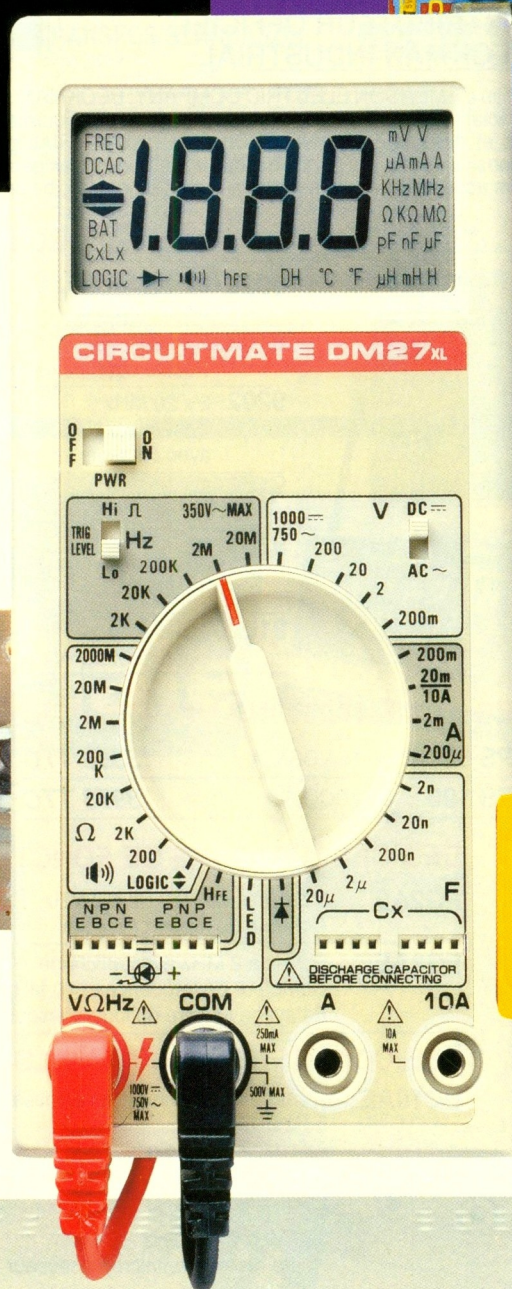
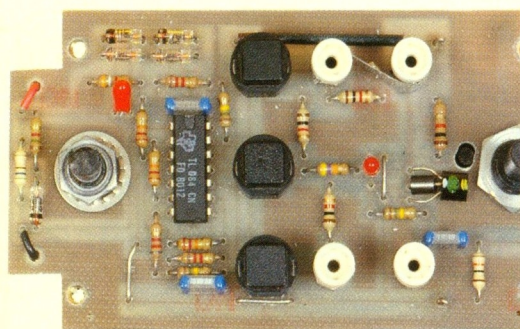


Electronique pratique

TABLE DE MIXAGE
GENERATEUR BF
DETECTEUR D'ECOUTE
L.C. METRE
DIAGNOSTIC BATTERIE
AMPLI CASQUE
BECKMAN DM27, etc.

Sommaire détaillé page 34



JUIN 1990

T 2437 - 138 - 22,00 F

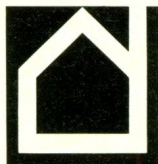


Electronique pratique

FICHE TECHN.



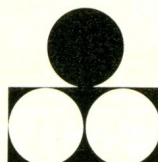
CONFORT



AUTO



JEUX



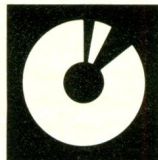
MODELISME



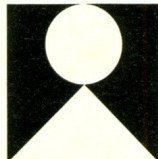
MESURES



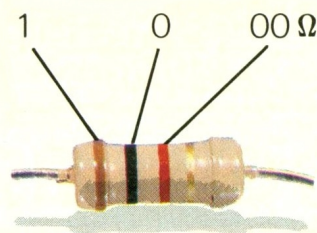
HIFI



GADGETS



INITIATION



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

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

SOMMAIRE N° 138 – JUIN 1990

Revue Pdf

REALISEZ VOUS-MEMES

Un amplificateur stéréo pour casque	35	3
Un générateur basse fréquence	41	9
Une table de mixage pour micros	45	13
Un mini-orgue programmable	52	19
Un détecteur de duplex téléphonique	69	35
Autodiagnostic batterie : tension	73	39
Un potentiomètre digital	77	42
Un adaptateur L-C mètre	83	48

EN KIT

Un émetteur F.M. Educakit	96	61
Un pile ou face Educakit	101	64

PRATIQUE ET INITIATION

Technologie au collège (XIII)	63	29
LOGIC-7	91	56
Le multimètre Beckman DM 27 XL	97	62
Fiches techniques à découper	103	*
Les composants japonais : STK 433...	106	66

DIVERS

Bibliographie	105	—
Courrier des lecteurs	110	68

* La totalité des fiches à découper de la revue Electronique Pratique sont compilés au format pdf dans le N°000 de la même revue.

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 - Fax : 42.41.89.40
Télex PVG 230 472 F

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

Avec la participation de
Georges Marzin, Serge Oiry, José Jorge, Robert Knoerr,
Patrice Wallerich, Guy Isabel, Jean Cerf, Francis Bernard,
Alain Garrigou.

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

PUBLICITE : Société Auxiliaire de Publicité, 70, rue Compans, 75940 Paris Cedex 19 - Tél. : 42.00.33.05 (lignes groupées) CCP Paris 3793-60
Directeur commercial : Jean-Pierre REITER

Chef de publicité : Pascal DECLERCK
assisté de : Joëlle HEILMANN
Promotion : Société Auxiliaire de Publicité
Mauricette EHLINGER

70, rue Compans, 75019 Paris. Tél. : (1) 42.00.33.05
Direction des ventes : Joël PETAUTON
Abonnements : Odette LESAUVAGE

Titre donné en location-gérance à la Société Parisienne d'Édition, 2 à 12, rue de Bellevue, 75019 PARIS

Voir nos tarifs (spécial abonnements, p. 26).

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

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

Les règlements en espèces par courrier sont strictement interdits.

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



« Le précédent
numéro
a été tiré
à 92 000 ex. »

UN AMPLIFICATEUR POUR CASQUE



Il n'est pas rare de ressentir le besoin de disposer d'un amplificateur pour casque avec volume variable. Il est ainsi utile de le doter d'une réserve de puissance suffisante pour l'adapter au large éventail d'impédances que proposent les constructeurs.

Selon le modèle, celle-ci peut aller de $8\ \Omega$ à plus de $1\ \text{k}\Omega$. Bien entendu, cet amplificateur ne pourra pas commander de casque électrostatique, la technologie utilisée étant radicalement différente des casques traditionnels. Outre la réserve de puissance, les efforts ont été portés sur la qualité de son, une bande passante large et une réalisation aisée. Aucun réglage, et câblage minimal du fait de l'implantation de l'embase jack 6,35 et du potentiomètre stéréo directement sur la platine imprimée.

SCHEMA DE PRINCIPE

a) L'amplificateur (Fig. 1)

Nous décrirons uniquement le fonctionnement d'un canal. Le second étant identique.

— Il se compose d'un amplificateur à trois étages, avec entrée sur différentiel.

On remarquera une curieuse LED entre les bases des transistors de sortie, et le couplage des bases des deux sources de courant.

En fait, pour réaliser un amplificateur de quelques centaines de milliwatts, l'auteur s'est contenté de supprimer les composants superflus d'un amplificateur plus puissant.

La modulation musicale de niveau ligne est appliquée au gate de T_1 par l'intermédiaire de C_1 et du potentiomètre de volume. T_1 et T_2 constituent une « paire à longue queue », cœur d'un amplificateur différentiel.

Pour saisir son fonctionnement, il est préférable de remplacer mentalement les deux FET par des transistors NPN.

Les émetteurs des deux transistors sont au même potentiel car reliés à une résistance commune. Comme les chutes de tension VBE sont identiques pour les



deux transistors, les potentiels présents sur les bases sont sensiblement les mêmes. Ainsi, T_2 recopie constamment sur sa base la variation de potentiel de la base de T_1 .

La sortie du différentiel, prise sur le collecteur de T_1 , émet un signal d'erreur en rapport avec la différence existant entre les deux bases. Ce signal résulte de l'obligation pour les deux transistors de maintenir la somme des courants de collecteur égale au courant d'émetteur.

Dans notre application, nous maintenons constant le courant d'émetteur à l'aide d'une source. En agissant ainsi, nous optimisons le fonctionnement du différentiel en accroissant son gain à vide de façon spectaculaire, et en rendant ses caractéristiques indépendantes de la tension d'alimentation.

On se rend très vite compte que la qualité de son de l'amplificateur dépend étroitement de la

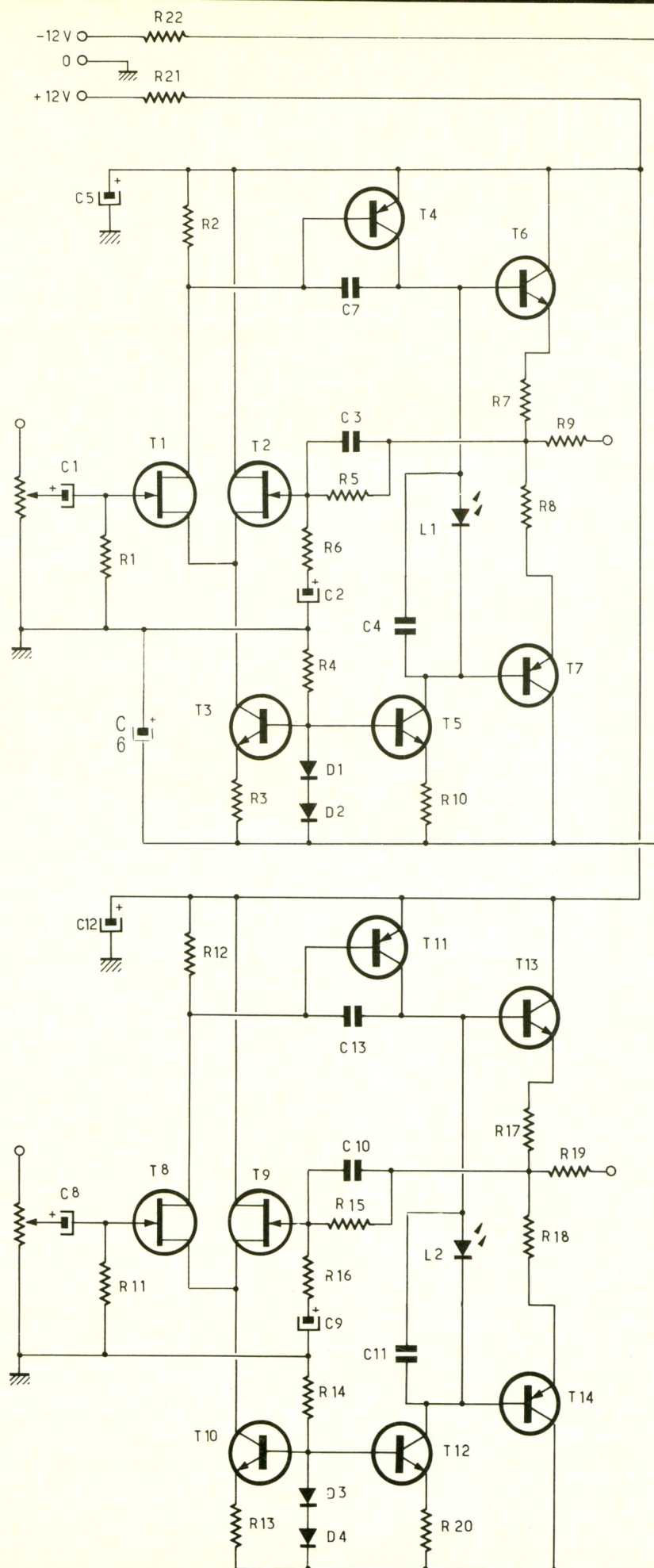
qualité des transistors employés dans le différentiel.

Puisque la tension d'alimentation de notre ampli casque est assez modeste, l'idée nous est venue de bénéficier de la qualité que l'on attribue généralement aux FET. Nous avons donc installé des 2N 3819 en lieu et place des BC 109C prévus initialement pour T_1 et T_2 .

Nous avons constaté qu'aucune modification supplémentaire n'a été nécessaire, le principe du différentiel étant le même dans les deux cas.

C'est d'ailleurs un des aspects les plus remarquables du différentiel. Son principe offre une grande latitude quant au choix des paramètres qui l'entourent.

Ainsi, la valeur de la tension d'alimentation peut être choisie dans une large fourchette. Les sources de courant T_3 et T_5 se chargent de maintenir le point de fonctionnement optimal de l'amplificateur.



Le gain en tension est déterminé par le rapport R_5/R_6 . Il est lui aussi indépendant de l'alimentation. Nous l'avons fixé à 10, ce qui permet d'amplifier dans de bonnes conditions tous niveaux « ligne » (magnétophone, CD, table de mixage, etc.). Le condensateur C_2 , en constituant une barrière pour le courant continu de sortie, fixe le gain en tension continue à 1. En l'absence de ce condensateur, la tension d'offset d'entrée se retrouverait à la sortie multipliée par 10.

Le deuxième étage est constitué par T_4 , T_5 et L_1 .

Pourquoi une LED ?

Pour compenser la chute de tension V_{BE} des transistors de sortie, il convient de réaliser un décalage d'un minimum de 1,4 V entre les bases de T_6 et T_7 . Pour cela, on utilise généralement des diodes 1N 4148 montées en série, ou une diode Zener. La chute de tension aux bornes d'une LED rouge sera un peu supérieure à 2 V, et constante. Elle fait donc office de diode Zener.

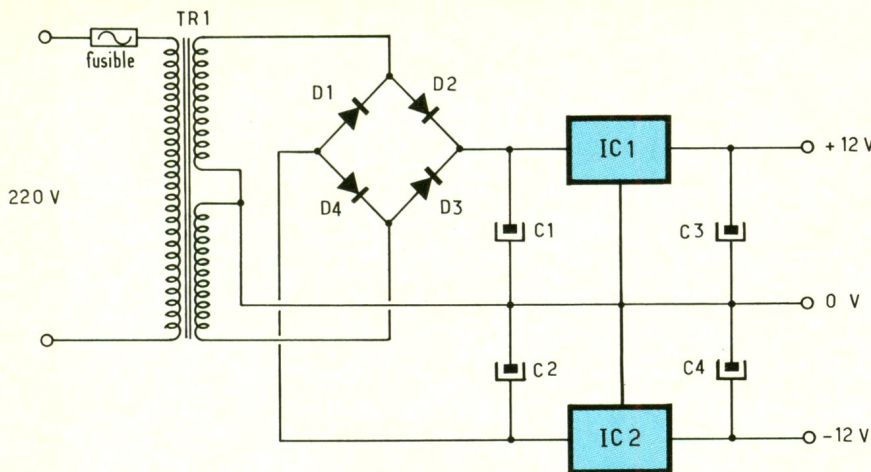
La base de la source de courant T_5 partage sa tension de référence avec T_3 . Deux diodes montées en série et polarisées en sens direct se comportent comme une diode Zener de 1,2 V. Ce potentiel appliqué à la base d'émetteur à 600 mV. (tension de base moins la chute V_{BE}).

En maintenant constant ce potentiel aux bornes de R_{10} et R_3 , ces transistors stabilisent le courant dans les deux branches à des valeurs déterminées et indépendantes de la modulation musicale. On bénéficie ainsi d'un gain à vide très élevé qui découle du fait qu'une source de courant correspond à une résistance de très forte valeur pour les signaux alternatifs.

La puissance modeste de notre amplificateur nous autorise à utiliser des transistors à faible dissipation pour le push-pull de sortie. La bande passante se trouve privilégiée par ce choix, et seule la présence de condensateurs céramiques aux points clés la limitera dans le domaine des basses fréquences. En outre, ces condensateurs immunisent le montage contre les départs en oscillations spontanées.

La présence de R_9 limite le courant de sortie et protège l'amplificateur contre les courts-circuits.

1 Chacune des entrées de l'amplificateur se compose d'un différentiel construit à l'aide d'une paire de transistors FET.



REALISATION PRATIQUE

a) Les circuits imprimés (fig. 3 et 4).

Vous ne devriez pas rencontrer de difficultés pour reproduire le dessin des pistes de l'ampli casque. Peut-être devrez-vous adapter l'écart des pastilles du potentiomètre stéréo en fonction du modèle que vous emploierez. De même, vérifiez que les modèle d'embase jack 6,35 s'adapte au dessin proposé. Dans le cas contraire, modifiez l'emplacement des pastilles.

Enfin, un découplage efficace de l'alimentation est réalisé par R_{21} et R_{22} , associées à des condensateurs chimiques.

b) L'alimentation (fig. 2).

Si vous désirez réaliser l'amplificateur sous forme d'appareil autonome, il faudra le doter d'une alimentation de deux fois 12 V. Il n'y a rien de particulier à dire sur ce schéma désormais classique.

Compact, réunissant sur une même platine le transformateur, le redresseur, le filtrage et la régulation, cette configuration s'adapte à toutes les applications nécessitant un courant faible et la symétrie des tensions. Des diodes 1N 4148 remplacent les traditionnelles 1N 4001, ces premières étant beaucoup moins onéreuses et adaptées au courant généré.

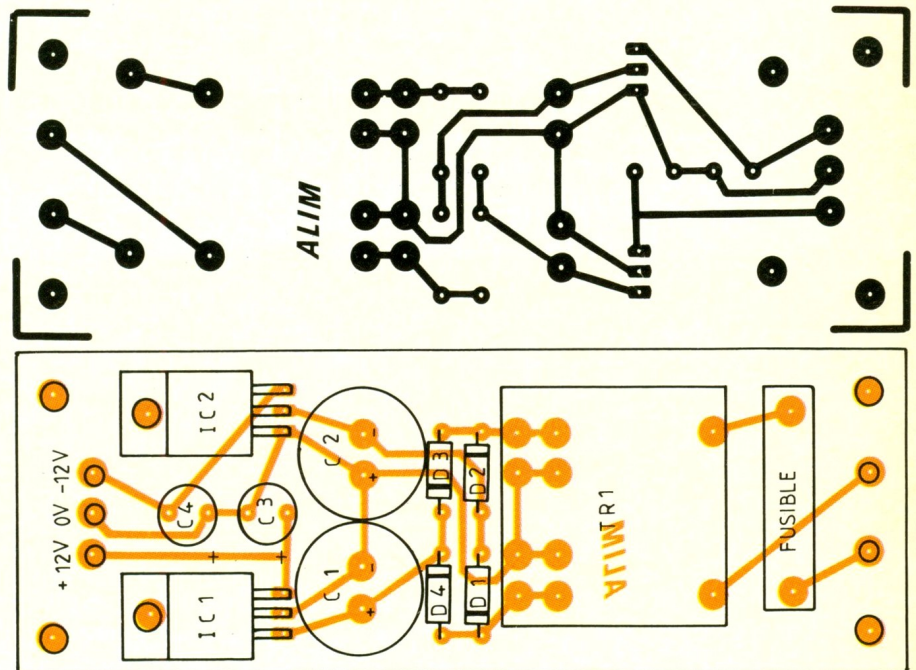
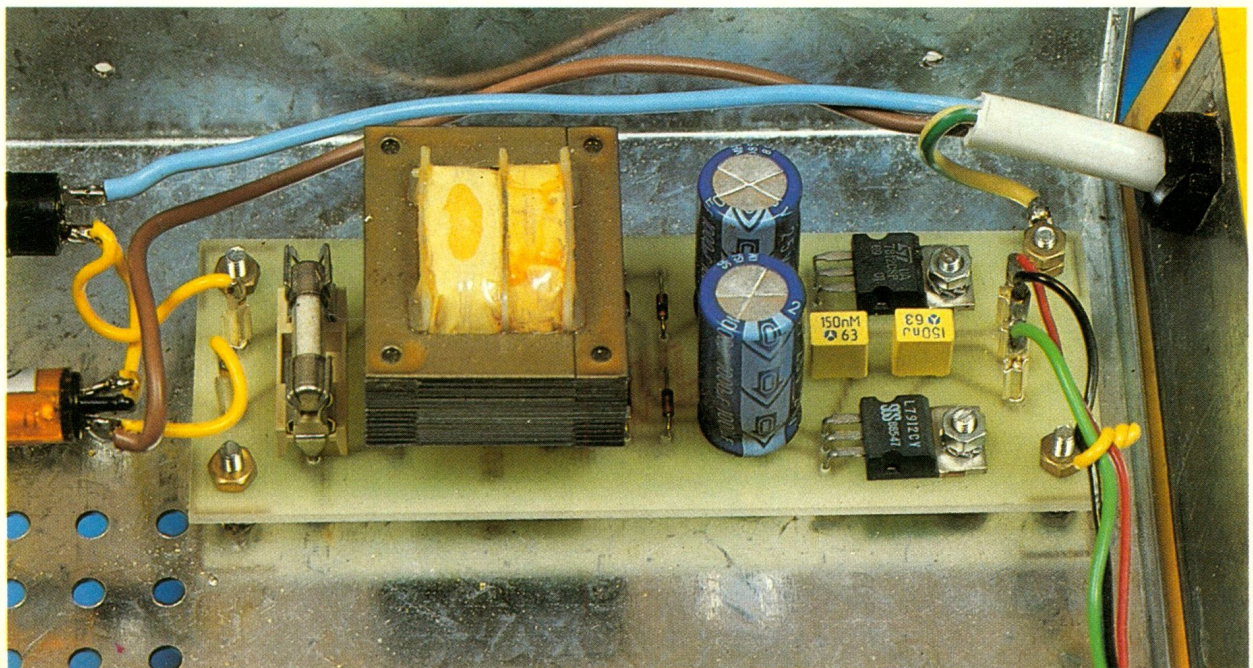


Photo 2. – Vue de la platine d'alimentation : on remarquera la symétrie des deux étages.



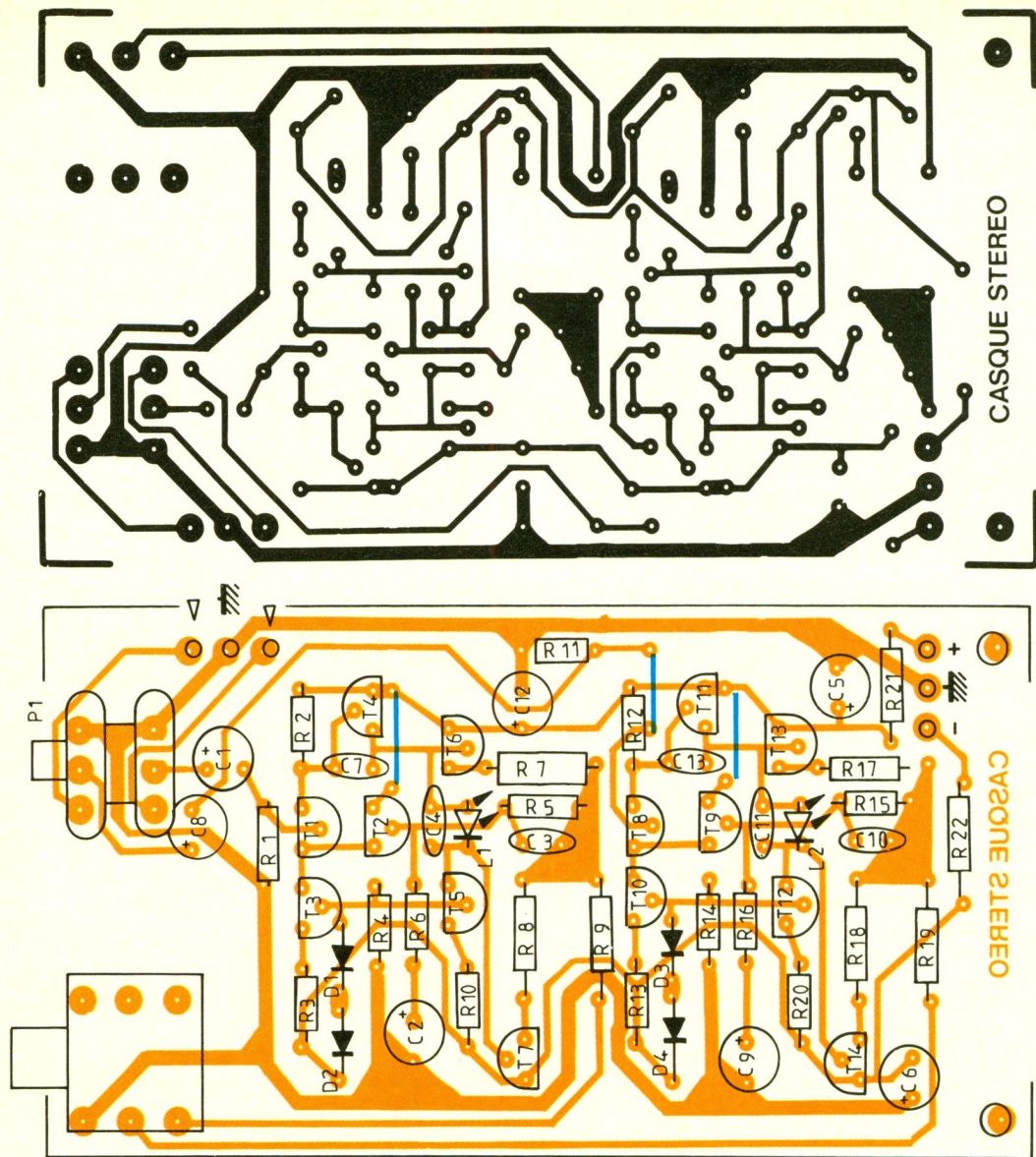
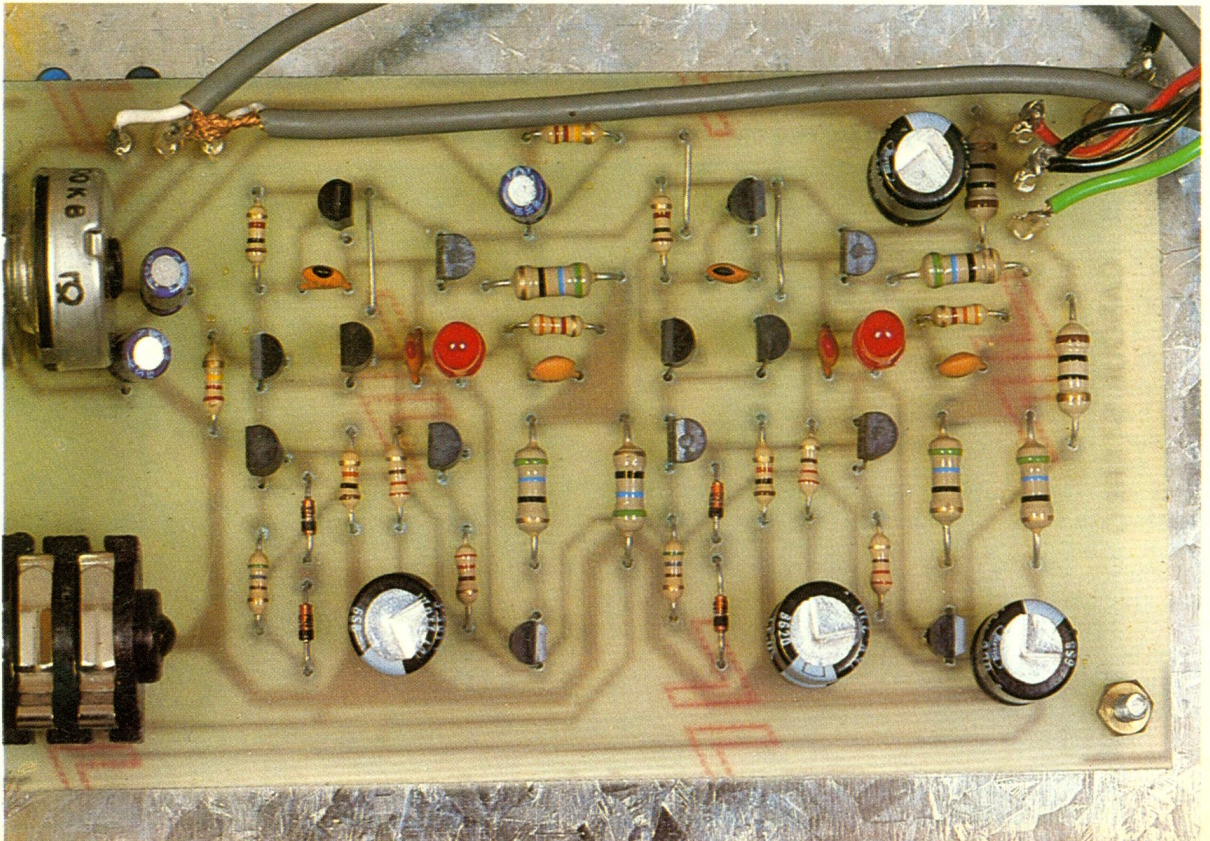


Photo 3. – La sortie de l'amplificateur se réalise à l'aide d'un jack stéréo soudé sur le C.I.



