammes **490 F**

SURPRISES

MX 512 - 28 calibres - 10 A	920 F
MX 562 - Test de diodes et Bip	1150 F
MX 563 - dB-T °C - Beeper	2350 F
MX 575 - 4 1/2 - Fréquence	2999 F
MX 573 - Multi digi-Analog.	2840 F
MX 112 - Idem MX 111 + Gaine	660 F
MX 202 - 4000 Ω/V dB Analog.	NC
MX 462 - Multi élect.	740 F

MONACOR

DMT 5000
Multimètre 4 1/2 digits + transistormètre automatique. DC volt : 02 à 1000. AC volt : 02 à 750. DC ampère : 02 à 10. Résistance : 0 à 20 MΩ. **1399 F**

DMT 900 A
Multimètre. 5 gammes automatique ou manuel. Beep. 10 A. Très compact. Hold.
Prix ..... **545 F**

NOUVEAU 2 MULTIDIGITAUX QUE TERAL VOUS PRESENTE A UN PRIX DEFIANT TOUTE CONCURRENCE

DM850 TC	DMT 5500
3 1/2 DCV/ACV. Ω Gain de trans. POUR SEULEMENT	4 1/2 DCV/ACV. Ω Test diodes POUR SEULEMENT
295 F	**990 F**

SUR TOUTE LA MESURE

PT 140. Multi-mini 11 cal.	90 F
PT 150. Multi.test. bat	119 F
MT 250. Multi.test. bat 10 A	199 F
DMT 2200. Test diodes 10 A	398 F
DMT 870. Test trans. 2000 points	349 F
DMT 2400. Test transt. 10 A	590 F
CM 200. Capacimètre	480 F

FREQUENCEMETRES

Beckman

UC 10. 5 Hz à 100 MHz. Compteur. Intervalles. Périodes. 8 afficheurs ..... **3070 F**

CENTRAD

346 - 1 Hz 600 MHz	1998 F
MC 713 - Mesureur de champ	3499 F

GENERATEURS DE FONCTIONS

FG2. 7 gammes. Sinus carrés triangles. Entrée VCF-OFFSET ..... **1978 F**
AG 1000. Générateur BF. 10 Hz à 1 MHz. 5 calibres. Faible dist. imp. 600 Ω ..... **1388 F**
SG 1000. Générateur HF. 100 KHz à 150 MHz. 6 calibres. Précis 1,5 %. Sortie 100 mV ..... **1379 F**
368. Générateur de fonction. 1 Hz à 200 kHz. Signaux carré sinus triangle ..... **1420 F**

ALIMENTATIONS

ELC

AL 781 N. 0 à 30 V. 5 A digital	NC
AL 745 X. 1 à 15 V. 3 A	NC
AL 812. 1 à 30 V. 2A	NC
AL 785. 13,8 V. 5 A	NC
AL 841. 3 à 12 V. 1 A	NC
AL 784. 13,8 V. 3 A	NC

PROMOTION DU MOIS ALIMENTATION 13,8 V - 5 A PRIX TERAL 419 F

COMPOSANTS

SUPPORTS CI TULIPE

REMISES

8 B	1,50 F	14 B	2,50 F	16 B	3,00 F
18 B	3,50 F	20 B	3,50 F	24 B	4,40 F
28 B	5,00 F	40 B	7,20 F		

PRIX PAR QUANTITÉS

TRANSISTORS LEDS

TRANSISTORS : PRIX PAR QUANTITE

Série 78-05-6-8-12-15	5 F	R Ø 5	1,10 F
L 200	9,20 F	R Ø 3	1 F
LM 317 T	7 F	V Ø 5	1,50 F
LM 350 T	11 F	V Ø 3	1,20 F
2 N 3055 120 V	12 F	J Ø 5	1,50 F
2 N 3442	9 F	J Ø 3	1,20 F
2 N 3773	18 F	O Ø 5	1,50 F
1 N 4148 les 15	4,50 F	O Ø 3	1,20 F