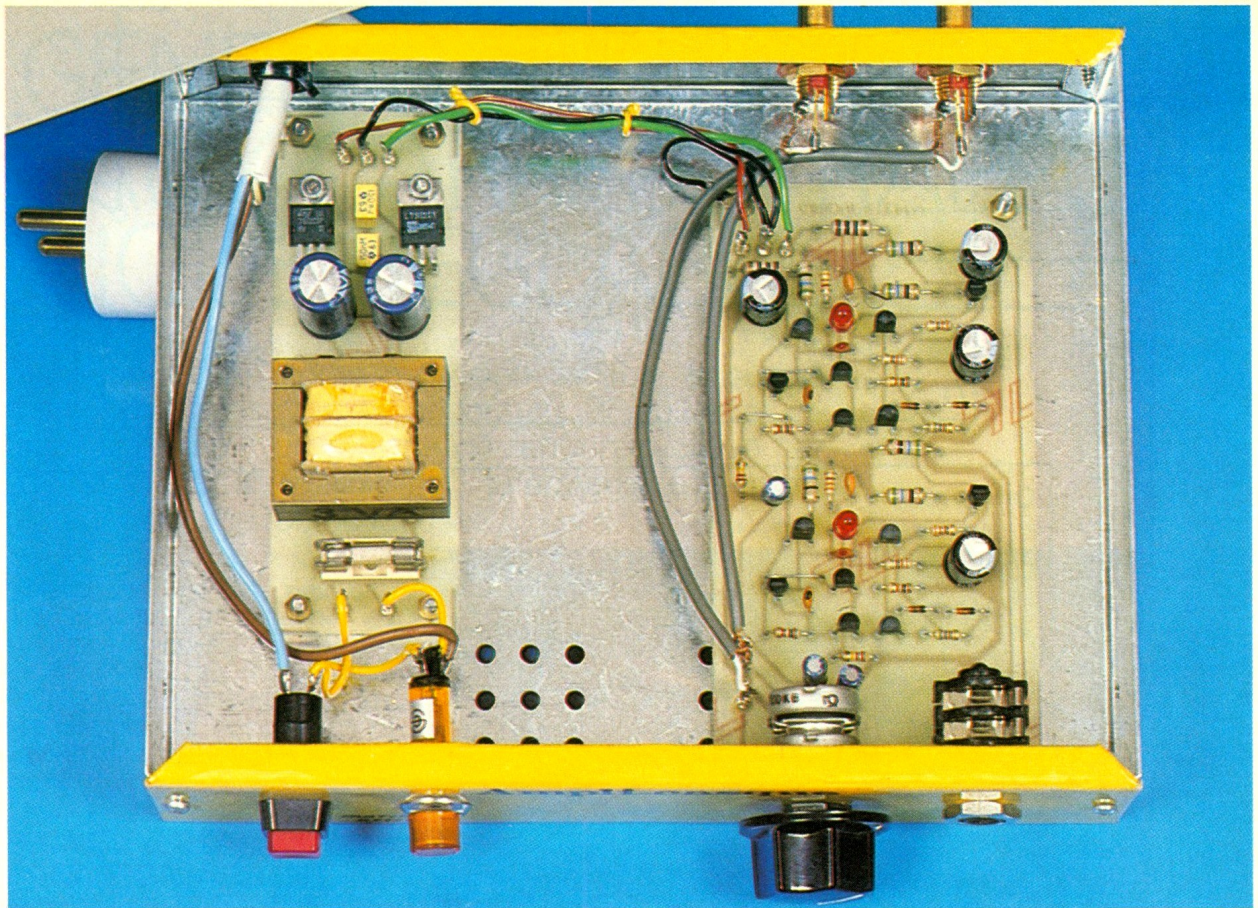


Photo 4. – L'ampli casque s'insérera parfaitement dans un boîtier ESM.

Si vous réalisez l'alimentation, vous remarquerez que la platine peut accueillir deux modèles de transformateur, 1,5 VA ou 3 VA. Cette disposition vous permettra de réutiliser ce dessin dans de multiples occasions.

Les supports en verre époxy seront préférés à la Bakélite, car leur qualité mécanique autorise éventuellement plusieurs soudages et dessoudages. On n'est jamais à l'abri du démontage d'un composant défectueux.

Le perçage est facilité par la présence de deux formats de pastilles. On utilisera un foret de 0,8 mm pour les petites, et de 1,2 mm pour les grandes.

b) L'implantation des composants

On note la présence de trois straps, que l'on implantera en début de travail, en même temps que les résistances et les diodes. Les condensateurs suivront, en respectant la polarité des chimiques. On s'inspirera des photographies, particulièrement parlantes à cet égard. Viennent ensuite les transistors bipolaires. L'orientation des BC 557 étant l'inverse des BC 547, il vous sera difficile de commettre une étourderie. Vérifiez le sens d'implantation de la LED, l'anode étant re-

pérée par le fil le plus long. Renoncez à la tentation de disposer les LED en façade, leur rôle dans le circuit étant différent de la simple visualisation de l'état de marche. Implantez les transistors à effet de champ en dernier, après le potentiomètre, le jack et les picots. Vous limiterez ainsi l'accumulation de charges électrostatiques lors des soudures. Les manuels recommandent le branchement du fer à souder à la masse pour le soudage de ces composants particulièrement sensibles.

Le montage de l'alimentation fera lui aussi l'objet de toute votre attention. Presque tous les composants ont un sens. L'inversion de l'un d'eux serait préjudiciable pour le transformateur.

c) Le câblage (fig. 5)

La figure 5 décrit le câblage de l'amplificateur pour casque en tant qu'appareil autonome. Toutes les liaisons avec les modules sont réalisées à l'aide de picots mâle et femelle. Cette méthode a maintes fois prouvé son efficacité quand un démontage est nécessaire.

Vous serez exigeants sur la qualité de câblage de la partie 220 V. Prévoyez un dispositif antitraction sur le câble d'alimenta-

tion. Le témoin de fonctionnement est un néon que l'on branche en parallèle après l'interrupteur.

Utilisez autant que possible du fil de couleur en rapport avec sa fonction :

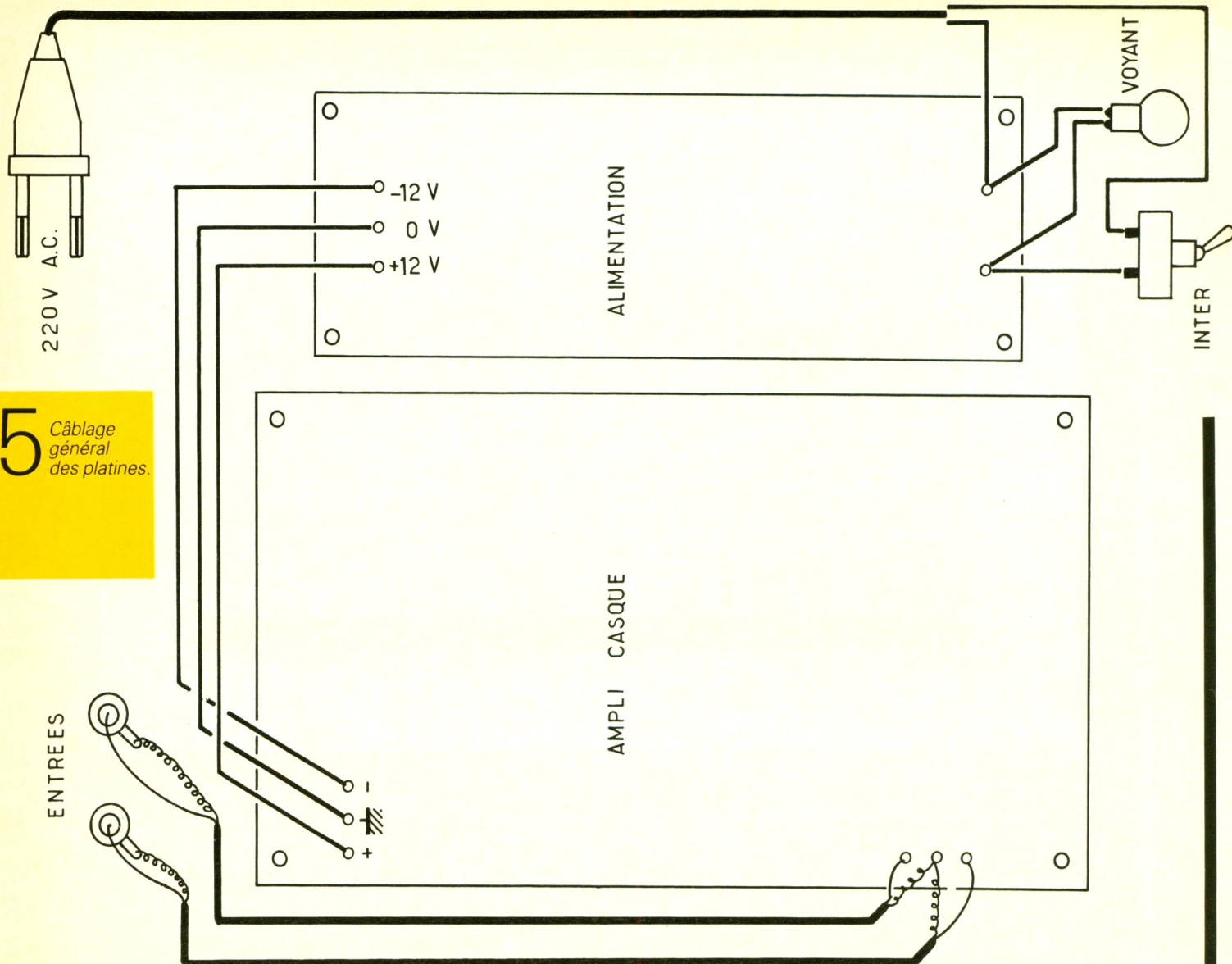
- rouge pour le + 12 V,
- noir pour le 0 V,
- vert pour le - 12 V

En effet, trois fils, trois possibilités d'erreur, toutes trois fatales. Les entrées se font sur embases CINCH, qu'il est préférable de choisir isolées. Le fil blindé est obligatoire.

Le boîtier utilisé est un modèle métallique de marque ESM. IL sera connecté à la masse en un seul point. Toutes ces mesures d'isolation et de blindage visent à éliminer tout risque de ronflement. Le bruit, en l'absence de modulation musicale, doit être parfaitement indécélable à l'oreille.

MISE AU POINT

Avant de mettre en marche le montage, prenez le temps de détecter l'ultime erreur et la dernière inversion de polarité. Les FET sont des composants capricieux. La disparité des caractéristiques que l'on rencontre d'un modèle à l'autre est très grande.



5 Câblage général des platines.

Nous avons constaté sur un de nos prototypes la présence d'un petit bruit de fond sur un des canaux. Le remplacement des FET du différentiel par une autre paire a éliminé le problème.

différence entre les deux est très subjective, comme tout ce qui touche à la haute fidélité, une fois dépassé un certain seuil.

G. MARZIN

CONCLUSION

Vous disposez maintenant d'un amplificateur capable de commander une large variété de casques d'écoute. Sa dynamique s'adapte très bien au compact-disc.

L'auteur se doit de faire écho aux recommandations relatives à l'écoute à fort volume. La pression acoustique générée par un casque audio peut dépasser allègrement les 100 décibels, et la surdité commence par une perte progressive de sensibilité dans le haut du spectre.

Un dernier point : si vous rencontrez des difficultés pour vous approvisionner en 2N 3819, remplacez-les par des BC 109C ou des BC 549C. Somme toute, la

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

Amplificateur

R_1, R_{11} : 220 k Ω (rouge, rouge, jaune)
 R_2, R_{12} : 1 k Ω (marron, noir rouge)
 R_3, R_{13} : 560 Ω (vert, bleu, marron)
 R_4, R_{14} : 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R_5, R_{15} : 3,3 k Ω (orange, orange, rouge)
 $R_6, R_{10}, R_{16}, R_{20}$: 330 Ω (orange, orange, marron)
 $R_7, R_8, R_9, R_{17}, R_{18}, R_{19}$: 56 Ω 1/2 W (vert, bleu, noir)
 R_{21}, R_{22} : 10 Ω , 1/2 W (marron, noir, noir)

P_1 : 2 $\times$ 100 k Ω , LOG (B)
 C_1, C_8, C_{12} : 4,7 μ F/16 V
 C_2, C_5, C_6, C_9 : 220 μ F/16 V
 C_3, C_7, C_{10}, C_{13} : 33 pF
 C_4, C_{11} : 470 pF
 L_1, L_2 : LED rouge
 D_1, D_2, D_3, D_4 : 1N 4148
 T_1, T_2, T_8, T_9 : 2N 3819, (ou BC109C, voir texte)
 $T_3, T_5, T_6, T_{10}, T_{12}, T_{13}$: BC 547
 T_4, T_7, T_{11}, T_{14} : BC 557

Alimentation

C_1, C_2 : 1 000 μ F/25 V radial
 C_3, C_4 : 4,7 μ F 25 V radial
 D_1, D_2, D_3, D_4 : 1N 4148
 IC_1 : 7812
 IC_2 : 7912
 TR_1 : 2 $\times$ 12 V, 3 VA

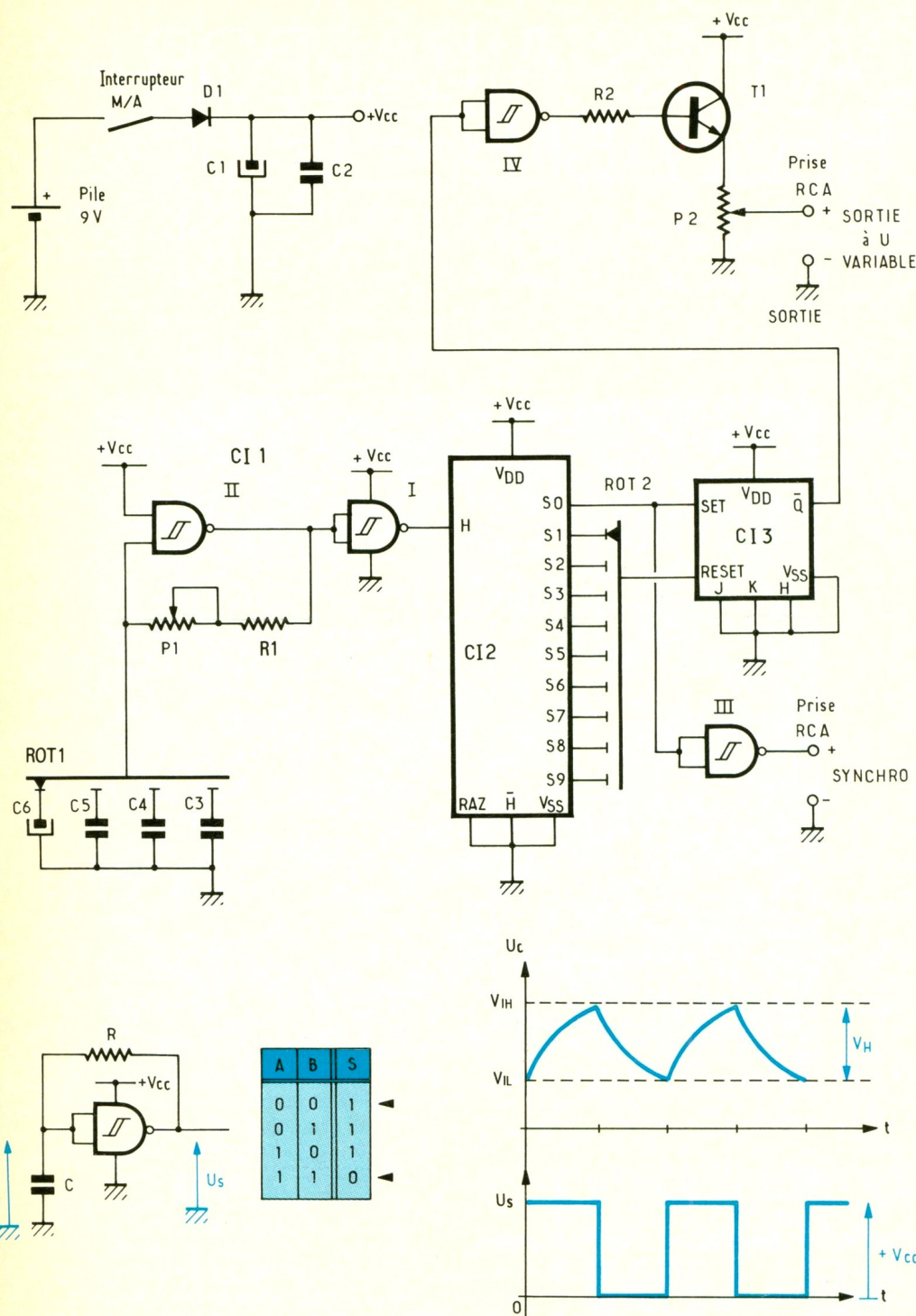
Divers

1 embase jack stéréo, pour circuit imprimé
 1 inter marche/arrêt
 1 témoin de fonctionnement
 1 boîtier ESM EB 21/05 FA

N° 138 ELECTRONIQUE PRATIQUE 41

2 Schéma développé : l'oscillateur se compose de la porte Trigger II, du condensateur sélectionné par ROT 1 et de R₂ et P₁ servant respectivement de butée et de réglage de la fréquence.

3 Principe et courbes d'un astable à porte Nand Trigger.



nogrammes de la **figure 4**. Les signaux issus de la sortie de la NAND II sont remis en forme et inversés par NAND I, pour être ensuite appliqués sur l'entrée horloge de CI₂, un compteur Johnson CMOS, référencé 4017.

Son fonctionnement tel qu'il est configuré reste simple :

Chacune des impulsions transmises en H fait déplacer un état haut de proche en proche, de la sortie S₀ à la sortie S₁, puis de S₁ à S₂, ainsi de suite jusqu'à S₉. Un rebouclage s'effectue alors sur S₀, et le cycle recommence. On obtient ainsi un compteur modulo 10.

La sortie S₀ se connecte à l'entrée Set (mise à 1) de la bascule J-K (CI₃).

A chaque créneau présent en S₀, le front montant positionne la sortie Q à 1 (donc $\bar{Q}$ à 0). La sortie de CI₂, sélectionnée par ROT₂ (reliée à Reset de CI₃) remet la J-K au repos, donc Q à 0 ($\bar{Q}$ = 1), lorsqu'un créneau apparaît.

Suivant la sortie sélectionnée (de S₁ à S₉) on obtient un rapport cyclique différent (le rapport cyclique repéré α est égal au quotient de la durée d'un niveau haut par la période (voir **fig. 5**), puisqu'il faut attendre une nouvelle impulsion en S₀ pour recommencer une période.

Cette astuce permet d'obtenir un signal de fréquence constante en $\bar{Q}$ de CI₃, quelle que soit la valeur de α , égale au dixième de la fréquence des créneaux présents en H de CI₂.

La sortie synchro

Celle-ci fournit un créneau négatif à chaque début de période, correspondant à la sortie S₀, inversée par la NAND III. Suivant utilisation, celle-ci pourra être bufferisée, voire complémentée.

La sortie à tension variable

$\bar{Q}$ de CI₃, après avoir été inversée par NAND IV, attaque via R₂ le transistor T₁. Celui-ci dispose d'un potentiomètre dans son émetteur, sur lequel on récupère une portion plus ou moins importante de l'amplitude maximale des créneaux, selon la position du curseur.

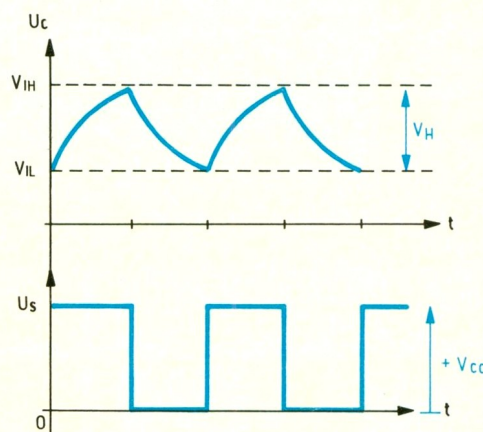
bornes atteigne V_{IH}. A cet instant, le niveau logique est considéré comme égal à 1, sur les deux entrées (puisque celles-ci sont reliées entre elles).

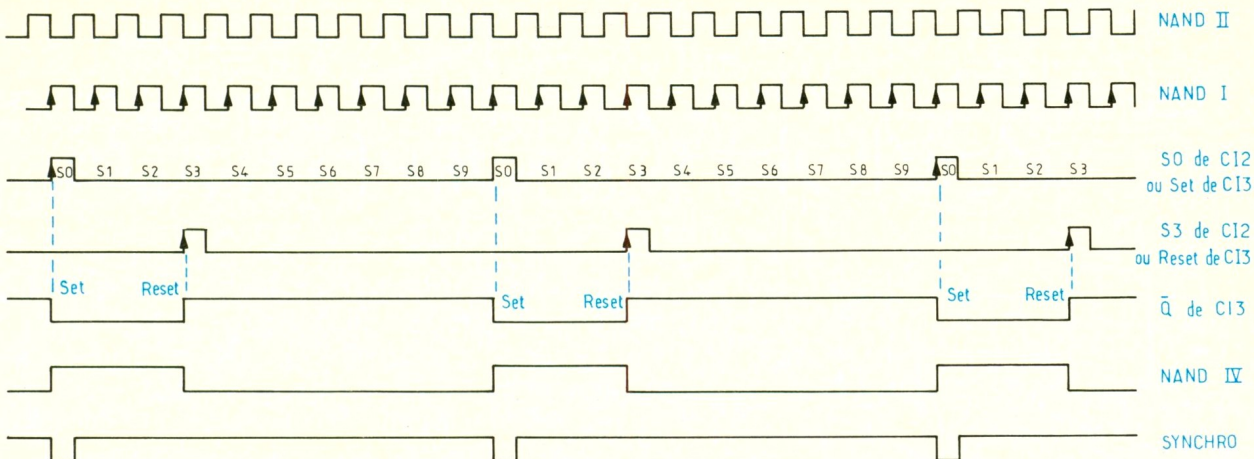
La sortie fournit alors un niveau bas (U_S = 0 V). Le condensateur peut donc se décharger à travers R jusqu'à atteindre V_c = V_{IL}, qui sera considéré comme un niveau logique 0 par les entrées. La porte rebasculera et le cycle se poursuivra ainsi indéfiniment.