LED PRIX PAR QUANTITEES

CIRCUITS LOGIQUES

SPÉCIALES

CD		4020	4,80	4041	3,40	4069	2,10
		4021	4,80	4042	3,80	4070	2,10
4000	2,00	4022	5,00	4043	4,50	4071	2,10
4001	1,80	4023	2,10	4044	4,40	4072	2,10
4002	2,00	4024	4,10	4046	5,20	4073	2,10
4007	2,20	4025	2,10	4047	5,20	4076	3,50
4008	4,50	4026	6,50	4048	3,20	4077	2,20
4009	3,00	4027	3,10	4049	3,20	4078	2,10
4010	3,20	4028	3,90	4050	3,20	4081	2,10
4011	1,80	4029	4,50	4051	4,70	4082	2,10
4012	2,20	4030	3,10	4052	4,40	4085	2,90
4013	3,10	4031	9,00	4053	4,80	4086	4,40
4014	5,10	4033	8,60	4054	7,80	4089	7,20
4015	4,70	4034	9,50	4055	6,70	4093	3,20
4016	3,20	4035	5,50	4060	5,00	4094	6,10
4017	4,40	4036	18,50	4066	3,30	4095	7,40
4018	4,40	4040	5,00	4068	2,10	4096	8,90
4019	3,20					4097	7,40

LISTE SUR DEMANDE

AUX

CIRCUITS LOGIQUES

ÉTUDIANTS

SN 74 LS		44	9,50	110	8,90	166	7,70
00	2,20	45	15,00	112	2,70	170	4,70
01	2,10	46	8,80	113	3,40	173	4,70
02	2,10	47 A	6,50	114	3,60	174	4,70
03	2,10	48	9,90	115	17,90	175	4,70
04	1,90	50	4,10	116	21,00	176	9,20
05	2,10	51	2,50	121	6,30	180	8,80
06	7,70	53	2,70	122	7,60	181	19,00
07	7,70	54	2,30	123	2,80	182	11,70
08	2,10	60	4,70	125	2,40	190	5,70
09	2,10	70	3,60	126	2,40	191	5,70
10	2,10	72	3,80	128	6,40	192	5,70
11	2,10	73	3,30	132	2,40	193	4,80
12	2,10	74	2,70	136	2,40	194	4,80
13	2,60	75	3,80	138	3,70	195	4,80
14	2,80	76	3,50	139	3,80	196	4,80
15	2,10	78	3,50	141	12,70	198	9,40
16	6,80	80	7,90	145	7,70	199	14,70
17	7,80	81	11,90	147	11,60	221	5,70
20	2,30	82	14,50	148	8,00	241	6,30
21	2,30	83	3,90	150	15,50	242	6,70
22	2,30	85	3,90	151	3,70	243	6,70
25	4,80	86	2,40	153	3,80	244	6,70
26	2,80	89	17,80	154	9,80	245	7,30
27	2,30	90	4,40	155	4,70	247	6,40
28	2,30	91	4,40	156	4,80	251	4,70
30	2,10	92	4,40	157	4,70	253	4,90
31	7,40	93	4,40	158	4,70	257	4,70
32	2,10	94	7,80	160	4,70	258	4,70
37	2,80	95	4,70	161	4,70	259	6,80
38	2,50	96	5,90	162	4,70	260	2,20
40	2,30	100	17,80	163	4,70		
42	3,80	107	3,30	164	4,70		
43	7,70	109	3,30	165	7,50		

MICRO-PROCESSEUR

MC 1488	11,50	MM 4164	17,00
MC 1489	11,50	MM 2732	47,00
MC 6809 E	63,00	MM 2716	35,00
MC 68 A 02	45,00	MM 2764	35,00
MC 68 A 21	25,00	AY3-8910	95,00
MC 68000P	199,00	SPO 256 ALL	135,00
MM 2114	NC	6116	34,00
MM 4116	NC		

DEPARTEMENT UNIQUE EN TRANSFORMATEUR

5 VA, 1 second	39,50 F	5 VA, 2 second	43,00 F
12 VA, 1 second	49,00 F	12 VA, 2 second	53,00 F
25 VA, 1 second	73,00 F	25 VA, 2 second	75,00 F
40 VA, 1 second	97,00 F	40 VA, 2 second	105,00 F
60 VA, 1 second	105,00 F	60 VA, 2 second	113,00 F

COMPOSANTS

CIRCUITS LINEAIRES

CA				TBA	
3161	17 F	556	10 F	120 S	11 F
3162	57 F	567	12 F	820	12 F
LM		723	6 F	970	39 F
311	8,50 F	741	3 F	TDA	
335 Z	24 F	NE		2003	15 F
358	7 F	570	49 F	2004	29 F
555	3,50 F	TBA		4565	39 F
		800	13 F		

LISTE COMPLETE SUR DEMANDE

POTENTIOMETRE CERMET

LINEAIRE. 2,2 K - 4,7 K - 10 K - 22 K - 47 K - 100 K - 210 K - 470 K ..... **25 F**
LOGARITHMIQUE. 2,2 K - 4,7 K - 10 K - 22 K - 47 K - 100 K - 220 K - 470 K ..... **28 F**

TRIMMER MULTITOURS

AJUSTABLES (25 T)
100 Ω - 200 Ω - 500 Ω - 1 kΩ - 2 k Ω - 5 kΩ - 10 kΩ - 50 kΩ - 100 kΩ - 200 kΩ - 500 kΩ ..... **15 F**

CONDENSATEURS MKH

De 1 nF à 0,1 µF	1,40 F pièce
De 0,15 µF à 0,22 µF	1,90 F pièce
De 0,27 µF à 0,39 µF	2,15 F pièce
De 0,47 µF à 0,68 µF	3,20 F pièce

CANON A SOUDER

9 Br mâle	11 F	25 Br mâle	18 F
9 Br fem.	14 F	25 Br fem.	24 F
Capot	13 F	Capot	14 F
15 br mâle	15 F	37 Br mâle	22 F
15 Br fem.	17 F	37 Br fem.	33 F
Capot	14 F	Capot	16 F

COFFRETS

ESM		TEKO	
EB 21/08 FA	77,40 F	P1	15 F - P2 22 F
EC 27/13	175 F	P3	35 F - P4 52 F
ET 32/11	187 F	AUS 12	76 F
ER 48/04	240 F	AUS 22	87 F
ER 48/09	327 F	CABO22	62 F

TOUS LES MODELES DISPOSNIBLES DOC ET TARIF SUR DEMANDE

ILP ELECTRONICS — LA QUALITE PRO
CIRCUITS PREAMPLIFICATEURS · AMPLIS HYBRIDES ET MOS DE PUISSANCE — ALIMENTATION TORIQUES · TRANSFORMATEURS TORIQUES

FICHES

DINS — JACKS — CANNON — FICHES BANANES — FICHES ALIM. — ETC.

OK KIT
PL 66 alim. digitale
PL 82 freq. 50 MHz
OK 86. freq. 1 MHz
PL 61 capac. digit.
PL 56 Volt. digit.
OK 123 Géné BF
PL 44 Base de temps

PROMO NC

MECANORMA

SAFICO
L'OUTILLAGE POUR L'ETUDIANT ET LE PRO

CIF
TOUTE LA GAMME DU N° 1 FRANÇAIS

JELT
POUR PROTEGER VOS MONTAGES ELECTRONIQUES ET LES ENTRETENIR.

NOUS SOMMES DISTRIBUTEURS DES KITS **TSM**

ELECTRONIQUE COLLEGE

TOUS LES COMPOSANTS DES «KITS COLLEGES» SONT DISPONIBLES SEPAREMENT. LISTE ET PRIX SUR DEMANDE

TERAL LE SPECIALISTE DES COMPOSANTS ET DE LA MESURE. UNE VISITE S'IMPOSE
A VOUS DE JUGEZ

CATALOGUES ET DOCUMENTATION SUR TOUTES LA MESURE - KITS - ILP COMPOSANTS - FICHES - CABLES
A DES PRIX FOUS

NOUS EXPÉDIONS EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER
CES PRIX SONT DONNÉS A TITRE INDICATIF ET SONT VARIABLES SE ON L'APPROVISIONNEMENT. TERAL VOUS GARANTIT D'ORES ET DÉJÀ LES PRIX INDIQUÉS PENDANT 2 MOIS