La fréquence des créneaux de sortie dépendra des valeurs de R et de C : plus celles-ci seront élevées, plus f deviendra faible. Pour finir, ROT₁ sélectionnera les gammes tandis que P₁ ajustera la fréquence de sortie.

Réglage du rapport cyclique

On le réalise à l'aide de CI₂-CI₃ et ROT₂. Reportons-nous aux chro-





Le circuit imprimé

On reproduira le tracé du circuit soit directement sur le cuivre d'une plaque en époxy, soit sur

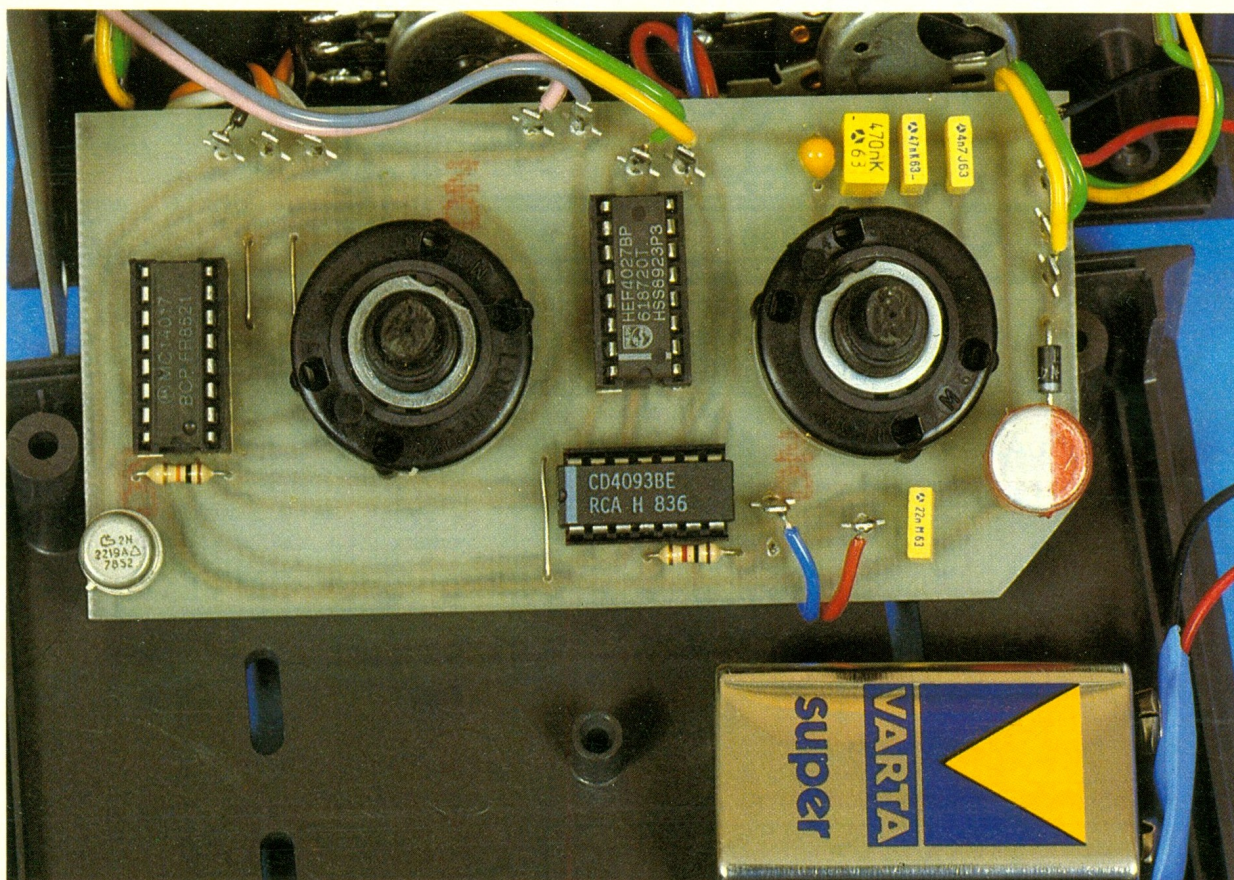
un « mylar » transparent (ou un calque). Selon le choix, on effectuera la gravure soit par la méthode directe (plaque cuivrée brute), soit par la méthode photographique (plaque cuivrée présensibilisée), dans un bain de perchlorure de fer de préférence

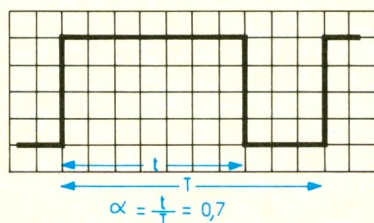
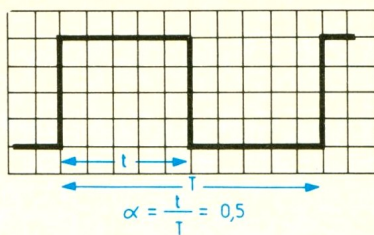
tiède. Puis, le circuit sera rincé abondamment à l'eau claire, et soigneusement nettoyé.

L'implantation des composants

Les perçages s'effectueront à l'aide d'un foret de diamètre

Photo 2. – Vue de la platine, côté composants.





0,8 mm. Les trous de certains composants comme le condensateur électrochimique, la diode et les rotacteurs seront agrandis à des diamètres allant de 1 à 1,3 mm.

L'implantation débutera par la mise en place des trois straps de liaison. On poursuivra par les résistances, la diode, les condensateurs, les supports de circuits intégrés, le transistor et le connecteur de pile, ainsi que les fils en nappe pour l'interrupteur, le potentiomètre et les prises RCA (5 cm environ). On finira en insérant les deux rotacteurs. Durant toutes ces opérations, on veillera à respecter scrupuleusement l'implantation et l'orientation des composants.

Le cran du rotacteur ROT 1 se placera sur la position 4, limitant ainsi la course de l'axe.

Montage en coffret

Le modèle Elbox Re₁ de Retex a été retenu. La platine se fixera sur la face supérieure tandis que la pile reposera au fond, immobilisée par un morceau de mousse, positionnée au-dessous du circuit imprimé.

CONCLUSION

Si l'utilisateur voulait augmenter la fréquence maximale des signaux de sortie, en ajoutant des gammes, il faudrait porter la tension d'alimentation à 12 V voire 15 V, car celles-ci restent liées. De même, le rotacteur ROT₂ pourrait être remplacé par une roue codeuse **décimale** (1 entrée → 10 sorties). Ainsi, le chiffre affiché correspondra directement au rapport cyclique (1 → 10 %, 2 → 20 %...).

Serge OIRY

LISTE DES COMPOSANTS

3 straps

R_1 : 1 k Ω (marron, noir, rouge)

R_2 : 10 k Ω (marron, noir, orange)

P_1 : 10 k Ω potentiomètre linéaire

P_2 : 2,2 k Ω potentiomètre linéaire

C_1 : 100 μ F, 16 V, radial

C_2 : 22 nF plastique

C_3 : 4,7 nF plastique

C_4 : 47 nF plastique

C_5 : 470 nF plastique

C_6 : 4,7 μ F, 16 V, tantale

CI_1 : 4093, 4 portes NAND trigger

CI_2 : 4017, compteur Johnson

CI_3 : 4027, 2 bascules J-K

D_1 : 1N4001, 4004 ou 4007

T_1 : 2N2222, BC 171 B ou équivalent

ROT₁ et ROT₂ : 2 rotacteurs Lorlin, 1 circuit 12 positions avec picots à souder sur circuit imprimé

1 interrupteur/1 contact

1 connecteur pression pour pile de 9 V

2 supports de C.I. 16 broches

1 support de C.I. 14 broches

2 prises RCA femelles pour façade

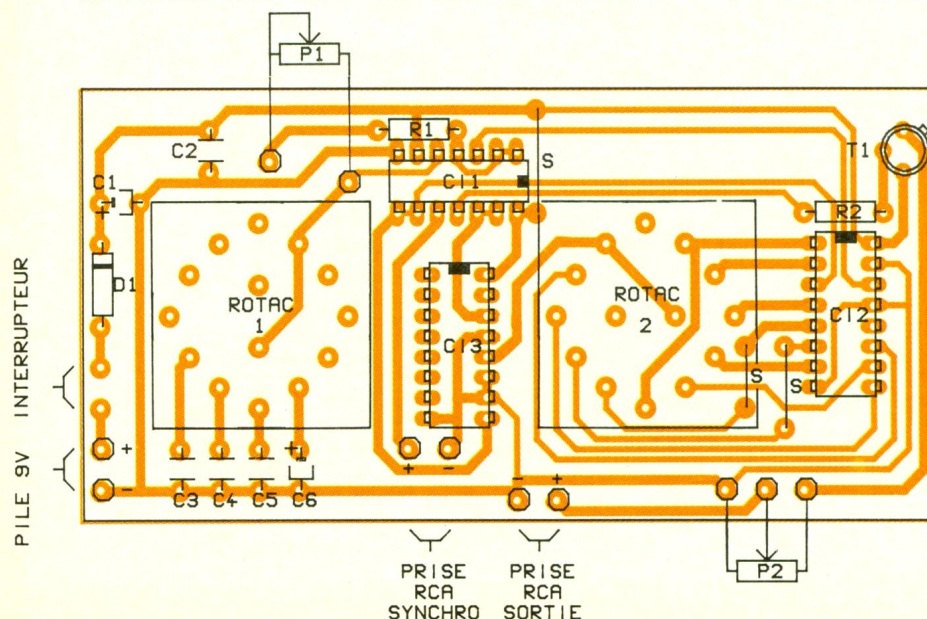
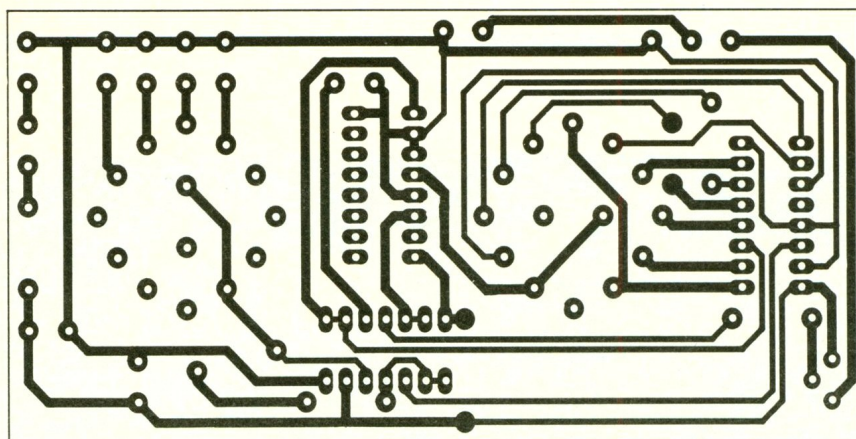
4 boutons

1 boîtier Retex Elbox Re₁

1 plaque époxy cuivre simple face 109 x 54 mm

1 pile de 9 V

Du fil en nappe, transferts Mécanorma, soudure, etc.



UNE TABLE DE MIXAGE POUR MICROPHONES



Nous vous proposons la réalisation d'une mini-table de conférence conçue de façon à s'adapter à vos besoins. Celle-ci permettra d'apporter une certaine clarté à vos orateurs.

SYNOPTIQUE

Notre table permet de raccorder cinq micros et une source de haut niveau comme, par exemple, une platine CD.

Comme nous pouvons le voir sur le schéma synoptique (fig. 1b) le montage est constitué de neuf étages dont cinq identiques. Il s'agit des préamplis permettant une mise à niveau suffisante et réglable, des signaux émis par les microphones.

L'entrée joue une fonction d'entrée haut niveau, permettant, pendant un entracte ou une pause, la diffusion d'un fond sonore musical.

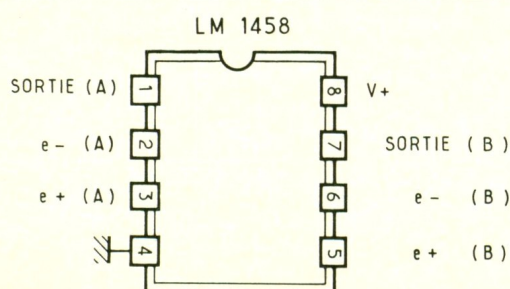
L'étage additionneur raccorde toutes les sources entre elles, celui-ci est suivi d'un étage tampon associé d'une commande de volume général.

SCHEMA DE PRINCIPE

Il est divisé en sous-ensembles permettant aux plus audacieux de réaliser une table de mixage à leur convenance.

a) Préampli micro

Un micro est constitué d'une membrane et forme un système électromagnétique transformant une vibration acoustique en une tension électrique de quelques millivolts. Dans notre cas, il s'agit



1a Brochage du double amplificateur opérationnel utilisé.



d'amplifier suffisamment ce signal afin d'attaquer l'étage suivant. Cette amplification sera assurée par deux amplificateurs opérationnels.

Le premier AOP procure un gain de 25 dB défini par $20 \log (1 + R_3/R_2)$. R_1 fixe l'impédance d'entrée à 47 k Ω , tandis que R_2, C_1 forme un filtre passe-haut permettant d'améliorer l'intelligibilité de la voix en atténuant les fréquences basses ; dans notre cas

$$f_0 = \frac{1}{R_2 C_1} = 307 \text{ Hz}$$

R_3, C_2 , au contraire, atténue les fréquences hautes au-delà de 1,8 kHz, limitant ainsi l'effet de Larsen très désagréable.

Le deuxième AOP forme un amplificateur inverseur de gain $-P_1/R_1$, variable suivant la position du curseur du potentiomètre P_1 .

Ainsi, nous obtenons un gain total de :

$$A(\text{dB}) = 20 \log \left[1 + \frac{R_3}{R_2} \times \frac{P_1(1-K)}{R_4} \right] \quad \text{avec } 0 \leq K \leq 1$$

K définissant la position du potentiomètre.

Notez bien le montage du potentiomètre : celui-ci utilise les trois bornes ; en effet, en aucun cas nous n'aurons un gain infini si accidentellement le curseur n'est plus en contact avec la piste de carbone.

b) Entrée Aux

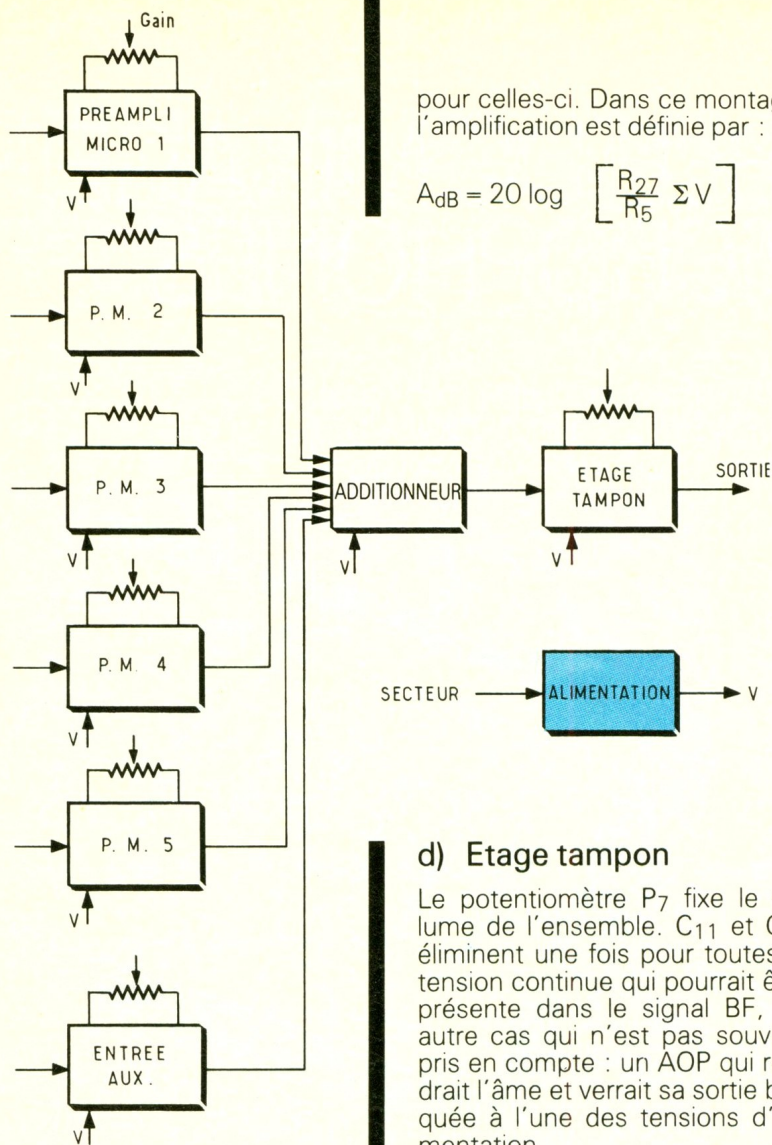
Cette entrée est tout simplement constituée d'un potentiomètre. La tension V_S est définie par $V_S = K V_e$ avec $0 \leq K \leq 1$.

c) Additionneur

Toute table de mixage analogique est basée sur ce principe, un additionneur à ampli OP permet de mélanger les sources à volonté sans aucune détérioration

2b

Schéma
synoptique de
la table de
mixage
proposée.



pour celles-ci. Dans ce montage, l'amplification est définie par :

$$A_{dB} = 20 \log \left[\frac{R_{27}}{R_5} \sum V \right]$$

L'AOP ainsi câblé procure au montage une totale indépendance entre les sources d'entrée et l'amplificateur raccordé. De même R_{29} protège des éventuels courts-circuits qui pourraient être provoqués au niveau du signal de sortie.

e) Alimentation (fig. 3)

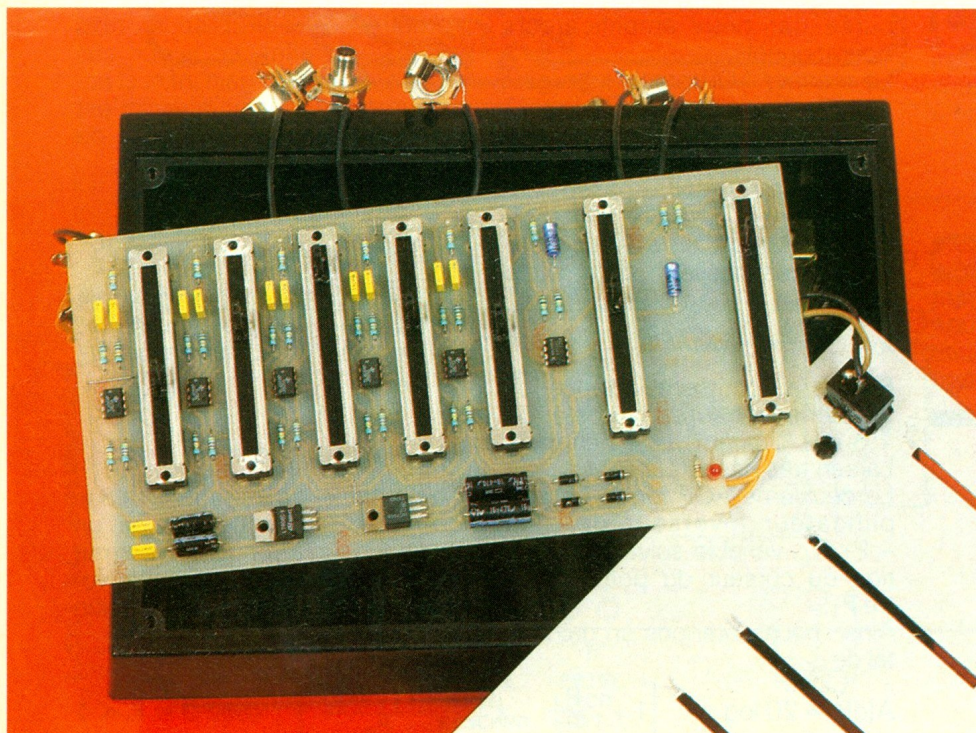
Le montage en lui-même consomme très peu de courant mais nécessite une alimentation double symétrique, donc deux fois plus de composants. Un petit transformateur abaissera la tension secteur à 2×9 V.

Quatre diodes D_1, D_2, D_3, D_4 réalisent un redressement double alternance ; les capacités C_{13}, C_{14} assurent un filtrage optimal afin d'attaquer deux régulateurs complémentaires : un 7806 pour la tension positive et un 7906 pour la tension négative. Ceci pourrait sembler suffisant, mais est en fait incomplet : les régulateurs ont un vilain défaut, en effet ceux-ci produisent en sortie une auto-oscillation qu'il est absolument nécessaire d'éliminer. On peut la supprimer par l'adjonction des capacités C_{15}, C_{17} et C_{16}, C_{18} .

d) Etage tampon

Le potentiomètre P_7 fixe le volume de l'ensemble. C_{11} et C_{12} éliminent une fois pour toutes la tension continue qui pourrait être présente dans le signal BF, ou autre cas qui n'est pas souvent pris en compte : un AOP qui rendrait l'âme et verrait sa sortie bloquée à l'une des tensions d'alimentation.

Les potentiomètres linéaires règlent le niveau audio prélevé sur les entrées.



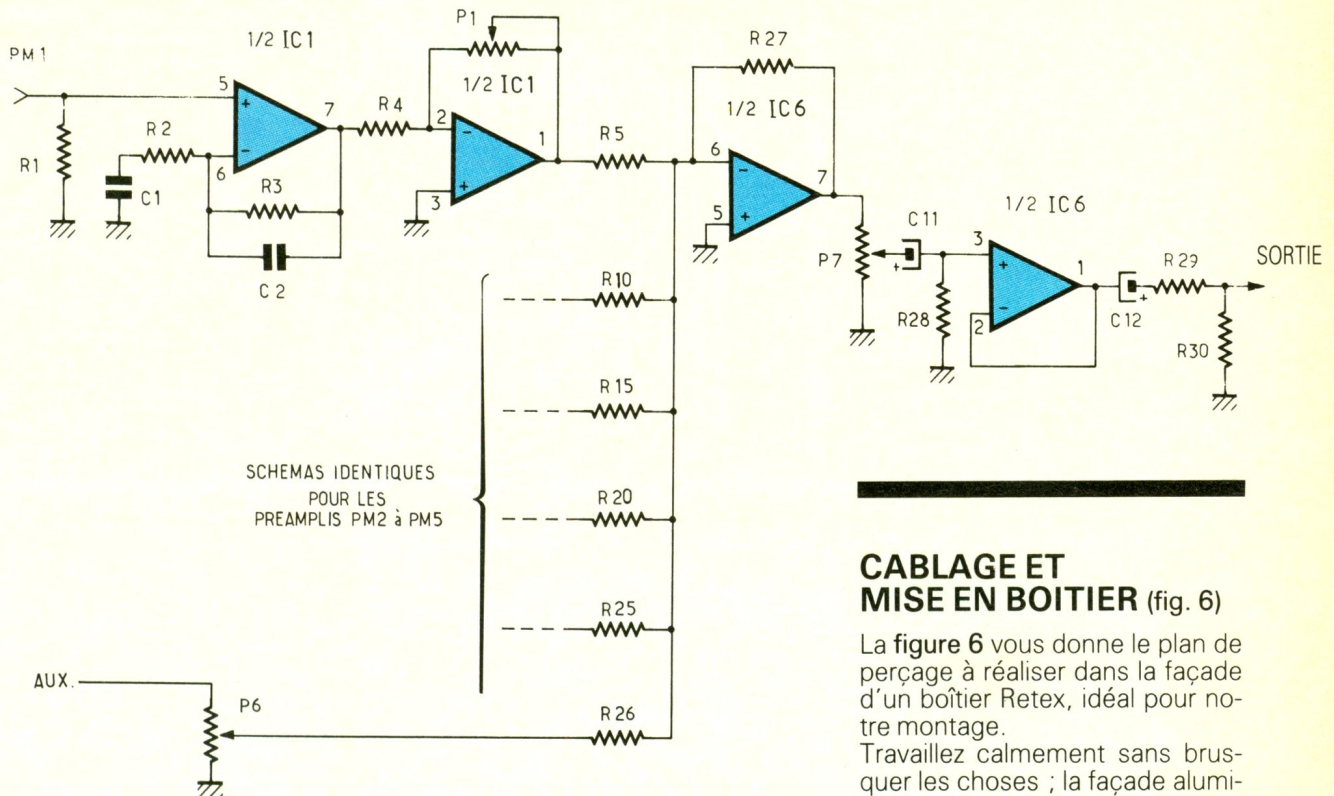
REALISATION PRATIQUE (fig. 4 et 5)

Avant toute chose, il est nécessaire de se procurer les composants du montage ; vient ensuite la réalisation du circuit imprimé.

Ici plusieurs méthodes, photo-gravure, calque, stylo, transferts, peuvent être employées. Après gravure au perchlore de fer tiède, on rincera abondamment à l'eau, puis on percera de 0,8 mm à 1,2 mm, suivant les connexions. Une fois le circuit prêt à recevoir les composants, on procédera à l'implantation.

- Le fer à souder chauffe, soudeure suffisante, pince coupante, pince plate, etc. : check up, OK ! Installez au préalable les résistances, diodes et straps. Puis les régulateurs en prenant soin de les installer à plat en pivotant les pattes de 90° à l'aide de la pince plate.

Placer pour finir les condensateurs, la LED de contrôle alimentation et les potentiomètres. Voilà, cela va plus vite à écrire qu'à le faire !



CABLAGE ET MISE EN BOITIER (fig. 6)

La figure 6 vous donne le plan de perçage à réaliser dans la façade d'un boîtier Retex, idéal pour notre montage. Travaillez calmement sans brusquer les choses ; la façade aluminium n'aime pas les forets qui « courent ». Le plus délicat est de réaliser les fentes des potentiomètres à glissière. La patiente

INFORMATIQUE MOBILIER FOURNITURES

TRONICA

9, rue Budapest, 75009 PARIS - Tél. : (1) 40.82.92.00
Métro : ST-LAZARE (50 m)

ELECTRONIQUE MESURE ACCESSOIRES



KOMEX M 3800
• 20 A - 0,5 %
• 2 000 pts 3 1/2 DIGITS
• 7 gammes ACA-DCA
• TEST TRANSISTOR
• TEST DIODES
• TEST SONORE

PRIX : **489 F**

KOMEX® EST
GARANTI 2 ANS



KOMEX M 4650
• 20 A - 0,05 %
• 20 000 pts 4 1/2 DIGITS
• DATA HOLD
• CAPACIMETRE
• FREQUENCIMETRE
• TEST TRANSISTOR
• TEST DIODES
• TEST SONORE

PRIX : **1 099 F**

M 4650 B
avec Bargraph **1 219 F**



• **WELLER
WTCP-S**
Station de
soudage
comprenant :
1 fer 50 W avec
panne
1 bloc d'alimen-
tation 220 V-24 V
1 support avec
éponge

990 F



KOMEX M 3610
• 20 A - 0,3 %
• 2 000 pts 3 1/2 DIGITS
• 6 gammes ACA-DCA
• TEST TRANSISTOR
• TEST DIODES
• TEST SONORE

PRIX : **579 F**

M 3610 B
avec Bargraph **699 F**
KOMEX® EST
GARANTI 2 ANS



KOMEX M 818
• 10 A - 0,5 %
• 4 000 pts 3 3/4 DIGITS
• AUTOMATIQUE
• ACA - ACV - RMS
• DATA HOLD
• FREQUENCIMETRE
400 kHz
• TEST DIODES
• TEST SONORE

PRIX : **789 F**

M 818 B
avec Bargraph **899 F**



• **WELLER
WECP-20**
Station de
soudage thermo-
régulée 150° à
450° à régulation
électronique.

1 289 F



KOMEX M 3650
• 20 A - 0,3 %
• 2 000 pts 3 1/2 DIGITS
• CAPACIMETRE
• FREQUENCIMETRE
• TEST TRANSISTOR
• TEST DIODES
• TEST SONORE

PRIX : **729 F**

M 3650 B
avec Bargraph **859 F**
KOMEX® EST
GARANTI 2 ANS



**KOMEX
M 3900 TD**
• 20 A - 0,3 %
• TEST ANGLE de DWELL
• COMPTE-TOURS pour
MOTEUR 4 - 5 - 6 -
8 cylindres

PRIX : **799 F**

KOMEX® EST
GARANTI 2 ANS



• **WELLER
EC 2002**
Station de
soudage anti-
statique thermo-
régulée de 60° à
450° à régulation
électronique avec
affichage
numérique.

1 829 F

EXTRAIT TARIF CONNECTIQUE

CABLES :	
IMP/PC, 25 M/36 M, 2,00 m	55 F
RS 232, 25 M/25 M ou 25 M/25 F, 2,00 m	50 F
RALLONGE MONITEUR 15 M/15 F, 2,00 m	99 F
BOITES DE RANGEMENT :	
100 disquettes 3 1/2 fermant à clef	95 F
50 disquettes 3 1/2 fermant à clef	75 F
70 disquettes 5 1/4 fermant à clef	69 F
DATA SWITCH	
T-SWITCH RS 232, 25/25, 2 voies	198 F
T-SWITCH 36/36, 2 voies, parallèle	225 F
AUTO DATA SWITCH 36/36, 4E/1 S, parallèle	990 F
AUTO DATA SWITCH 36/36, 8E/1 S, parallèle	1 249 F
4 E/2 S avec Buffer 256 K ext. 1 Mo	2 590 F
ADAPTEURS	
AT-MODEM 9F/25 M - 9 M/25 F - 9 M/25 M	39 F
CHANGEUR DE GENRE 9 - 15 - 25 M/M/F	35 F
NULL MODEM F/F - M/M - M/F	35 F
ACCESSOIRES DIVERS	
TAPIS SOURIS PVC quadrillé	45 F
FILTRE D'ECRAN ANTISTATIQUE 12"	99 F
HOUSSE PC - ECRAN - CLAVIER	95 F
MINI FER A SOUDER A GAZ	179 F

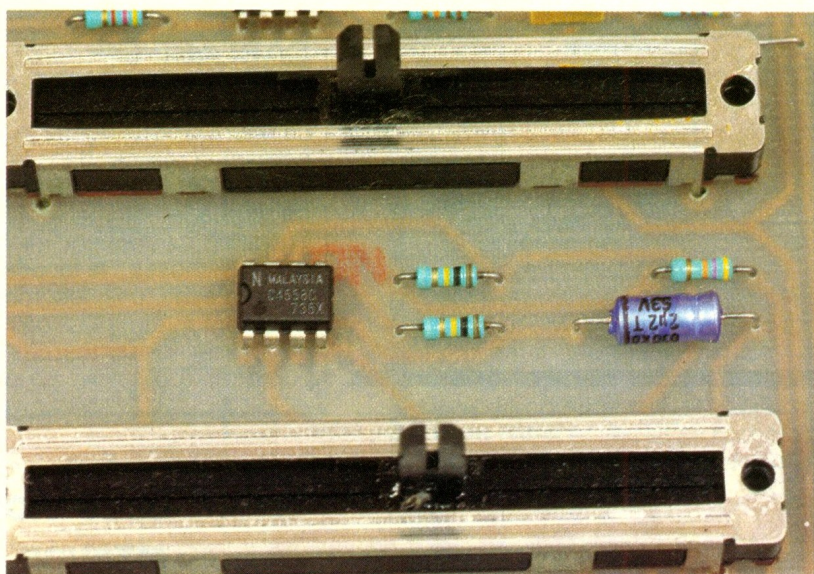
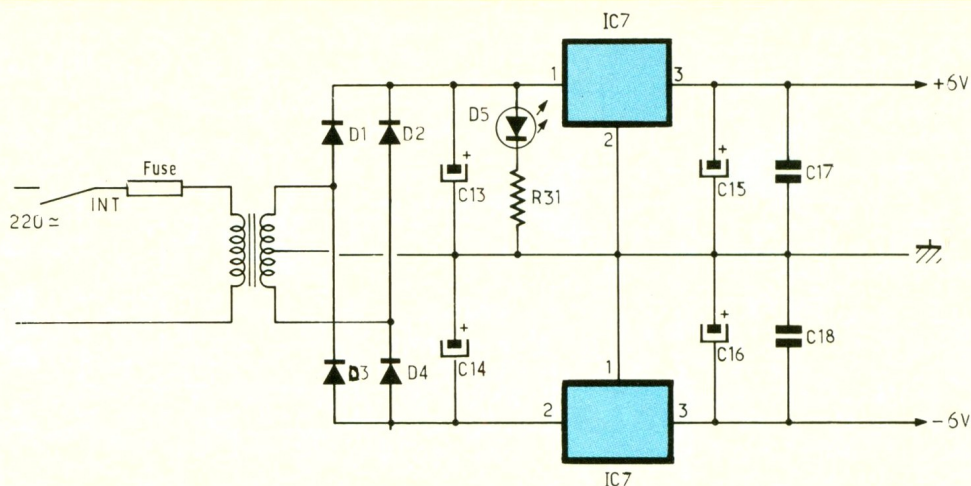
VENTE PAR CORRESPONDANCE

Minimum de commande 100 F TTC

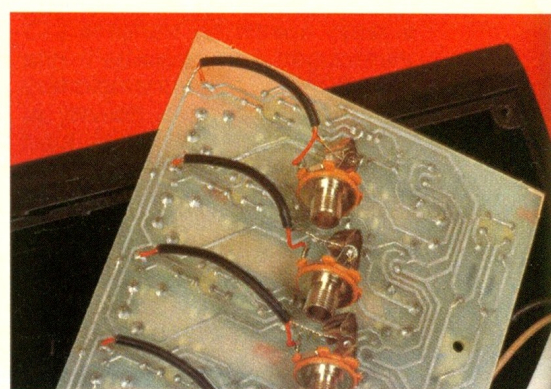
- A) Paiement à la commande : ajoutez 35 F de port et emballage.
B) Contre remboursement : acompte 20 % à la commande.
Amis de province : port gratuit à partir de 1 000 F d'achat.
DETAXE A L'EXPORTATION - Tous nos prix sont T.T.C. Ils sont donnés à titre indicatif et peuvent être modifiés sans préavis.

3 L'alimentation symétrique utilise un transformateur à point milieu. On simplifie le schéma général grâce aux régulateurs de tension intégrés.

4 Tracé du circuit imprimé à l'échelle 1.



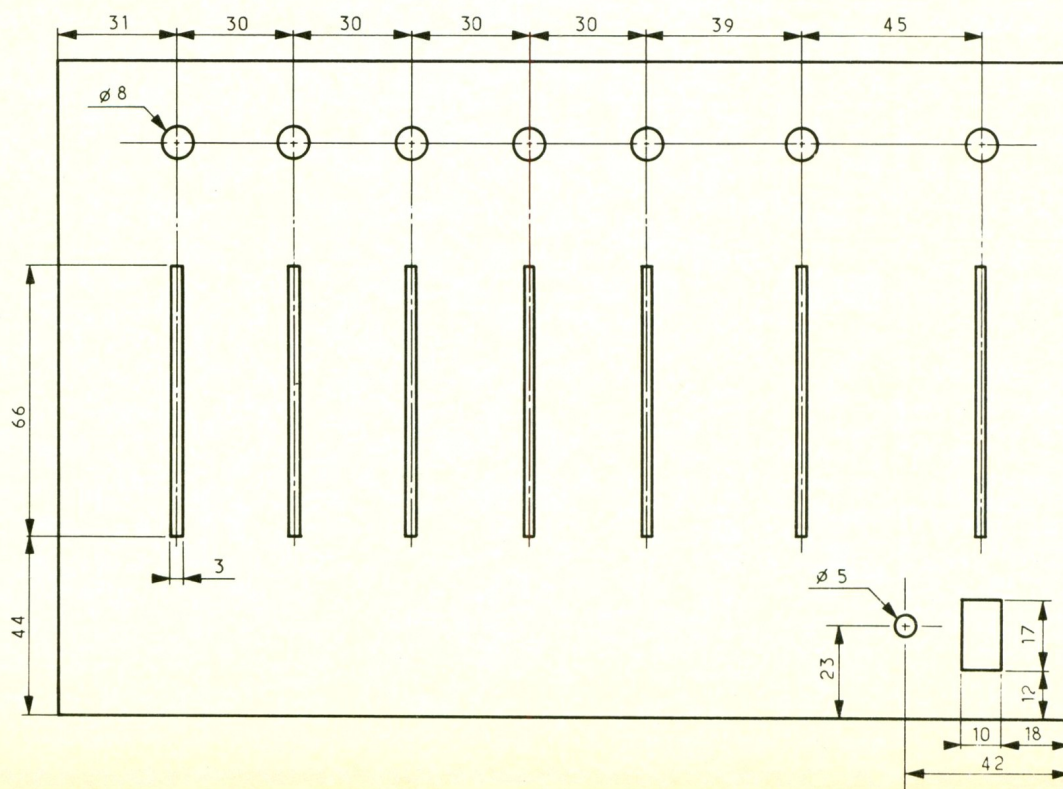
Le boîtier dil 8 broches contient deux A.O.P.

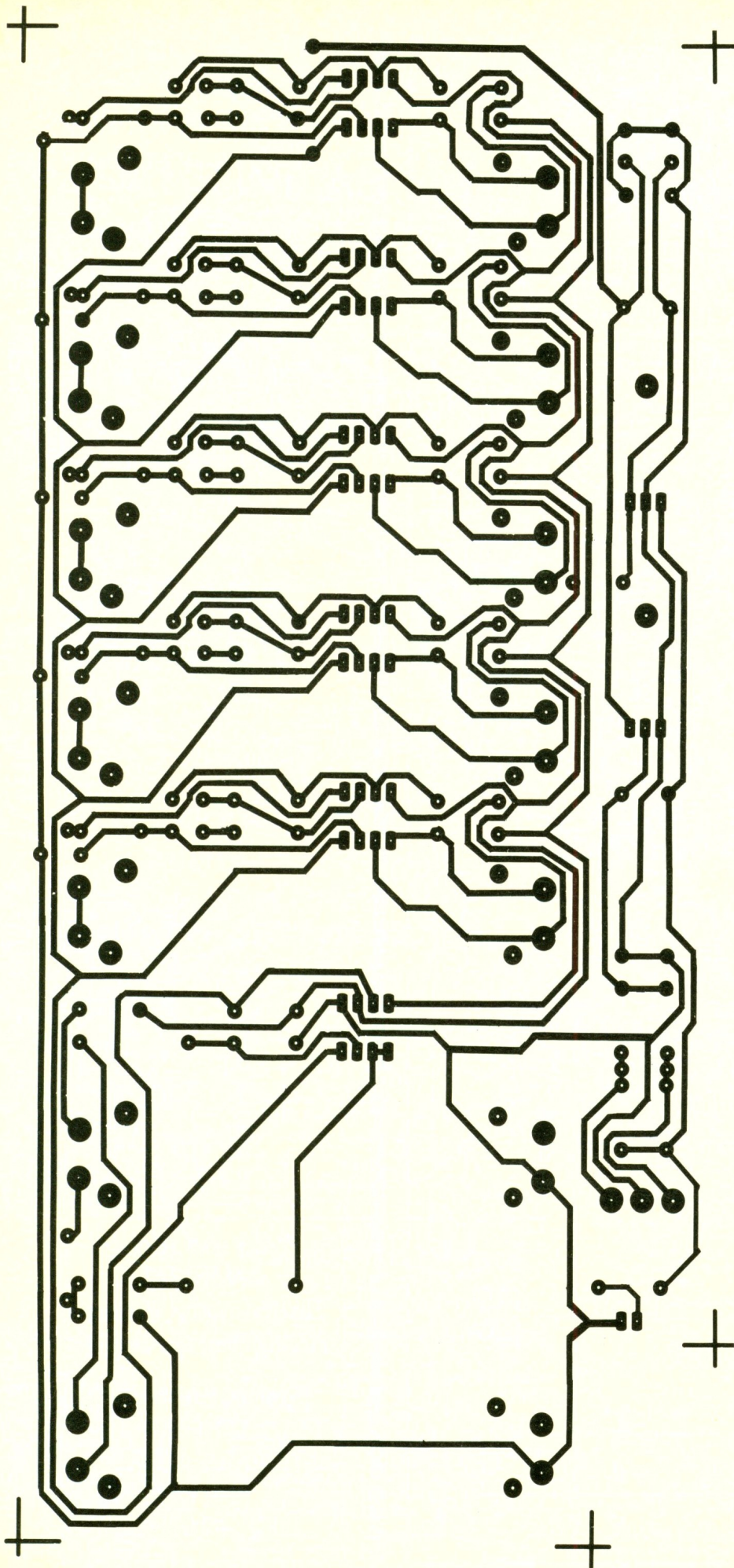


Les prises jack utilisées pour connecter les micros et la source auxiliaire.

sera de rigueur ; percez plusieurs trous les uns à côté des autres à l'aide d'un foret de 2 mm ; finissez le travail à la lime ou bien utilisez une scie sauteuse ; les prises

6
Plan de perçage de la face supérieure du boîtier Retex.





jack 6,35 seront fixées juste au-dessus de chaque potentiomètre. Le transformateur est logé dans le fond du boîtier avec son fusible de protection. Le circuit imprimé sera directement fixé sur la façade que l'on aura illustrée à son goût.

Les connexions BF se feront avec du fil blindé, le reste du câblage de l'alimentation s'effectuera en fil souple de 0,8 mm²

CONCLUSION

Aucune mise au point ne sera à réaliser. L'auteur n'ayant aucune envie de s'ennuyer, tout a été calculé à l'avance. Il ne vous reste plus qu'à brancher vos micros et votre amplificateur, puis en avant la cacophonie ! ■

José JORGE

LISTE DES COMPOSANTS

Platine mixage

Résistances 5 % 1/4 W

R₁, R₆, R₁₁, R₁₆, R₂₁ : 47 kΩ (jaune, violet, orange)

R₂, R₇, R₁₂, R₁₇, R₂₂ : 10 kΩ (marron, noir, orange)

R₃, R₈, R₁₃, R₁₈, R₂₃ : 180 kΩ (marron, gris, jaune)

R₄, R₉, R₁₄, R₁₉, R₂₄ : 120 kΩ (marron, rouge, jaune)

R₅, R₁₀, R₁₅, R₂₀, R₂₅ : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)

R₂₆ : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)

R₂₇, R₂₈ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)

R₂₉ : 470 Ω (jaune, violet, marron)

R₃₀ : 47 kΩ (jaune, violet, orange)

Condensateurs

C₁, C₃, C₅, C₇, C₉ : 47 nF mil-feuil

C₂, C₄, C₆, C₈, C₁₀ : 4,7 nF mil-feuil

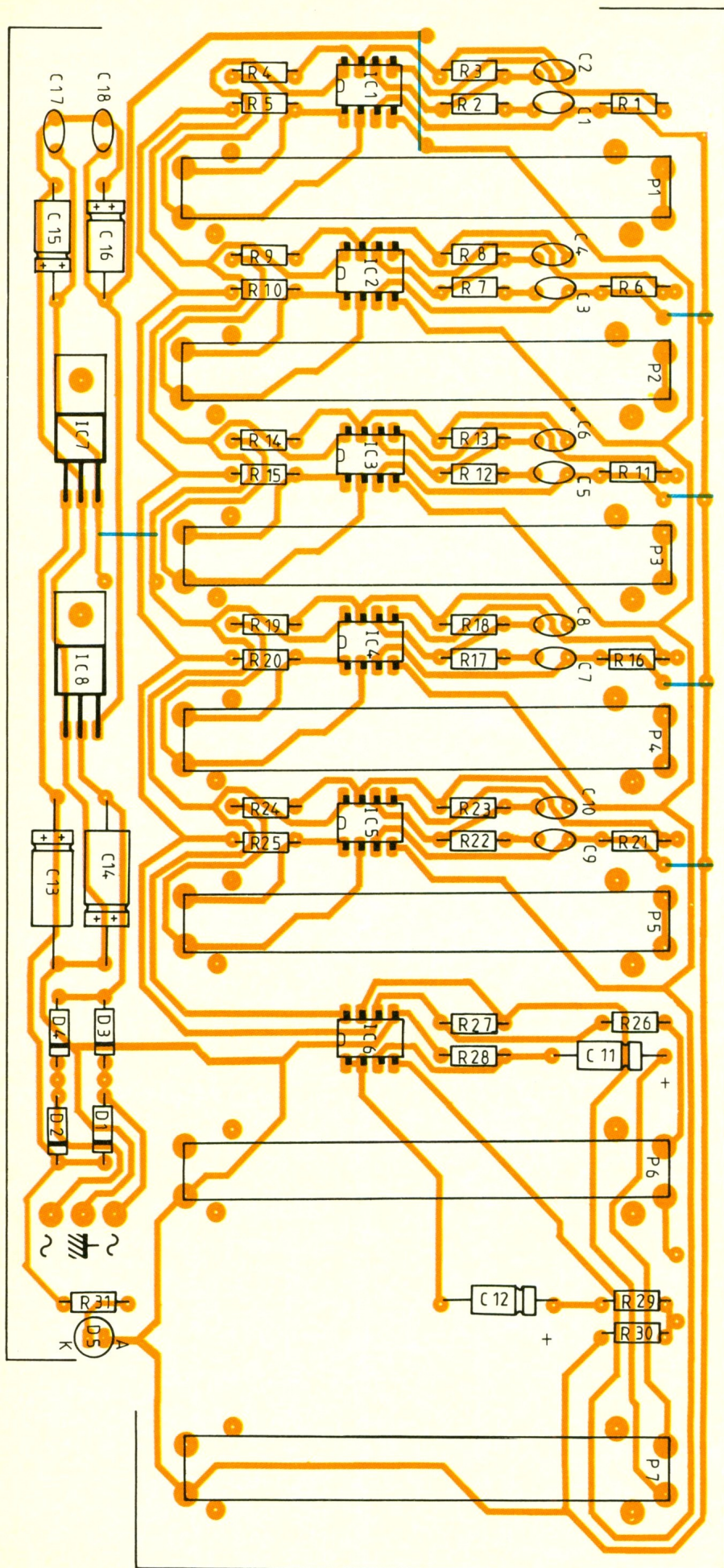
C₁₁, C₁₂ : 2,2 μF 25 V axial

Potentiomètres

P₁, P₂, P₃, P₄, P₅, P₆, P₇ : 47 kΩ log rectiligne 72 mm

Circuits intégrés

IC₁, IC₂, IC₃, IC₄, IC₅, IC₆ : LM 1458 ou équivalents double AOP, type TL 082



Alimentation

R_{31} : 1 k Ω (marron, noir, rouge)
1/4 W 5 %

C_{13}, C_{14} : 470 μ F 16 V axial

C_{15}, C_{16} : 22 μ F 16 V axial

C_{17}, C_{18} : 0,1 μ F

IC7 : régulateur 7806

IC8 : régulateur 7906

D_1, D_2, D_3, D_4 : 1N 4001, 1N 4004, 1N 4007

D_5 : LED $\varnothing$ 5 mm

T_1 : transformateur 2 x 9 V/5 VA

INT : interrupteur 220 V/1 A

Fus : 100 mA

Support fusible

7 x jack 6,35 châssis

Boîtier Retex RA2

Cosses-poignard, soudure, etc.

5

Implantation
de la table de
mixage : le C.I.
reçoit
l'ensemble
des
composants
exceptés le
transformateur
et le porte-
fusible.

Pour son service

MINITEL

Electronique Pratique
recherche spécialistes

Ecrire ou téléphoner à :

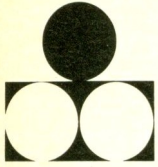
C. PICHON

2 à 12, rue de Bellevue

75019 Paris

Tél. : 42 00 33 05

APPLICATIONS DES 2716 : UN MINI-ORGUE PROGRAMMABLE

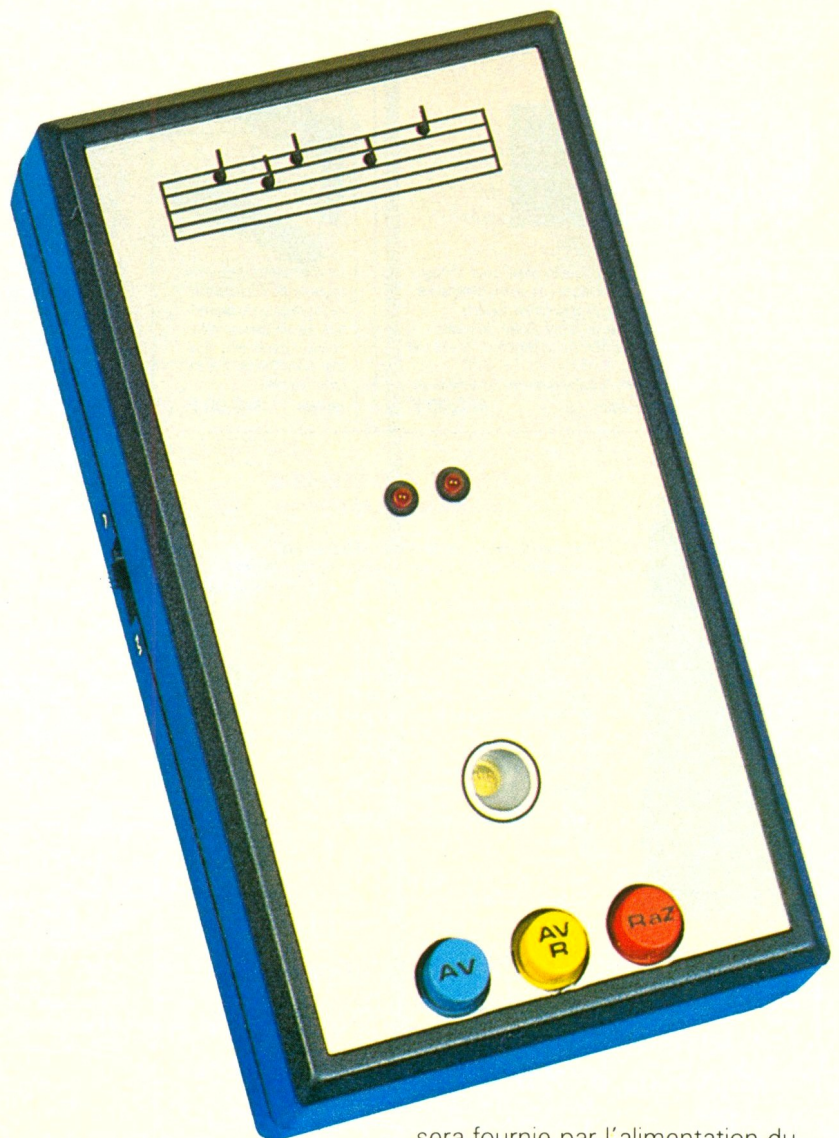
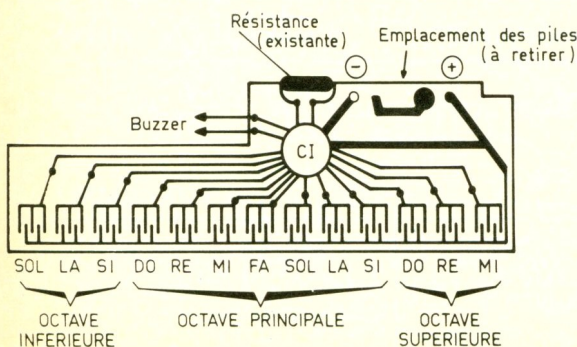


Voici une première application amusante de notre programmeur d'Eprom que nous avons publié le mois dernier ; il s'agit d'un mini-orgue programmable, de capacité tout à fait respectable : 2 048 lignes de base. Au plaisir de l'écoute d'airs variés s'ajoute celui de la programmation et même celui de la création artistique...

I - PRINCIPE

a) Le mini-piano

On le trouve dans les boutiques le long des autoroutes, dans certains débits de tabac, auprès des camelots, dans les foires et les grandes surfaces. C'est un piano électronique de la taille d'un plumier auquel il ressemble d'ailleurs. Il comporte treize touches : la première note est le SOL et la dernière le MI de la seconde octave supérieure. Pour des raisons de simplification, il n'est pas muni de dièses ni de bémols. Le son restitué s'apparente à celui d'un clavecin. Il produit ainsi une note dont la puissance s'amortit dans le temps, et cela quelle que soit la durée d'appui sur la touche correspondante. Il ne peut restituer qu'une seule note à la fois : il est monodique. Néanmoins, en sollicitant une touche plusieurs fois de suite et à une fréquence convenable (quelques hertz), il produit un son proche de celui d'une mandoline. Nous exploiterons cette possibilité dans la programmation, ce qui permet de disposer de deux registres : clavecin et mandoline.



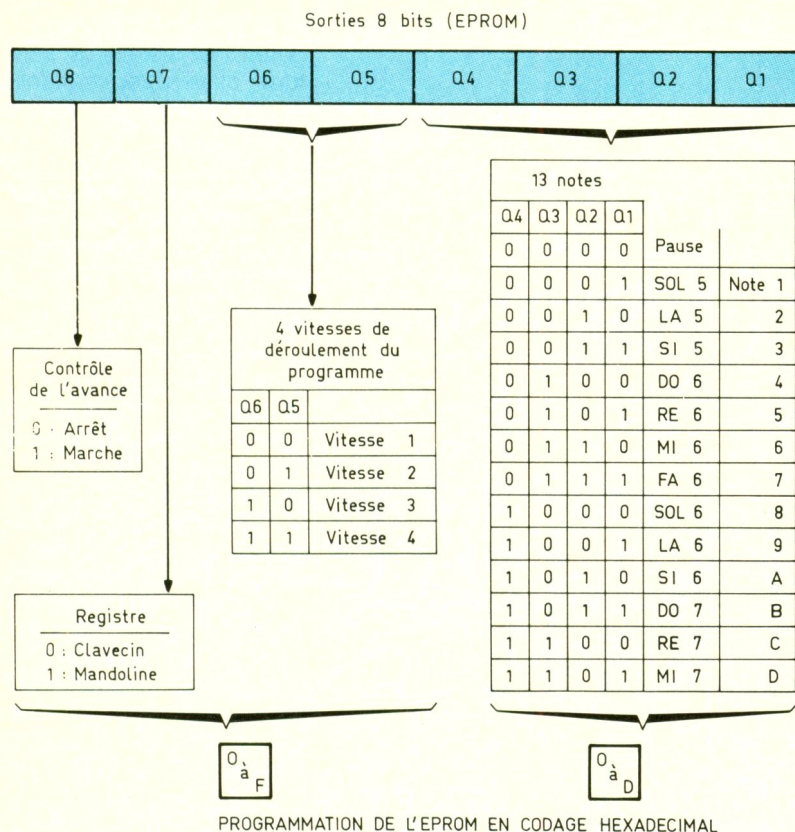
La figure 1 montre l'allure du circuit imprimé de ce mini-piano. Deux piles au mercure de 1,5 V, montées en série, constituent son alimentation. Elles sont à retirer étant donné que l'énergie

sera fournie par l'alimentation du montage.

Le circuit intégré qui l'équipe réalise toutes les fonctions : décodage, génération des notes avec l'amortissement adapté et amplification. Le son est restitué sur un buzzer piézoélectronique. La

2

Principe de programmation de l'EPROM.



consommation de cet instrument est très minime : de l'ordre de 2 à 3 mA. Les touches sont constituées de pastilles caoutchoutées contenant de la matière conductrice. Ainsi, le fait de l'appuyer sur le circuit imprimé établit une liaison entre le « plus » de l'alimentation et l'entrée correspondante du circuit intégré.

Pour notre application, il suffit de retirer le module de son boîtier en matière plastique. Les touches sont inutiles étant donné que les entrées du circuit intégré du mini-piano seront directement alimentées par les sorties d'un circuit décodeur du lecteur de programme.

b) Le principe de programmation (fig. 2)

Étant donné que l'EPROM de programmation est une « 2716 », nous disposons de 8 bits de sortie, et cela pour 2 048 positions d'adressage.

Les sorties Q₁ à Q₄ seront codées en binaire et permettront ainsi de définir 16 positions différentes. Seulement 14 de celles-ci seront utilisées : la position zéro pour la pause (silence) et les 13 positions 1 à D (notation hexadécimale) correspondant aux 13 notes caractérisant le mini-piano.

Les sorties Q₅ et Q₆, en codage binaire, permettent de définir quatre positions différentes : chacune déterminera une cadence de défilement du lecteur de programme. Cette disposition offrira la possibilité de programmation d'airs musicaux de différentes mesures de base.

La position Q₇ est affectée au registre : le niveau logique 0 commande le son « clavecin » tandis que le niveau 1 établit la sonorité « mandoline ».

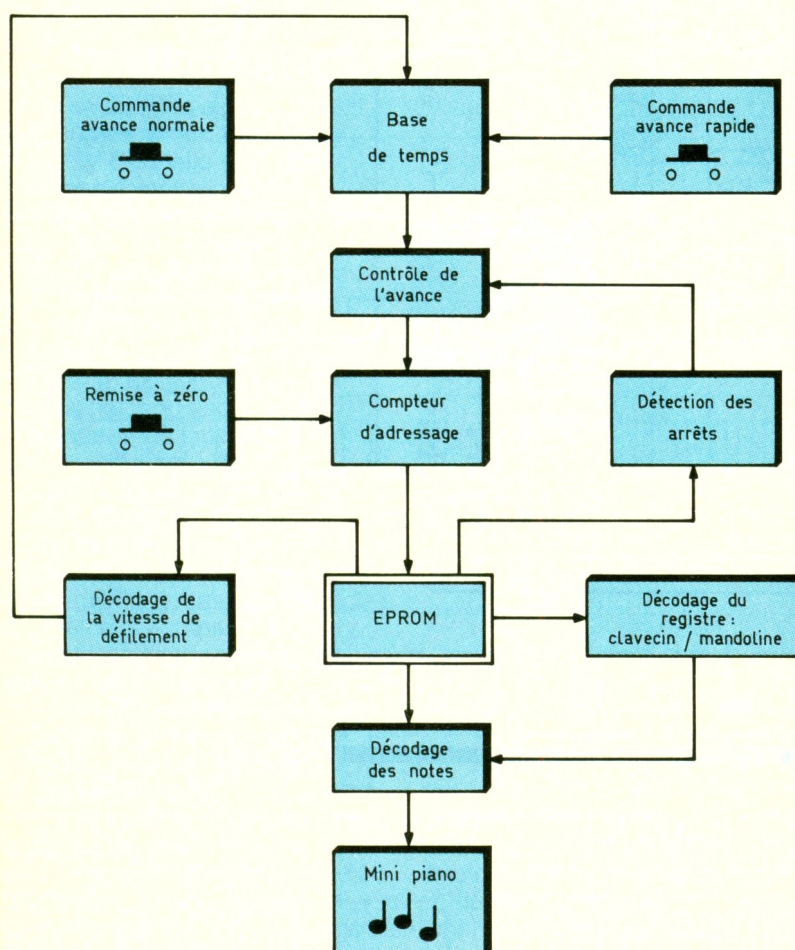
Enfin, la sortie Q₈ contrôle l'avance du défilement du programme. Le niveau logique 1 commande l'avance du lecteur, alors que le niveau 0 produit l'arrêt de ce dernier. Il est ainsi possible de prévoir l'arrêt automatique du piano après l'exécution d'un air donné.

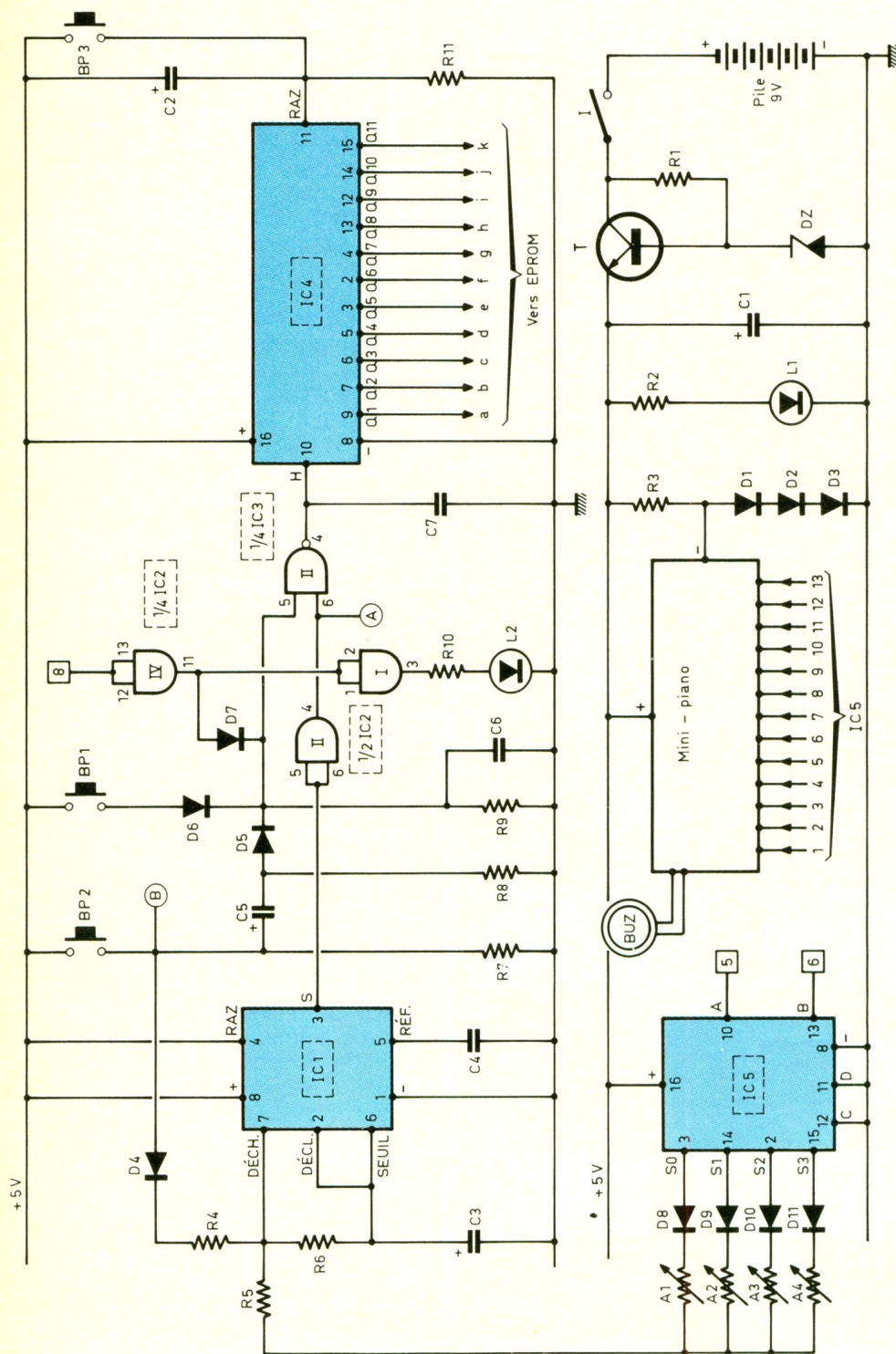
c) Le lecteur de programme (fig. 3)

Le lecteur est essentiellement constitué d'une base de temps dont les créneaux de sortie font avancer un compteur binaire d'adressage, par l'intermédiaire

3

Synoptique de fonctionnement du montage.





d'un dispositif de contrôle adapté. Les sorties du compteur d'adressage sont reliées aux entrées « adresses » de l'Eprom. Les sorties de l'Eprom rejoignent :

- un dispositif de décodage des notes qui attaque en définitive les commandes du mini-piano ;
- un circuit décodeur de la vitesse de lecture qui agit sur la base de temps ;

- une commande du registre qui détermine le type de son à restituer : clavecin ou mandoline ;
- un système de détection des arrêts de défilement qui neutralise l'avance du compteur d'adressage, le cas échéant.

Un premier bouton-poussoir permet de faire démarrer le programme tandis qu'un second bouton donne la possibilité d'un défilement rapide du programme ; il convient pour cela de le maintenir appuyé. Le compteur se positionnera alors automatiquement juste devant le début du morceau suivant.

Un troisième bouton est affecté à la remise à zéro du compteur d'adressage.

Une LED indique en permanence l'alimentation du mini-orgue. Une seconde LED indique le défilement du programme : le compteur d'adressage avance lorsque cette LED est allumée et se trouve bloqué sur une position donnée, si cette LED est éteinte.

II – LE FONCTIONNEMENT ELECTRONIQUE

(fig. 4, 5 et 6)

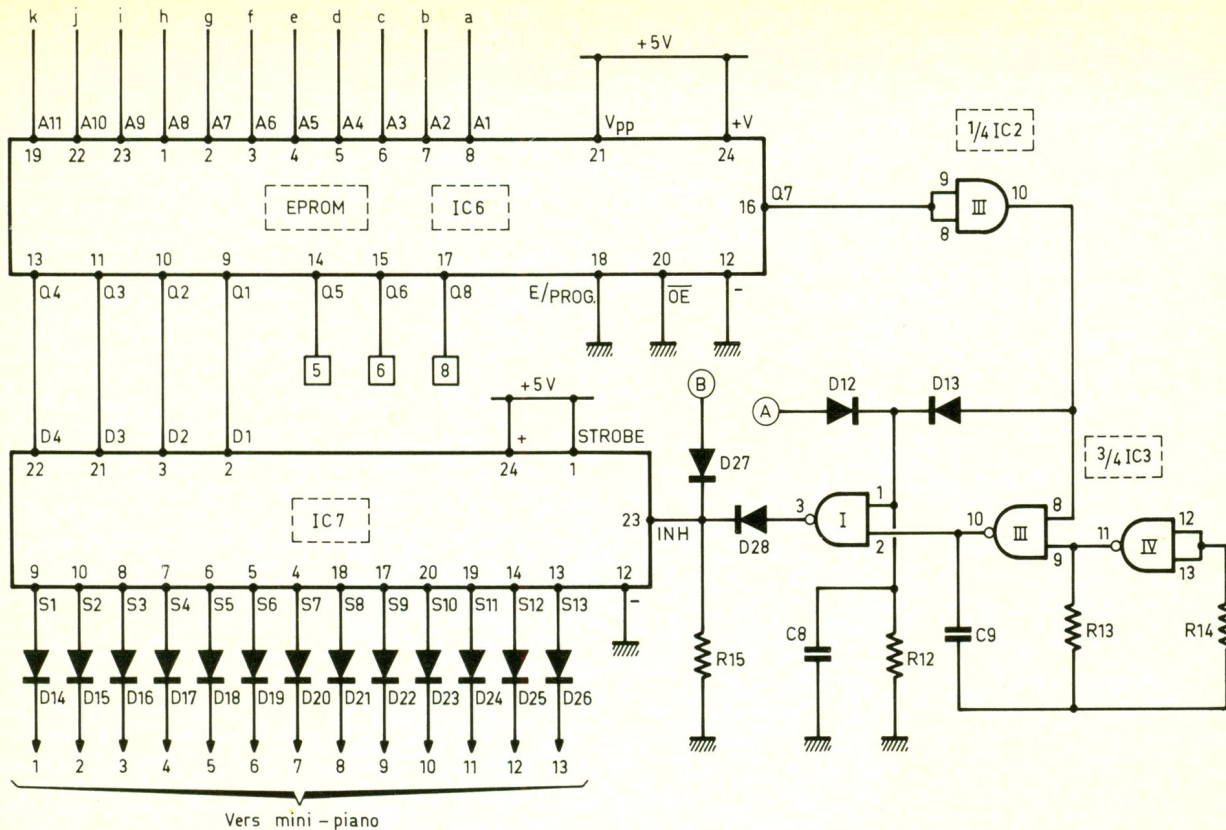
a) Alimentation

L'énergie nécessaire au fonctionnement du mini-orgue est fournie par une pile de 9 V. Un interrupteur à glissière I permet la mise sous tension du montage. Il est nécessaire de disposer d'une tension stabilisée à 5 V pour un fonctionnement correct de l'Eprom. A cet effet, la diode Zener DZ maintient la base de T à un potentiel fixe de 5,6 V. On relève alors une tension continue de 5 V sur l'émetteur de T. La capacité C₁ fait office d'antiparasitage et la LED L₁, dont le courant est limité par R₂, indique la mise sous tension du montage.

Le mini-piano se caractérise par un potentiel d'alimentation de 3 V environ. La polarité positive de celui-ci est directement reliée au « plus 5 V » du montage. En revanche, entre le « moins » du mini-piano et le « moins » général, trois diodes D₁ à D₃ assurent une chute de tension de 1,8 V, si bien que le mini-piano se trouve sous un potentiel de 3,2 V. Grâce à R₃, il circule un courant minimal dans les diodes afin d'obtenir un potentiel stable entre leur anode et leur cathode.

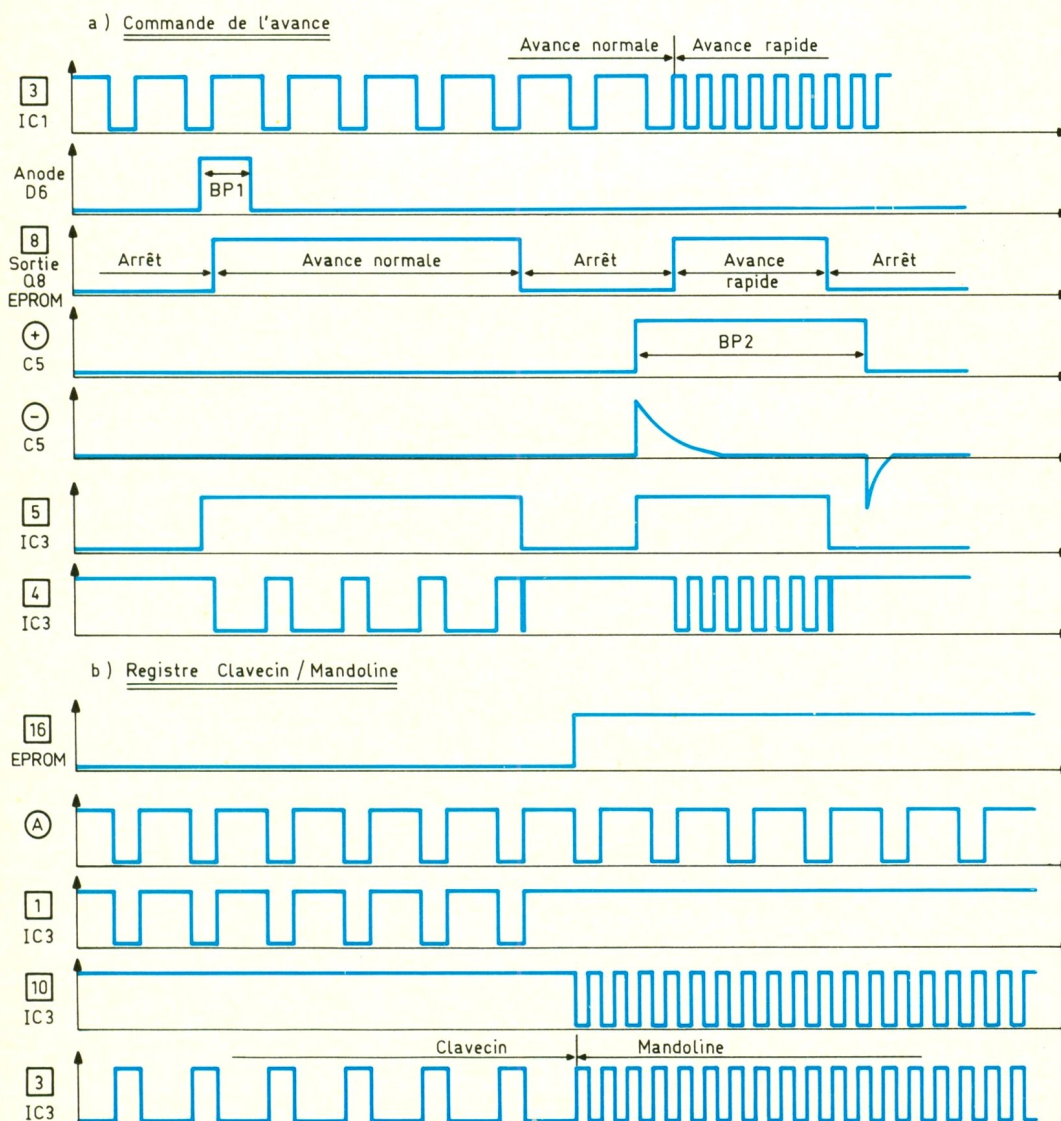
5

Lecture
et restitution
de la mélodie.

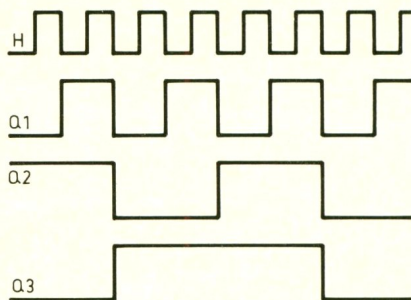
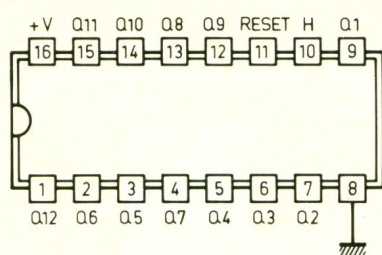


6

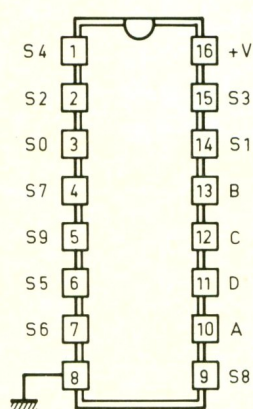
Chronogrammes
caractéristiques
relevés en
divers points
du montage.



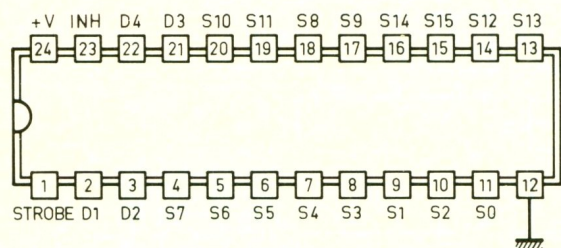
CD 4040 Compteur binaire à 12 étages



CD 4028 Décodeur BCD → 10 sorties



D	C	B	A	CD 4028		CD 4514	
				Niveau 1 (autres sorties : 0)		INH	Niveau 1 (autres sorties : 0)
0	0	0	0	S0	0	0	S0
0	0	0	1	S1	0	0	S1
0	0	1	0	S2	0	0	S2
0	0	1	1	S3	0	0	S3
0	1	0	0	S4	0	0	S4
0	1	0	1	S5	0	0	S5
0	1	1	0	S6	0	0	S6
0	1	1	1	S7	0	0	S7
1	0	0	0	S8	0	0	S8
1	0	0	1	S9	0	0	S9
1	0	1	0	*	0	0	S10
1	0	1	1	*	0	0	S11
1	1	0	0	*	0	0	S12
1	1	0	1	*	0	0	S13
1	1	1	0	*	0	0	S14
1	1	1	1	*	0	0	S15
X	X	X	X		1	*	*

CD 4514 Décodeur binaire
→ 16 sorties(*) Toutes les sorties
sont au niveau 0

(X) Niveau indifférent

Le choix du « plus » commun est imposé par les caractéristiques de fonctionnement du minipiano. Grâce à cette disposition, il est possible de commander directement ce dernier en présentant sur ses entrées un potentiel de 5 V délivré par les sorties d'un décodeur de la famille CMOS.

b) Base de temps

La base de temps est essentiellement constituée d'un « 555 ». Rappelons que les créneaux délivrés par un tel circuit ont une période définie par les valeurs des composants périphériques : C_3 , R_6 , R_5 et les ajustables A_1 à A_4 . Si on désigne par R la valeur de la résistance R_5 augmentée de l'un des ajustables A_1 à A_4 , cette pé-

riode se détermine au moyen de la relation :

$$T = 0,7 (R + 2R_6) C_3$$

La sortie du 555, noté IC_1 , est reliée aux entrées réunies de la porte AND II de IC_2 . Les créneaux ainsi obtenus se caractérisent par une amplitude de 5 V, ce qui n'est pas vraiment le cas à la sortie de IC_1 , à cause de diverses tensions de déchet.

En appuyant sur BP_2 , par l'intermédiaire de D_4 , c'est la résistance R_4 , de faible valeur par rapport à celle des ajustables, qui devient opérationnelle. Il en résulte une augmentation sensible de la fréquence des créneaux générés : c'est l'avance rapide du compteur d'adressage, ainsi que nous le verrons par la suite.

c) Vitesses d'avance du programme

Le circuit intégré IC_5 est un décodeur BCD → décimal dont le brochage et le fonctionnement sont rappelés en figure 7. Ses entrées A et B sont reliées directement aux sorties Q_5 et Q_6 de l'Eprom. Etant donné que deux bits seulement sont nécessaires, les entrées C et D de IC_5 ont été branchées au « moins ». Suivant le codage réalisé dans l'Eprom, on recueille ainsi un état haut sur l'entrée des quatre sorties S_0 à S_3 . Chaque sortie comporte une diode antiretour et un ajustable. La position du curseur de ces ajustables détermine, dans chaque cas, une valeur donnée de la résistance R évoquée au paragraphe précédent, donc une période différente des créneaux délivrés par IC_1 et, par voie de conséquence, une vitesse différente d'avance du compteur d'adressage.

d) Commande du compteur d'adressage

Les créneaux délivrés en permanence par la sortie de la porte AND II de IC_2 sont pris en compte par l'entrée 6 de la porte NAND II de IC_3 . L'autre entrée de cette porte est reliée, par l'intermédiaire de D_7 , à la sortie de la porte AND IV de IC_2 ; les entrées de celle-ci sont en liaison directe avec la sortie Q_8 de l'Eprom.

Si Q_8 présente un état haut, la porte NAND II de IC_3 transmet alors, en les inversant, les créneaux issus du « 555 », sur l'entrée « Horloge » du compteur d'adressage.

Cette situation est d'ailleurs matérialisée par l'allumage de la LED L_2 montée sur la sortie de la porte AND I de IC_2 .

En revanche, si Q_8 présente un état bas, la sortie de la porte NAND II de IC_3 est à l'état haut permanent de blocage : le compteur d'adressage n'avance plus.

En appuyant sur BP_1 , par l'intermédiaire de D_6 , un état haut se trouve disponible sur l'entrée 5 de la porte NAND II : les créneaux de comptage sont de nouveau transmis. Cette transmission se poursuit, après relâchement de BP_1 , à condition que, suite à l'avance d'un pas du compteur d'adressage, un état haut de relais soit fourni par la

sortie Q₈ de l'Eprom. Dans ce cas, l'avance se poursuit jusqu'à une nouvelle apparition d'un état bas sur Q₈ issu de l'Eprom.

Nous avons déjà vu que l'appui sur BP₂ provoquait la génération d'une plus grande fréquence de créneaux par IC₁, ce qui permet une avance rapide du compteur à tout moment.

En revanche, lorsque le compteur est en situation de blocage, sans précaution spéciale rien ne se passerait lorsque l'on appuie sur BP₂. Mais, grâce à un système dérivateur que constituent C₅, R₇ et R₈, une impulsion positive due à la charge de C₅ se trouve transmise par D₅ sur l'entrée 5 de la porte NAND II de IC₃. Le compteur d'adressage avance d'un pas, et, à condition que la sortie Q₈ de l'Eprom assure le relais par la fourniture d'un état haut, il se produit l'avance rapide du compteur, tant que l'on maintient BP₂ appuyé. Le comptage cesse dès que Q₈ présente à nouveau un état bas. Il suffit de prévoir, au niveau de la programmation, un état bas sur Q₈ entre deux morceaux consécutifs, pour se placer ainsi rapidement devant le début d'une nouvelle mélodie.

e) Compteur d'adressage

Le circuit intégré noté IC₄ est un CD 4040. C'est un compteur binaire de 12 étages. De ce fait, il peut occuper $2^{12} = 4\,096$ positions différentes. Nous n'utiliserons que les onze premières sorties, étant donné que l'Eprom ne comporte que $2\,048 = 2^{11}$ positions d'adressage.

Les sorties Q₁ à Q₁₁ sont ainsi reliées respectivement aux entrées d'adressage A₁ à A₁₁ de l'Eprom.

Rappelons également qu'un tel compteur avance au rythme des fronts négatifs des créneaux présentés sur l'entrée « horloge », comme l'indiquent d'ailleurs les oscillogrammes de la **figure 7**.

Enfin, il est possible à tout moment de provoquer la remise à zéro de ce compteur, en appuyant sur BP₃, ce qui a pour résultat la présentation d'un état haut sur l'entrée RAZ. De même, au moment de la mise sous tension du montage, grâce à la charge de C₂ à travers R₁₁, il se produit une brève impulsion positive sur l'entrée RAZ, ce qui assure la remise à zéro automatique de départ.

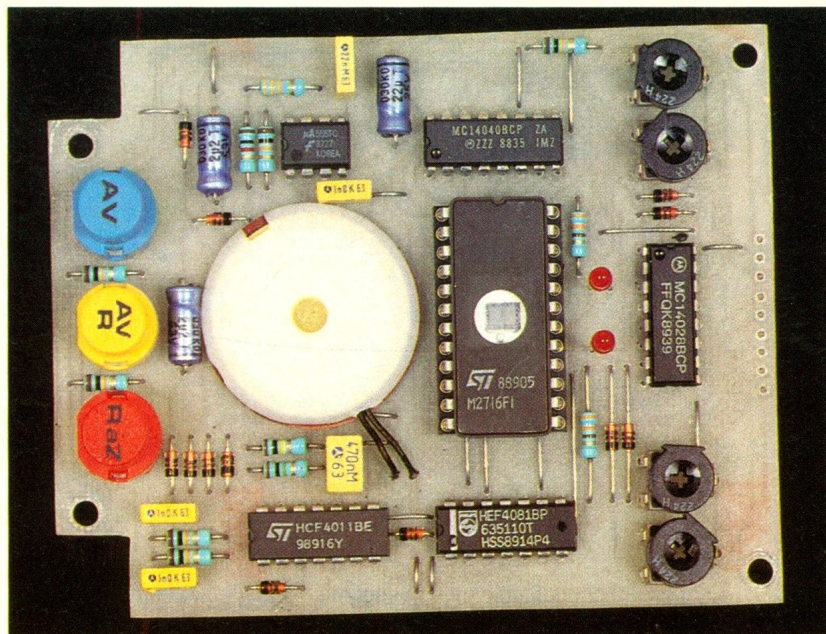


Photo 2. – On discerne à gauche les poussoirs d'avance, d'avance rapide et de remise à zéro commandant l'ensemble.

f) Décodage des notes

Les sorties Q₁ à Q₄ de l'Eprom sont directement reliées aux entrées Data 1 à 4 d'un décodeur IC₇. Il s'agit d'un CD 4514, c'est-à-dire d'un décodeur binaire → 16 sorties linéaires. La **figure 7** en rappelle le brochage et le fonctionnement. Les 13 sorties S₁ à S₁₃ sont reliées, par l'intermédiaire des diodes D₁₄ à D₂₆, aux entrées de commande du mini-piano. Grâce à ces diodes, le mini-piano se trouve intégralement dans sa situation de fonctionnement pour laquelle il a été prévu, à savoir les entrées de commandes restant « en l'air » en cas de non-sollicitation.

Enfin, notons que le décodeur est seulement opérationnel si l'entrée « INHIBIT » est soumise à un état bas. Si celle-ci est reliée à un état haut, toutes les sorties présentent un état bas quels que soient les niveaux logiques présentés sur les entrées Data.

g) Les registres : clavecin et mandoline

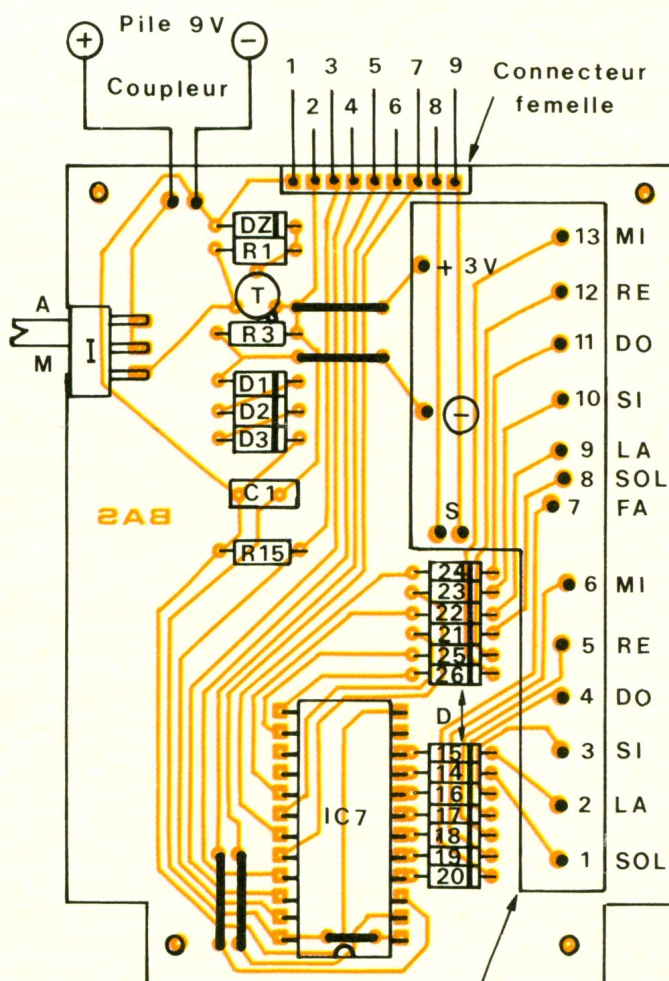
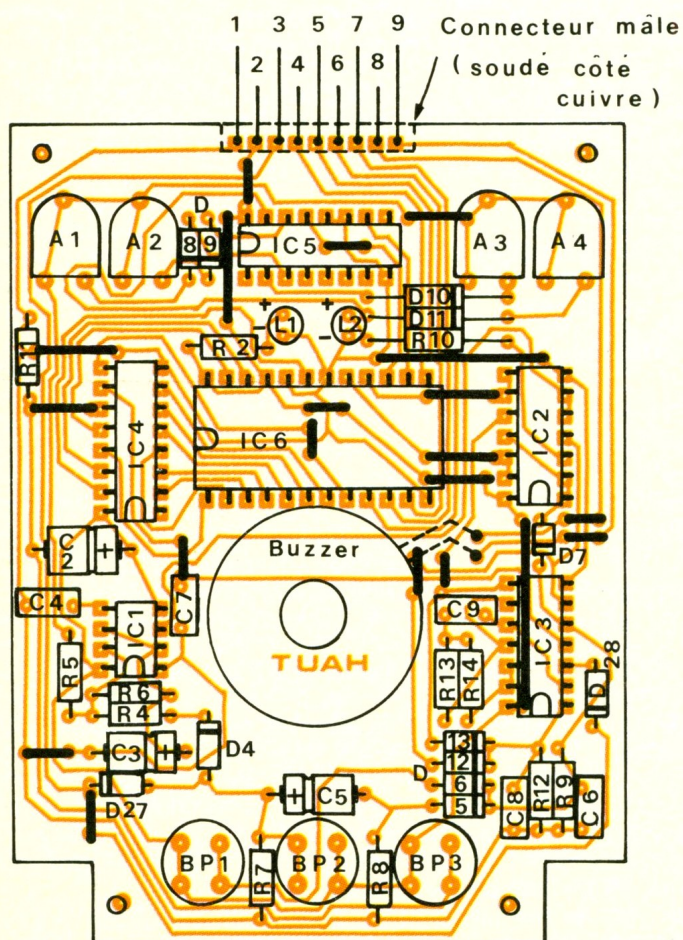
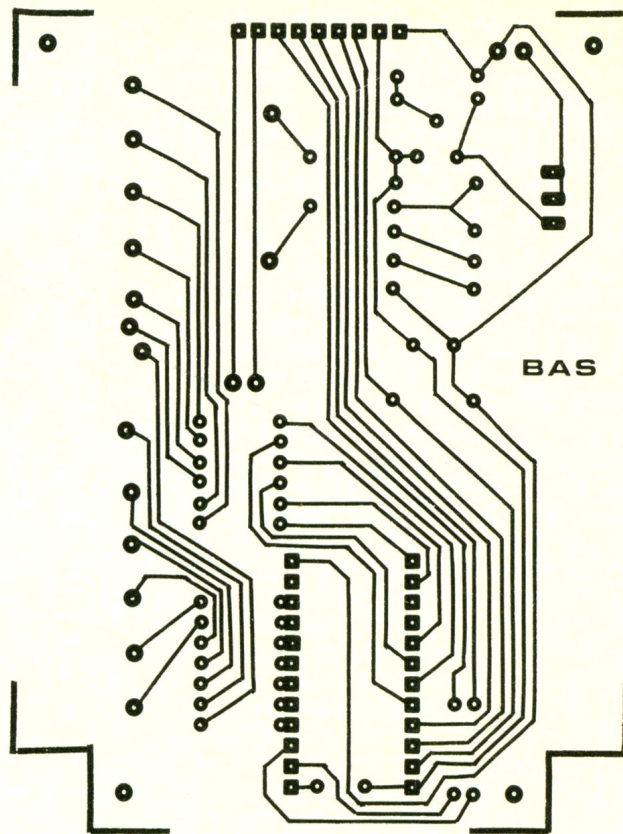
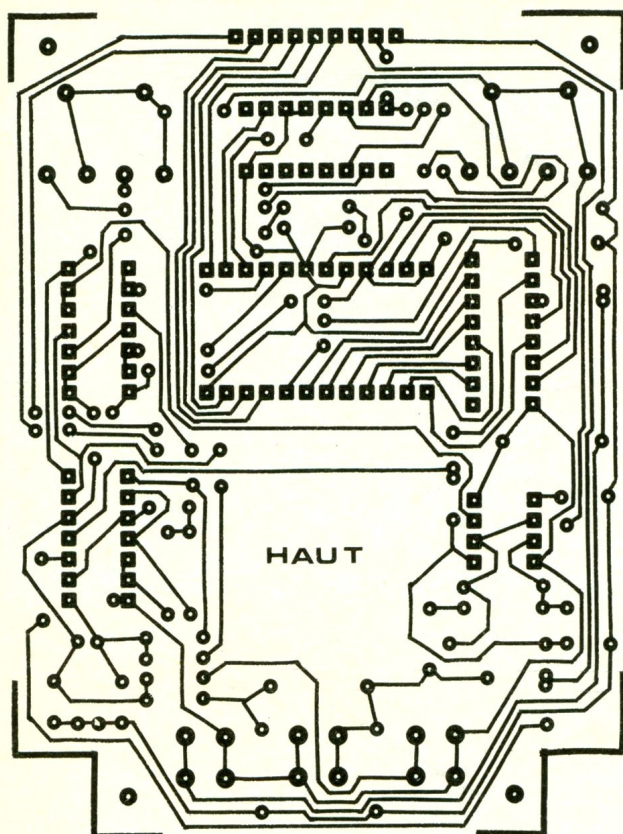
Les portes NAND III et IV de IC₃ constituent un multivibrateur astable. Lorsque la sortie Q₇ de l'Eprom présente un état bas, celui-ci se trouve restitué par la porte AND III de IC₂. Etant donné que la sortie de cette porte est reliée à l'entrée 8 de la porte NAND III, l'état bas évoqué ci-dessus a pour effet de neutraliser le multivibrateur, qui présente sur sa sortie un état haut permanent.

Par l'intermédiaire de D₁₂, l'entrée 1 de la porte NAND I reçoit les créneaux délivrés par le 555, via la porte AND II de IC₂. La porte NAND I inverse ces créneaux et les achemine sur l'entrée « INHIBIT » de IC₇.

Rappelons que le compteur d'adressage avance au rythme des fronts négatifs, ce qui revient à dire que cette avance est synchronisée avec les fronts positifs des créneaux issus de IC₁. Ils deviennent de nouveau négatifs sur l'entrée INHIBIT suite à l'inversion apportée par la porte NAND I. Ainsi, *au début* de chaque changement d'adresse, l'entrée INHIBIT de IC₇ est soumise à un état bas. Il en résulte la restitution normale du résultat de décodage, par IC₇, et donc de la sollicitation ponctuelle de l'entrée sélectionnée du mini-piano. C'est le fonctionnement normal en mode « clavecin ».

Lorsque la sortie Q₇ de l'Eprom présente un état haut, le multivibrateur NAND III et IV devient opérationnel. Il délivre sur sa sortie des créneaux dont la période est fonction des valeurs des composants tels que R₁₃ et C₉. Dans le cas présent, la fréquence des signaux émis est de l'ordre de 8 Hz. Etant donné que l'entrée 1 de la porte NAND I est constamment soumise à un état haut, ces créneaux sont transmis, après inversion sur l'entrée INHIBIT de IC₇.

Dans cette situation, et lors des états bas présentés sur INHIBIT, la sortie sollicitée de IC₇ présente



Mini-piano
(collé sur époxy)

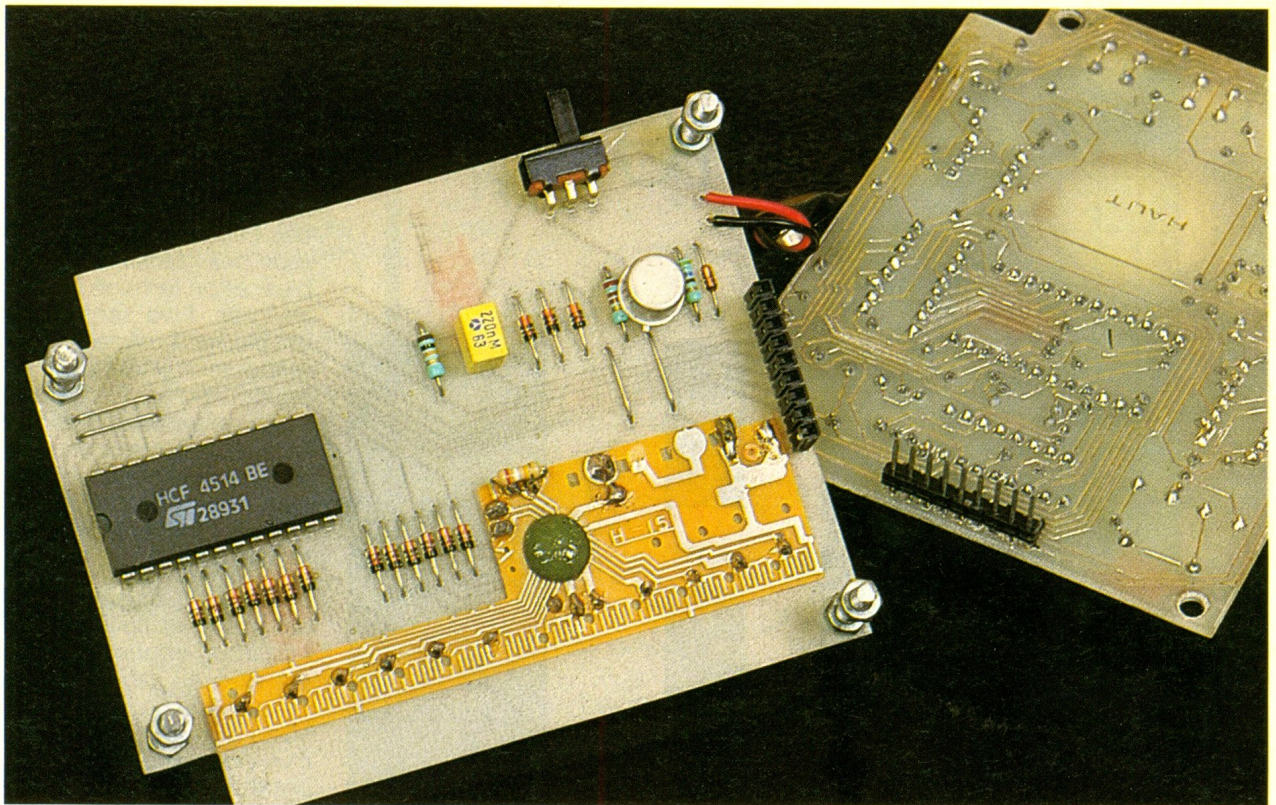


Photo 3. – Le mini-piano sera fixé directement sur le circuit imprimé.

un état haut. Il en résulte une suite répétée d'états hauts acheminés sur l'entrée correspondante du mini-piano. Cela se traduit par un son comparable à celui qui est émis par une mandoline.

Enfin, lorsque l'on appuie sur BP₂, qui est le bouton-poussoir de l'avance rapide, un état haut est imposé à l'entrée INHIBIT par l'intermédiaire de D₂₇. Il en résulte la neutralisation du décodeur IC₇ dont toutes les sorties présentent un état bas ; cette disposition évite à l'utilisateur l'audition d'une mélodie qui déferle à une vitesse accélérée telle qu'il en existe dans certains dessins animés ou encore lors du rembobinement d'une bande magnétique...

III – REALISATION PRATIQUE

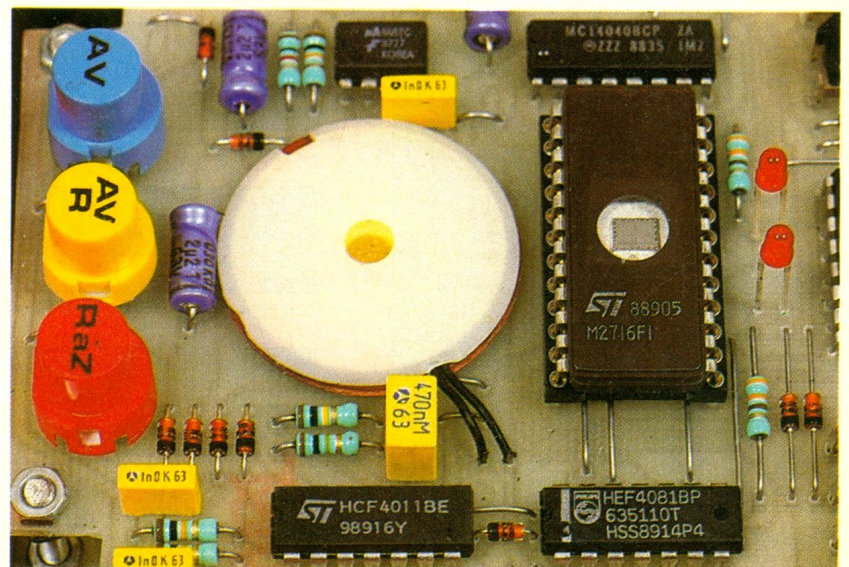
a) Circuits imprimés (fig. 8)

La configuration des pistes est relativement serrée ; il est donc absolument nécessaire de recourir aux produits de transfert Mécanorma : pastilles et bandelettes de 0,5 mm de largeur. L'application de ces éléments peut être directe sur le cuivre de l'époxy. Il est également possible

de réaliser un mylar transparent que l'on interposera ensuite entre le cuivre présensibilisé et une source de rayonnement ultraviolet. Après révélation, on passe à l'attaque du circuit dans un bain de perchlorure de fer. Puis le module est abondamment rincé à l'eau tiède. Toutes les pastilles sont ensuite percées à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre ; certaines perforations seront à agrandir, suivant le diamètre

des connexions des composants auxquels elles sont destinées. Pour terminer, il est toujours avantageux d'étamer les pistes afin de leur donner une meilleure tenue mécanique. Cet étamage peut se réaliser directement au fer à souder. Cette technique offre en outre l'avantage de permettre de contrôler à cette occasion la continuité des pistes et l'absence de contacts accidentels entre pistes voisines.

Photo 4. – Gros plan du buzzer piézo et de l'EPROM 2716.



Q8	Q7	Q6	Q5	Adresse			PR.	
				16 ²	16 ¹	16 ⁰	16 ¹	16 ⁰
0	0	0	1	0	0	0	1	0
0	0	0	1	0	0	1	1	0
1	0	0	1	0	0	2	9	6
1	0	0	1	0	0	3	9	0
1	0	0	1	0	0	4	9	4
1	0	0	1	0	0	5	9	6
1	0	0	1	0	0	6	9	0
1	0	0	1	0	0	7	9	4
1	0	0	1	0	0	8	9	6
1	0	0	1	0	0	9	9	0
1	0	0	1	0	0	A	9	4
1	0	0	1	0	0	B	9	5
1	0	0	1	0	0	C	9	0
1	0	0	1	0	0	D	9	0
1	0	0	1	0	0	E	9	5
1	0	0	1	0	0	F	9	6
1	0	0	1	0	1	0	9	7
1	0	0	1	0	1	1	9	5
1	0	0	1	0	1	2	9	0
1	0	0	1	0	1	3	9	6
1	0	0	1	0	1	4	9	4
1	0	0	1	0	1	5	9	0
1	0	0	1	0	1	6	9	0
1	0	0	1	0	1	7	9	5
1	0	0	1	0	1	8	9	0
1	0	0	1	0	1	9	9	0
1	0	0	1	0	1	A	9	6
1	0	0	1	0	1	B	9	0
1	0	0	1	0	1	C	9	4
1	0	0	1	0	1	D	9	6
1	0	0	1	0	1	E	9	0
1	0	0	1	0	1	F	9	4

Mi

Do

Mi

Do

Mi

Do

Ré

Ré

Mi

Fa

Ré

Mi

Do

Ré

Mi

Do

Mi

Do

10

Tableau
de programmation
de l'EPROM.

Q8	
M	1
A	0

Q7	
M	1
C	0

V	Q6	Q5
1	0	0
2	0	1
3	1	0
4	1	1

Sol ↓	La ↓	Si ↓	Do	Ré
1	2	3	4	5

Mi	Fa	Sol	La	Si
6	7	8	9	A

Do ↓	Ré ↓	Mi ↓	Pause
B	C	D	o

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

b) Implantation des composants (fig. 9)

On débute toujours par la mise en place des straps de liaison, des diodes, des résistances et des capacités. Ensuite, ce sera le tour des transistors, des ajustables, et on termine par les circuits intégrés. Il va sans dire qu'il est absolument nécessaire de bien respecter l'orientation des composants polarisés. De même, lors de l'implantation des circuits intégrés, il convient de ménager un temps de refroidissement suffisant entre deux soudures consécutives sur les broches d'un même boîtier.

L'inverseur unipolaire à glissière est soudé et collé sur le module. Le circuit imprimé du mini-piano est relié au module inférieur par l'intermédiaire de straps de liaison. Sur le circuit imprimé du mini-piano, des trous de 0,8 mm ont été percés dans des endroits pastillés déjà existants. Le buzzer est collé sur le module supérieur.

Les deux modules sont reliés entre eux par un ensemble de connecteurs mâles et femelles. Des vis de 3 mm de diamètre et des écrous formant entretoises maintiennent l'écartement correct des deux modules.

c) Programmation (fig. 10)

La programmation est très simple. Les tableaux de la figure 10 montrent une façon pratique de la réaliser. En partant d'une partition de musique, on recherchera toujours la durée de la note la plus courte : ce sera la ligne de base de programmation. Par exemple, si cette base est la croche, une ligne de programmation sera affectée à la croche, deux lignes à la noire, quatre lignes à la blanche, trois lignes à la noire pointée.

En mode clavecin, pour une note donnée, seulement la première ligne est à programmer à la note, les notes suivantes seront programmées en pause. En revanche, en mode mandoline, toutes les lignes sont à programmer. A l'aide des ajustables, on réglera de façon plus définitive le rythme de la mélodie, au moment de l'audition.

Robert KNOERR

LISTE DES COMPOSANTS

a) Module inférieur

5 straps (3 horizontaux, 2 verticaux)

R_1 : 560 Ω (vert, bleu, marron)
 R_3 : 2,2 k Ω (rouge, rouge, rouge)
 R_{15} : 10 k Ω (marron, noir, orange)

D_1 à D_3 : 3 diodes-signal
 1N4148, 1N914
 D_{14} à D_{26} : 13 diodes-signal
 1N4148, 1N914

D_Z : diode Zener 5,6 V/1,3 W
 C_1 : 0,22 μ F, milfeuil
 T : transistor NPN 2N1711, 2N1613
 IC_7 : CD 4514 (décodeur binaire
 → 16 sorties linéaires)

Mini-piano, voir texte
 Connecteur femelle 9 broches
 I : interrupteur unipolaire à glissière (pour circuit imprimé)
 Coupleur pour pile 9 V

b) Module supérieur

20 straps (12 horizontaux, 8 verticaux)

R_2 : 330 Ω (orange, orange, marron)
 R_4 : 1 k Ω (marron, noir, rouge)
 R_5 : 33 k Ω (orange, orange, orange)
 R_6 à R_9 : 4 x 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R_{10} : 330 Ω (orange, orange, marron)
 R_{11} et R_{12} : 2 x 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R_{13} : 100 k Ω (marron, noir, jaune)
 R_{14} : 1 M Ω (marron, noir, vert)

A_1 à A_4 : 4 ajustables 220 k Ω , implantation horizontale, pas de 5,08

D_4 à D_{13} : 10 diodes-signal
 1N4148, 1N914
 D_{27} et D_{28} : 2 diodes-signal
 1N4148, 1N914

L_1 et L_2 : 2 LED rouges $\varnothing$ 3

C_2 : 22 μ F/10 V, électrolytique
 C_3 : 2,2 μ F/10 V, électrolytique
 C_4 : 22 nF, milfeuil
 C_5 : 2,2 μ F/10 V, électrolytique
 C_6 à C_8 : 3 x 1 nF, milfeuil
 C_9 : 0,47 μ F, milfeuil

IC_1 : NE555

IC_2 : CD 4081 (4 portes AND à 2 entrées)
 IC_3 : CD 4011 (4 portes NAND à 2 entrées)
 IC_4 : CD 4040 (compteur binaire à 12 étages)
 IC_5 : CD 4028 (décodeur BCD → décimal)
 IC_6 : Eprom 2716

Support pour Eprom (24 broches-tulipes)
 Connecteur mâle 9 broches
 Buzzer (récupéré du mini-piano)
 BP_1 à BP_3 : 3 boutons-poussoirs à contact travail (pour circuit imprimé)

c) Divers

Pile 9 V (50 x 25 x 15)
 Boîtier Teko série « Tenclos Battery » modèle 880 (145 x 85 x 37)

Selectronic

BP 513 - 59022 LILLE - Tél. 20.52.98.52

Pourquoi s'en priver ?

MULTIMETRE MANUDAX M 80

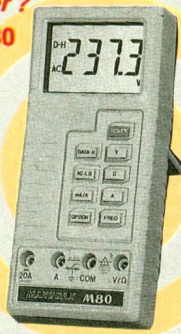
- Changement de gamme automatique
- 4000 points
- Affichage géant
- Data Hold
- Fréquence-mètre
- etc, etc...

Le multimètre M 80 121.9679 549,00 F

A UN PRIX TOUT A FAIT EXCEPTIONNEL

549 F

AVEC SACOCHE



LE LOT DU CONNAISSEUR

Il comprend :
 1 x MC 68705 P3
 1 x LM 324 N
 1 x CD 4060
 1 x Qz 3,2768 MHz
 1 x Qz 4,000 MHz
 1 x 2N 2222 A
 1 x CD 4066
 1 x TEA 5114
 2 x Ajustables multi-tours miniatures 500 Ω
 Le lot : 121.0110 165,00 F



OPERATION
 ACCUMULATEURS
 TYPE 501 RS
 (TAILLE PILE R6)

Un accu de qualité professionnelle à un prix "grand public".
 - Capacité : 500 mA.h
 - Décharge : jusque 3A autorisés
 Le blister de 2 accus
 121.0705 30,00 F
 Les 5 blister (soit 10 accus)
 121.0706 135,00 F

Maintenant disponible :
 - Carte seule OEM (Sans alim. ni coffret)
 Le kit complet
 121.9270 875,00 F

SCALP!

INFOS et NOUVEAUTÉS

CIRCUITS SSM :		
- SSM 2015	121.7122	69,00 F
- SSM 2402	121.7277	66,00 F
- SSM 2131	121.7278	36,50 F

NE 5205 : Amplificateur large bande UHF/VHF totalement intégré !
 - Bande passante : > 600 MHz
 - Gain : 20 dB
 - Facteur de bruit : 4,8 dB / 75 Ω

Le NE 5205 121.6937 55,00 F

CONNECTEUR SPECIAL "CARTE A PUCE" :

La pièce 121.9292 110,00 F

TRANSFO SPECIAL TELEPHONE 1/1 600 Ω

Livré avec fiche technique 121.9150 39,00 F

SSI 202 Décodeur DTMF 121.7484 61,00 F

Circuits intégrés :

HA 2425-5	12 bits Sample and Hold	121.6776	129,00 F
HS 574	25 μ s A/D conv.	121.6778	405,00 F
HI 774	7 μ s A/D conv.	121.6779	890,00 F
CA 3240 E	Double CA 3140 E	121.6781	16,00 F
TSC 6703	3 state A/D conv.	121.6784	338,00 F
et toujours : MC 68705 P3 :	la pièce	121.4000	95,00 F
	le lot de 10	121.7415	860,00 F

OPTO :

Dispositifs complémentaires pour télécommande par infra-rouges
 - Emetteur BPW 50 12,00 F
 - Récepteur CQY 89 A2 3,50 F

DIODE LASER COLLIMATEE A LUMIERE ROUGE VISIBLE

La diode laser collimatée à émission rouge visible CQL 90 remplace avantageusement les tubes He-Ne
 - Puissance d'émission : 1,5 mW / 675 nm
 - Alimentation : 2,6 V / 75 mA pour 1mW
 - Dimensions : diam. 11 x 27 mm
 - Fournie avec documentation complète

La diode LASER CQL 90 121.7080 1999,00 F

Circuit de contrôle pour CQL 90 permettant d'utiliser la diode LASER en continu (alimentation par pile 9 V)

Le kit complet avec boîtier HEILAND et circuit imprimé :
 121.9365 85,00 F



NOUVEAUX KITS (ELEKTOR 144)

- ALIMENTATION DE PUISSANCE AJUSTABLE
 - Tension de sortie ajustable de 4 à 20 V
 - Courant de sortie jusqu'à 10 A

Le kit complet (avec galvas) 121.9380 1330,00 F
 (Coffret conseillé : ESM ET 27/21)

- INTERFACE DE PUISSANCE POUR
 CARTE Z80 "EUROPE"
 - 7 sorties de puissance
 - 16 canaux multiplexés
 - Convertisseur A/D 8 bits etc....

Le kit complet 121.9385 715,00 F

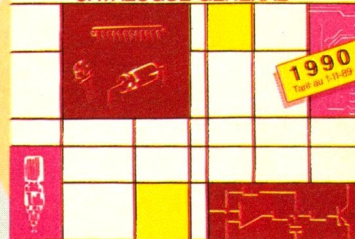
TARIF AU 01/04/90

TOUT LE RESTE
 VOUS ATTEND
 DANS LE NOUVEAU
 CATALOGUE

Selectronic

composants et matériels électroniques professionnels

CATALOGUE GENERAL



BP 513 - 59022 LILLE cedex
 20 52 98 52

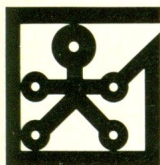
Expédition FRANCO
 contre 22 F en timbres poste

CONDITIONS GENERALES DE VENTE

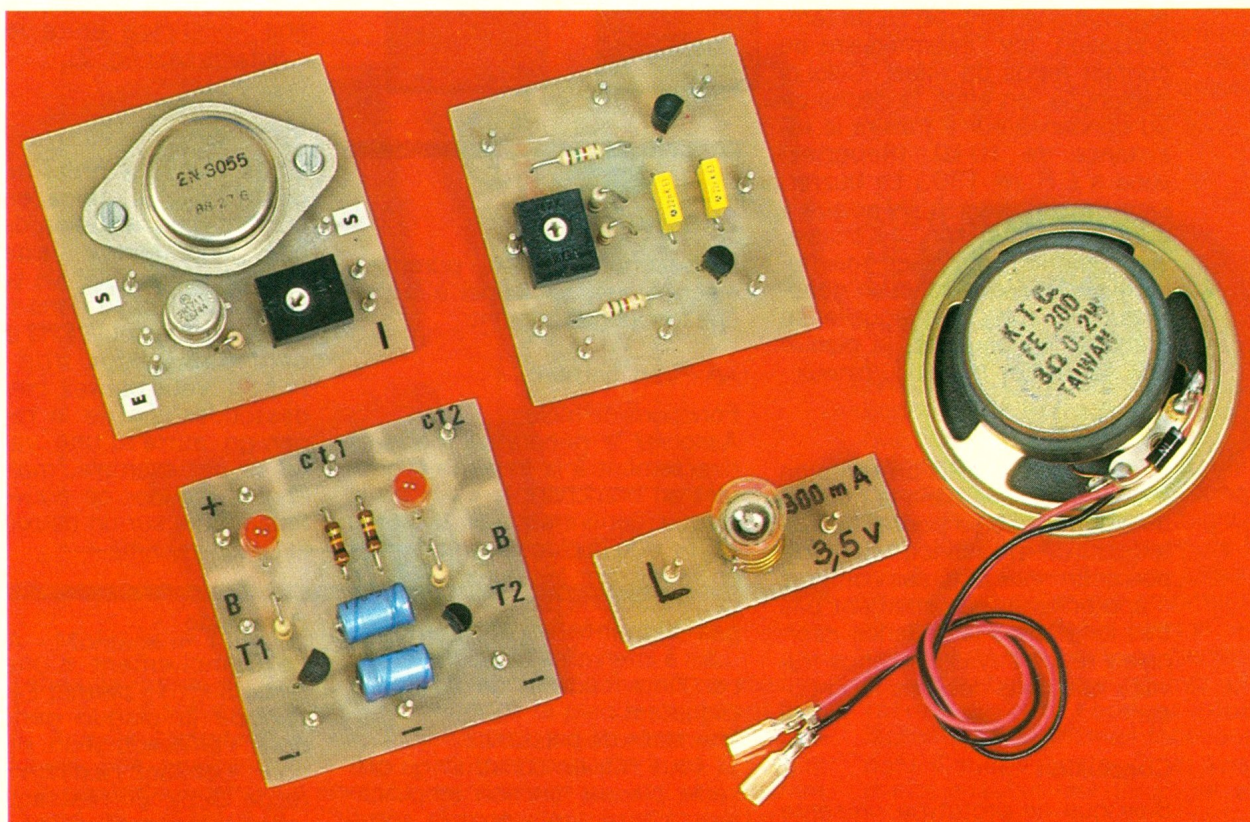
- Règlement à la commande : Commande inférieure à 700 F : ajouter 28,00 F forfaitaire pour les frais de port et d'emballage
- Commande supérieure à 700 F : port et emballage gratuits.
- Règlement en contre-remboursement : joindre environ 20% d'acompte à la commande. Frais en sus selon taxes en vigueur.
- Collis hors normes PTT : expédition en port dû par messageries.
- Les prix indiqués sont TTC.

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

LA TECHNOLOGIE AU COLLEGE (XIII)



Avec la plaque fonction générateur de sons construite le mois dernier, vous avez maintenant la possibilité de réaliser de nombreux montages électroniques. Vous deviez d'ailleurs, à titre d'exercice, mettre au point un prototype dénommé « Centrale de signalisation ».



L'analyse de ce montage va nous permettre, ce mois-ci, d'associer les diverses fonctions électroniques de base que nous connaissons déjà, mais également de découvrir deux nouveaux composants.

Rappel du cahier des charges

1^{re} version

Le montage doit émettre, à intervalles de temps réguliers, un signal sonore et lumineux. Une diode DEL sert, par ailleurs, de témoin de fonctionnement.

ANALYSE DU CAHIER DES CHARGES

Deux fonctions principales s'avèrent indispensables dans la réalisation de ce prototype, comme le présente le schéma fonctionnel de la figure 1.

Il s'agit de la fonction clignotant (signal périodique de très basse fréquence) et de la fonction générateur de sons (signal périodique également, mais de fréquence moyenne), auxquelles deux interfaces de puissance sont associées, afin d'activer convenablement les sorties désirées : le haut-parleur et l'am-

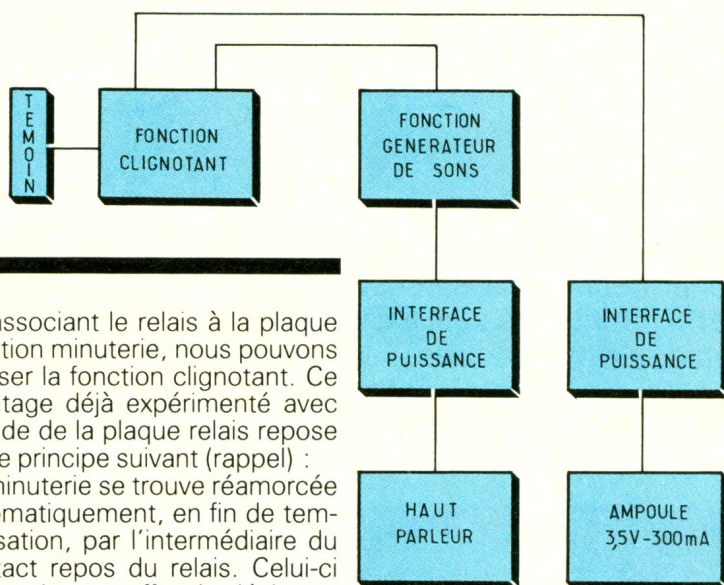
poule de puissance (nous avons choisi l'ampoule de 3,5 V, 300 mA).

RECHERCHE DU PROTOTYPE VERSION 1

A l'aide des composants et des plaques fonction déjà réalisées, vous pouvez choisir entre deux solutions technologiques différentes :

1^{re} solution

Cette première solution fait appel au relais électromagnétique.



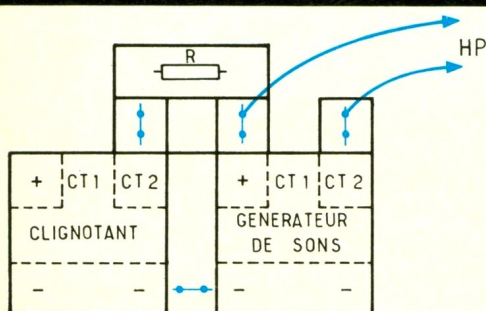
En associant le relais à la plaque fonction minuterie, nous pouvons réaliser la fonction clignotant. Ce montage déjà expérimenté avec l'étude de la plaque relais repose sur le principe suivant (rappel) : La minuterie se trouve réarmée automatiquement, en fin de temporisation, par l'intermédiaire du contact repos du relais. Celui-ci déclenche, en effet, la décharge du condensateur à travers la résistance de 10 k Ω . (Reportez-vous à E.P. n° 130.) Le buzzer, « seule solution à l'époque » pour obtenir un son, se trouve, bien entendu, remplacé maintenant par la plaque fonction générateur de sons sur laquelle se branche, en parallèle, la plaque DEL servant de témoin lumineux.

Remarque

L'utilisation du relais présente un avantage certain dans la mesure où il permet de se passer de l'interface de puissance de l'ampoule. En revanche, ses contacts n'apprécieront certainement pas très longtemps la cadence infernale « repos-travail », « repos-travail » que nous désirons lui imposer.

Conclusion

Bien que ce prototype présente quelques inconvénients, réalisez quand même ce montage afin de vous familiariser avec l'assemblage des diverses plaques fonctions.



2^e solution

La seconde solution, purement électronique, fait appel à la plaque fonction clignotant.

A – Branchement

Fonctions de base :

Associez le générateur de sons directement à la fonction clignotant en branchant le « + » de la plaque générateur sur la sortie « CT₂ » de la plaque clignotant et en réunissant les deux « - ». Le générateur de sons n'est donc pas alimenté en permanence mais à intervalles réguliers, et ce, par l'intermédiaire de la plaque clignotant.

Interfaces de puissance :

Si vous n'avez construit qu'une seule plaque fonction amplificateur, conservez-la pour la sortie nécessitant une plus grande puissance (vraisemblablement l'ampoule). Vous réaliserez alors la deuxième interface en utilisant la plaque transistor 2N1711 avec, bien sûr, une résistance de base. Le témoin lumineux existe déjà sur la plaque clignotant, inutile donc d'ajouter une plaque DEL au montage.

B – Analyse du fonctionnement

Tout fonctionne ! bien qu'un petit problème qui ne nous est pas totalement inconnu apparaisse. Nous l'avons assez souvent rencontré d'ailleurs, lors de nos précédentes manipulations. La fonction clignotant voit son signal

périodique modifié dès qu'elle se trouve connectée aux autres éléments du montage. Effectivement, une charge supplémentaire au niveau du collecteur de T₂, ici la plaque générateur, bouleverse complètement la constante de temps du module clignotant. Le courant qui « sort » de la plaque fonction clignotant a donc une valeur **trop grande**.

C – Solutions

● Solution n° 1

L'idée la plus simple, pour diminuer l'importance de ce courant, consiste tout bonnement à placer une résistance entre les deux fonctions (voir fig. 2).

Variante

Vous avez la possibilité de contrôler plus efficacement le courant d'alimentation de la plaque générateur à l'aide d'une résistance variable. Le potentiomètre déjà utilisé dans nos précédentes manipulations a cependant une valeur trop élevée (1 M Ω). Vous pouvez, bien sûr, le dessolder afin de le remplacer par un autre d'une valeur de 47 k Ω par exemple, mais mieux encore, souder ce nouveau potentiomètre sur un deuxième petit circuit imprimé.

Remarque

Le branchement d'une résistance sur CT₂ permet l'alimentation de la plaque générateur, donc l'émission d'un signal sonore, pendant l'extinction de la diode DEL₂. En réalisant, en revanche, le branchement sur CT₁, le haut-parleur produit un son lors de l'allumage de la DEL₂.

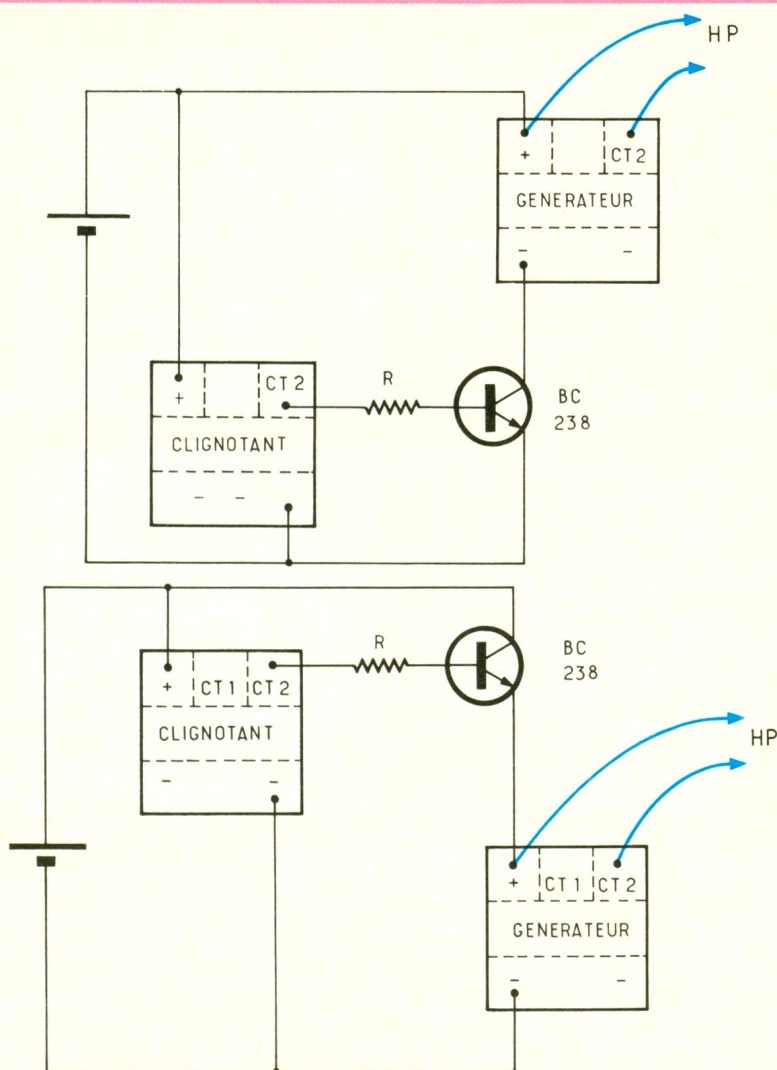
Analyse

Nous obtenons un fonctionnement convenable tout en vérifiant que l'on ne peut pas trop augmenter la valeur de la résistance entre les deux fonctions puisque le générateur réclame, évidemment, un minimum de courant pour fonctionner correctement.

● Solution n° 2

Réalisation d'un étage à transistor avec la plaque transistor BC238.

3-4 *Branchement d'un transistor en sortie de la plaque fonction clignotant/étage de liaison à transistor.*



A – Montage n° 1 (fig. 3)

Reliez la base du transistor BC 238 à la sortie CT₂ (ou CT₁) du module clignotant, et ce, à travers une résistance. Le module générateur constitue alors la charge du transistor BC 238 et se relie au collecteur.

Analyse

Le courant qui « sort » maintenant de la plaque clignotant correspond au courant nécessaire au fonctionnement de la plaque générateur (ou encore courant de collecteur du transistor) divisé par le gain de ce même transis-

tor. Le générateur ne peut donc plus perturber la fonction clignotant.

B – Montage n° 2 (fig. 4)

Le module générateur se trouve maintenant branché à l'émetteur du transistor et non plus au collecteur. Il s'agit là du branchement dit à « collecteur commun » que nous avons découvert à la suite de l'étude du diviseur de tension.

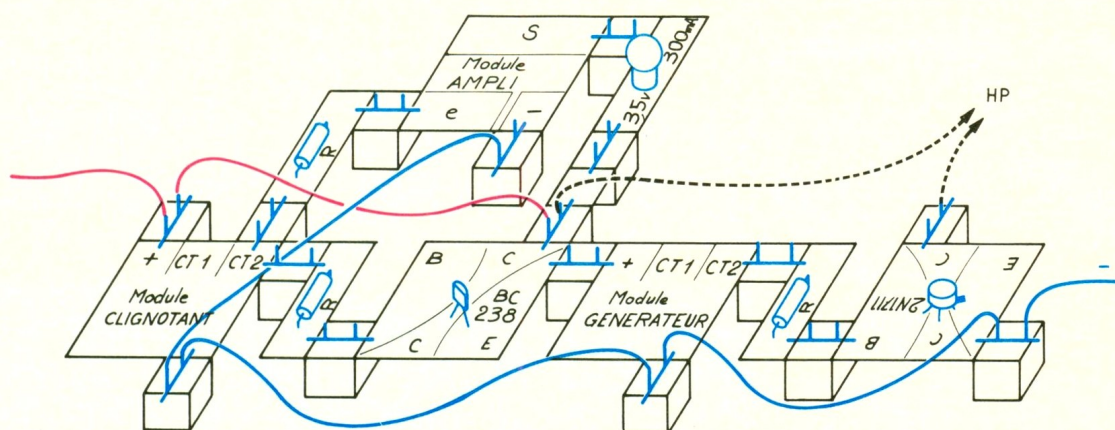
Analyse

Ce montage permet d'associer nos deux fonctions en éliminant toute influence de l'une sur l'autre. On dit encore de cet étage de liaison à transistor qu'il assure une adaptation d'impédance.

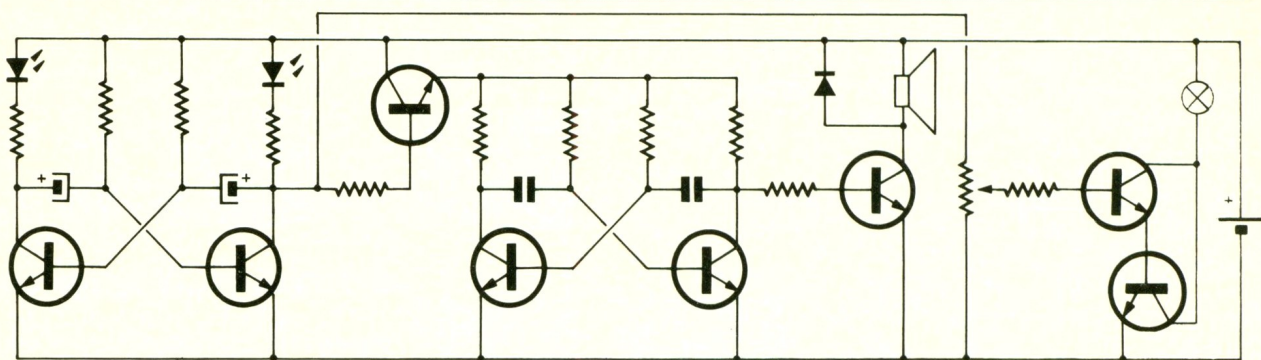
SCHEMA GENERAL DE LA « CENTRALE DE SIGNALISATION »

La figure 5 présente une des implantations possibles de notre prototype. La figure 6 indique, quant à elle, son schéma théorique complet.

Observez-le attentivement afin d'y repérer les différentes fonctions de base (fonctions clignotant, générateur, amplificateurs 1 et 2), ainsi que l'étage de liaison (montage à collecteur commun). En vous familiarisant avec la recherche de ces fonctions électroniques de base, vous pourrez, ultérieurement, repérer plus facilement ces mêmes fonctions dans d'autres montages, et ainsi mieux analyser leur structure et comprendre leur fonctionnement.



5 *Première version du prototype : assemblage des plaques-fonction et des plaques-composant.*



RECHERCHE DU PROTOTYPE VERSION 2

La deuxième version du prototype se différencie de la première au niveau du signal lumineux. Il vous faut, en effet, obtenir l'allumage de l'ampoule lors de l'interruption du signal sonore.

1^{re} solution

Il suffit de connecter les interfaces de puissance aux deux collecteurs des transistors de la plaque fonction clignotant (une en CT₁ et l'autre en CT₂). Les deux transistors du multivibrateur étant en opposition (T₁ passant lorsque T₂ se trouve bloqué et inversement), il en sera de même pour les deux sorties activées chacune par leur interface de puissance respective.

2^e solution

La deuxième solution va permettre de se relier au module clignotant en un seul point (CT₁ ou CT₂) tout en assurant le fonctionnement alterné des deux sorties.

Comment ?

Les deux interfaces de puissance ne peuvent plus, évidemment, être comparables. Elles doivent, en effet, présenter une différence essentielle :

- L'une s'activera à partir d'un niveau haut, c'est-à-dire lorsque la tension, présente au collecteur de T₂, atteindra la tension d'alimentation.
 - La seconde s'activera, elle, à partir d'un niveau bas, c'est-à-dire lorsque la tension au collecteur de T₂ sera proche de 0 V.
- La différence concernant ces interfaces de puissance se situe donc au niveau de leur polarisation.

● Dans le premier cas, l'interface de puissance, ou autrement dit l'amplificateur, fonctionnera si son entrée est positive. Il suffit d'utiliser pour cela des transistors de type NPN ou bien votre plaque « ampli ».

● Dans le second cas, ces mêmes transistors NPN ne pourront pas convenir. D'autres transistors polarisés à l'inverse s'avèrent donc nécessaires, il s'agit des transistors PNP.

Afin de faciliter nos expérimentations, nous allons réaliser deux nouveaux petits circuits imprimés.

Fabrication

Dessin des circuits imprimés et implantation des transistors (fig. 7 et 8)

Les circuits, identiques à ceux des transistors NPN déjà réalisés, nécessitent deux plaques de cuivre époxy de 45 mm x 45 mm. Comme précédemment, le tracé du circuit ne pose guère de difficulté sauf pour la partie affinée de la zone « collecteur » entre la base et l'émetteur du transistor.

Attention : repérez correctement les deux circuits avant de souder les transistors. Le circuit du BC 158 correspond à celui du 2N1711, quant au circuit du 2N2905, il est identique à celui du BC 238.

Utilisation des transistors PNP

Nous n'allons pas décrire toutes les expérimentations que vous pourrez réaliser. Seule la manipulation de base du transistor sera présentée. Pour découvrir plus en détail les transistors PNP, il vous suffira, tout simplement, de refaire l'ensemble des manipula-

tions proposées avec les transistors NPN (BC 238 et 2N1711) sans oublier cependant d'inverser, à chaque fois, les polarités. Reportez-vous pour cela aux numéros 132 et 133 d'*Electronique pratique*.

Le transistor PNP commandé avec les doigts

● Réalisez le montage de la figure 10 en utilisant la plaque DEL, et successivement les plaques transistors BC 158 et 2N2905.

● Aucun branchement n'est effectué sur la base. La diode DEL reste éteinte.

● Reliez la base du transistor avec les doigts au « + » de l'alimentation (comme pour les transistors NPN). Il ne se passe rien !

● Reliez maintenant la base au « - » de l'alimentation, toujours avec les doigts. La diode DEL s'illumine légèrement ! (un faible courant traverse la résistance que constituent vos doigts).

● Mouillez-vous les doigts. Le courant de base augmente sensiblement ainsi que le courant de collecteur qui lui est proportionnel. La diode DEL s'illumine alors fortement.

Important

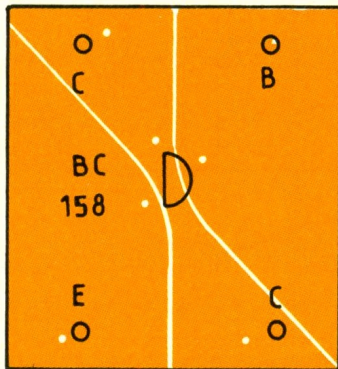
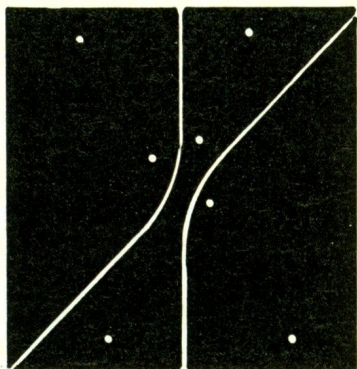
Comme pour les transistors NPN dont la base ne doit jamais être reliée directement au « + » sous peine de détruire immédiatement la jonction BE, il ne faudra jamais brancher la base des transistors PNP directement au « - » de l'alimentation.

Remarques

● Poursuivez les manipulations en remplaçant, au collecteur du transistor, la plaque DEL par l'ampoule de 100 mA, l'ampoule de 300 mA, la plaque relais et en utilisant diverses plaques résis-

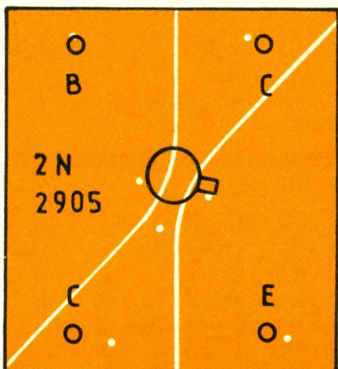
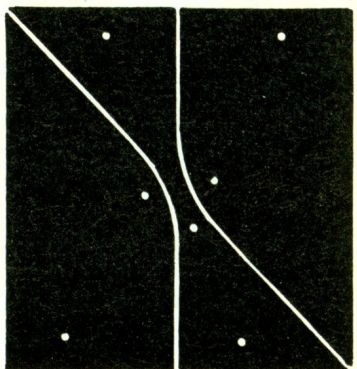
7

Circuit imprimé
et implantation
de la plaque-
composant
BC158.



8

Circuit imprimé
et implantation
de la plaque-
composant
2N2905.



tance et non plus le corps
comme résistance de base.
Vous devriez alors, comme pré-
cédemment avec le BC 238 et le
2N1711, constater les limites de
fonctionnement de ces deux
nouveaux transistors tant en ce
qui concerne le gain en courant
que le courant de collecteur

maximal. Afin de ne pas dépas-
ser ces limites, consultez le ta-
bleau des caractéristiques du
BC 158 et du 2N2905 de la fi-
gure 11 avant d'effectuer vos ex-
périmentations.

● La figure 12 présente les sym-
boles du transistor NPN et du
transistor PNP d'où il ressort

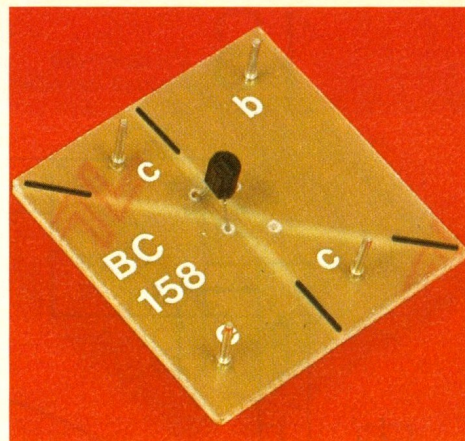


Photo 2. - Vue du circuit imprimé
recevant le transistor petits signaux
PNP BC 158.

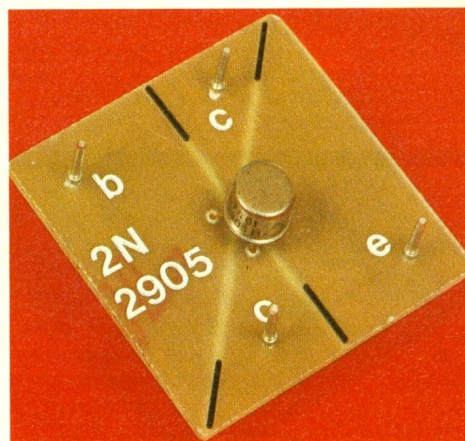


Photo 3. - Le 2N2905, en boîtier TO39.

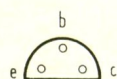
deux indications très importan-
tes :

- la direction de la flèche de
l'émetteur précise le sens de
passage du courant (sens du
courant conventionnel, c'est-à-
dire du « + » vers le « - ») ;
dans le cas d'un transistor NPN,
le courant sort donc par l'émet-
teur alors qu'il entre par l'émet-
teur dans le cas d'un transistor
PNP ;

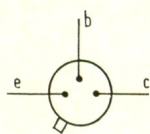
- les indications N, P, N et P, N,
P portées respectivement à côté
de Emetteur, Base et Collecteur
indiquent la façon convenable de
polariser ces deux transistors. On
apprend ainsi que la base doit

9

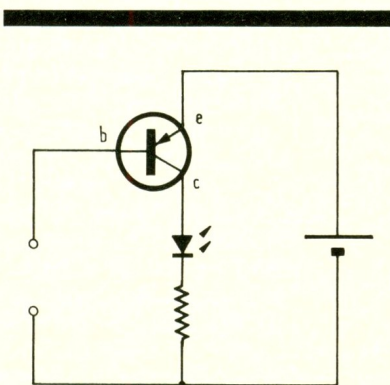
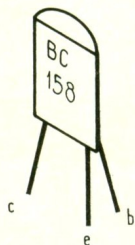
Brochage des
transistors
utilisés.



vue de
dessus



vue de
dessous



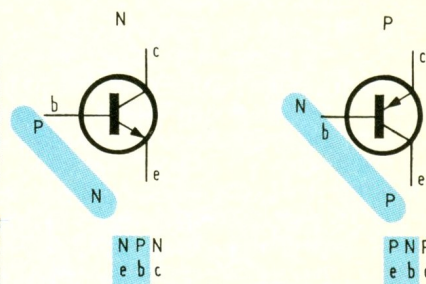
10

Le transistor PNP :
expérimentation.

11

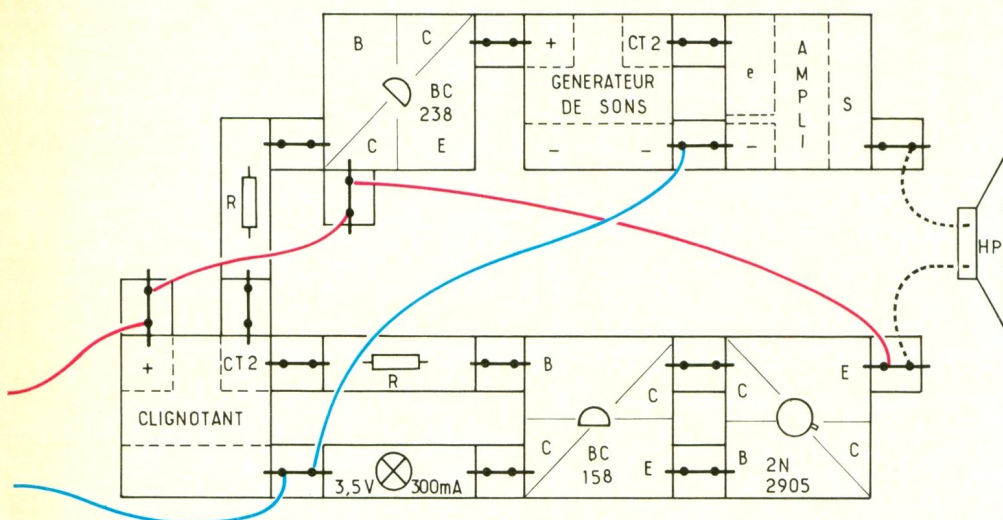
Caractéristiques
des
transistors.

Transistor	Type	I _C max	V _{CE} max	F max	Gain en courant minimal
BC 158	PNP	200 mA	30 V	220 mW	120
2N2905	PNP	500 mA	40 V	600 mW	100



12

Symboles d'un
NPN et d'un PNP.



être positive (P) par rapport à l'émetteur (N) pour qu'un transistor NPN devienne passant. Pour un transistor PNP, les polarités s'inversent, il faut donc que sa base puisse devenir négative (N) par rapport à l'émetteur (P).

Implantation des composants de la version 2 de la centrale de signalisation (fig. 13)

Le BC 158 et le 2N2905, associés en un montage Darlington de type PNP, permettent ici de réaliser l'interface de puissance de l'ampoule de 300 mA. Grâce à son gain en courant très important (gain du BC 158 multiplié par celui du 2N2905), la résistance de base du Darlington peut donc prendre une forte valeur (jusqu'à 100 kΩ), ce qui assure un fonctionnement satisfaisant de la fonction clignotant.

AUTRES EFFETS SONORES

La recherche et la mise au point de ces deux prototypes doit vous permettre de créer, maintenant, en suivant la même méthode expérimentale, vos propres montages.

Voici, d'ailleurs, quelques idées, quelques propositions de recherche à approfondir, si vous vous passionnez pour les effets sonores les plus divers :

- Vous obtiendrez un son du plus bel effet si vous connectez le collecteur de T₂ (ou de T₁) de la pla-

que fonction clignotant à la base de T₁ (ou de T₂) de la plaque fonction générateur de sons.

- **Encore mieux !** Avec deux modules clignotant et un module générateur de sons, reliez un collecteur (CT₁ ou CT₂) de la première plaque clignotant à la base de T₂ de la plaque générateur.

- Pour ces manipulations, les deux multivibrateurs des plaques clignotant oscilleront, de préférence, à une très basse fréquence (ajoutez-leur, si nécessaire, de plus gros condensateurs).

● Un conseil

Vous n'obtiendrez jamais du premier coup le meilleur montage possible. Vous connaissez bien sûr les fonctions de base à interconnecter, mais, comme nous l'avons fait pour la mise au point de la « Centrale de signalisation », il vous faudra réfléchir, analyser les résultats obtenus, et modifier en conséquence soit les liaisons entre les différentes fonctions, soit les caractéristiques propres des fonctions elles-mêmes.

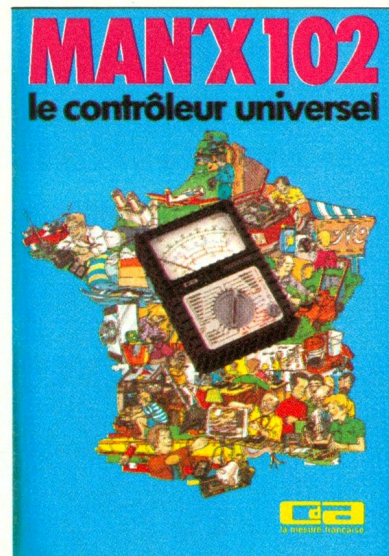
Et si votre prototype fonctionne à merveille, vous pourrez véritablement en fabriquer une version plus soignée.

Pour ce faire, nous verrons, le mois prochain, comment concevoir un circuit imprimé.

(Circuit réalisé à partir du montage de la figure 13, pour tous ceux qui désireraient d'ores et déjà étudier le problème et effectuer une première ébauche.)

Francis Bernard
Enseignant au lycée
Pierre Mendès-France à Tunis

MAN'X 102 le contrôleur universel de C.D.A.



Depuis sa création en 1966, la société C.D.A. (Construction d'Appareillage) a développé plusieurs familles d'appareils de mesure électrique et électronique de grande diffusion.

Aujourd'hui, C.D.A. fabrique une large gamme d'appareils qui répond aux besoins didactiques, qu'il s'agisse de l'enseignement de la physique, de la technologie ou de la formation professionnelle.

C'est le MAN'X 102, modèle à vocation pédagogique de la fameuse série MAN'X, qui sert de référence tout au long de cet ouvrage destiné à rappeler les principes fondamentaux des mesures électriques et les multiples applications du Contrôleur Universel.

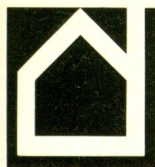
Le lecteur y trouvera :

- la présentation et la constitution générale du contrôleur universel ;
- ses applications pratiques ;
- des exemples illustrant des applications en laboratoire, au lycée technique ou à la maison ;
- des questions-réponses permettant de vérifier l'acquisition de connaissances ;
- des notions sur les méthodes et les qualités de la mesure.

Prix : 120 F.

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

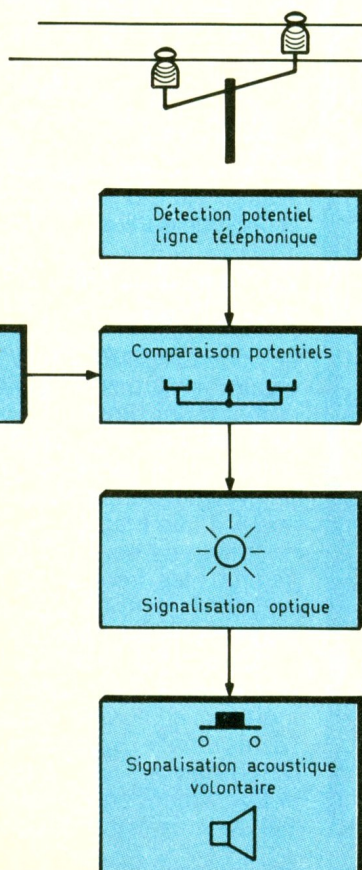
UN DETECTEUR TELEPHONIQUE



Voici à nouveau un montage simple ayant le téléphone pour thème. Il prévient son utilisateur qu'un second appareil est décroché et qu'une tierce personne entend ainsi la communication...

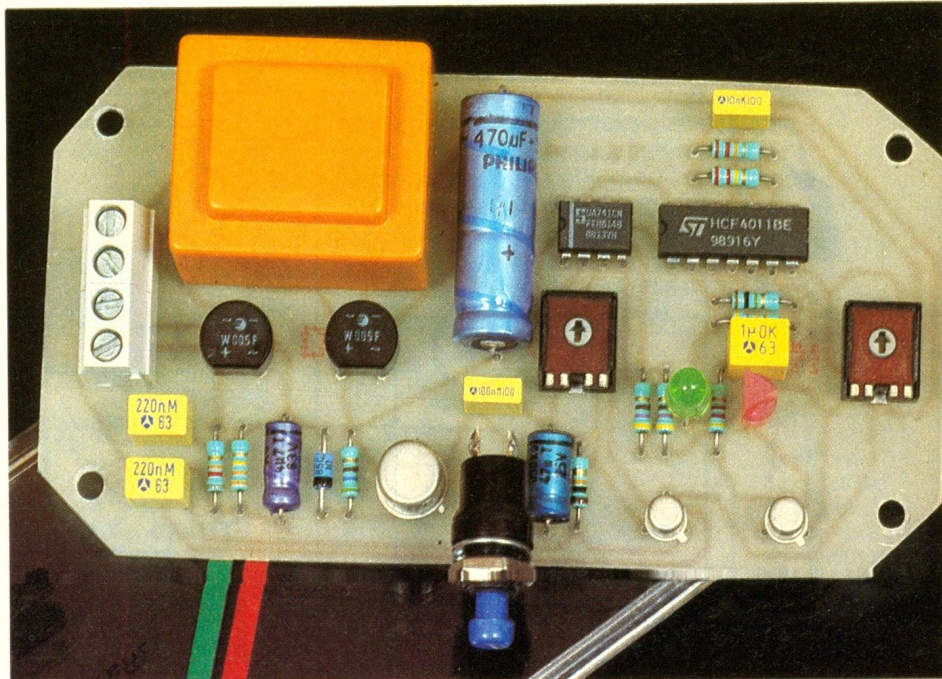
I - LE PRINCIPE

Le montage, par une comparaison permanente entre le potentiel de la ligne et un potentiel de référence, détecte le fait qu'un deuxième poste (ou davantage) est opérationnel. Cette détection a pour conséquence l'allumage d'une LED rouge clignotante sur le boîtier. Mais notre montage est doté d'un perfectionnement supplémentaire. En effet, en appuyant sur un bouton-poussoir, la personne intruse est discrètement invitée à raccrocher son combiné par l'émission d'un bip-bip. Ce signal, dont votre interlocuteur ignore évidemment la signification, vous évitera de demander le même service à la



1

Synoptique de fonctionnement.



tierce personne, de vive voix, ce qui peut être assez désagréable et gênant.

La figure 1 reprend le schéma synoptique de fonctionnement du dispositif.

II - LE FONCTIONNEMENT (fig.2)

a) Alimentation

L'énergie est fournie par le secteur, étant donné que le montage s'installe à demeure, à proximité d'un appareil téléphonique. A cet effet, un transformateur abaisse la tension à 12 V. Un pont de diodes redresse les deux alternances, et la capacité C₁ effectue un premier filtrage. Le transistor NPN T₁, dont la base est maintenue à un potentiel fixe de 10 V par la diode Zener D_Z, délivre au niveau de son émetteur un potentiel continu et régulé à une valeur de l'ordre de 9,5 V. La capacité C₂ parfait le filtrage, tandis

que C₃ a une mission d'antiparasitage. La LED L₁ signale la mise sous tension du montage.

b) Détection du potentiel de ligne

Un second pont de diodes a ses entrées reliées à la ligne téléphonique. Cette disposition présente l'avantage de pouvoir brancher le boîtier sur la ligne sans tenir compte de la polarité de cette dernière. On relève ainsi à la sortie « plus » de ce pont et au « moins » relié au « moins » de l'alimentation le potentiel de ligne diminué d'une valeur de 1,2 V, c'est-à-dire deux fois le potentiel de jonction d'une diode au silicium.

Les résistances R₄ et R₅ constituent un diviseur de tension. Le potentiel disponible sur le point commun R₄/R₅ s'exprime ainsi par la relation :

$$u = (u_{\text{ligne}} - 1,2) \times \frac{R_5}{R_4 + R_5}$$

soit $(u_{\text{ligne}} - 1,2) \times 0,8$ dans le cas du présent montage.

2

L'alimentation utilise la transistor T_1 , monté en ballast, pour réguler la tension $+V$. La détection de duplex s'opère à l'aide de l'AOP IC_1 monté en comparateur. Les opérateurs NAND réalisent la signalisation sonore et lumineuse.

Ce potentiel est acheminé sur l'entrée inverseuse d'un « 741 » noté IC_1 , monté en comparateur. Son entrée directe est reliée au point médian d'un ajustable A_1 qui permet de présenter sur cette entrée la tension désirée.

Le fonctionnement de ce comparateur est très simple. Deux cas peuvent se présenter :

- le potentiel sur e^- est inférieur à celui de e^+ : la sortie présente alors un état haut (à 1,8 V près, à cause de la tension de déchet) ;
- le potentiel sur e^- est supérieur à celui de e^+ : la sortie du comparateur présente un état bas.

Dans l'exemple expérimenté par l'auteur, suivant que l'on décroche l'un ou l'autre de deux appareils, on relève un potentiel « li-

gne » de 8,7 V ou 9,3 V. Les deux postes étant opérationnels, le potentiel ligne tombe à 5,3 V. En prenant en considération le poste correspondant au potentiel le plus bas, et en appliquant la relation précédemment explicitée,

les potentiels présentés sur l'entrée inverseuse de IC_1 pour des valeurs « ligne » de 8,7 et 5,3 V deviennent respectivement 6 et 3,3 V.

Dans ce cas, le curseur de l'ajustable A_1 est à régler de façon à obtenir, sur l'entrée directe de IC_1 , une valeur située à mi-chemin entre ces deux valeurs, soit :

$$(6 + 3,3)/2 \approx 4,6 \text{ V.}$$

Dans ces conditions :

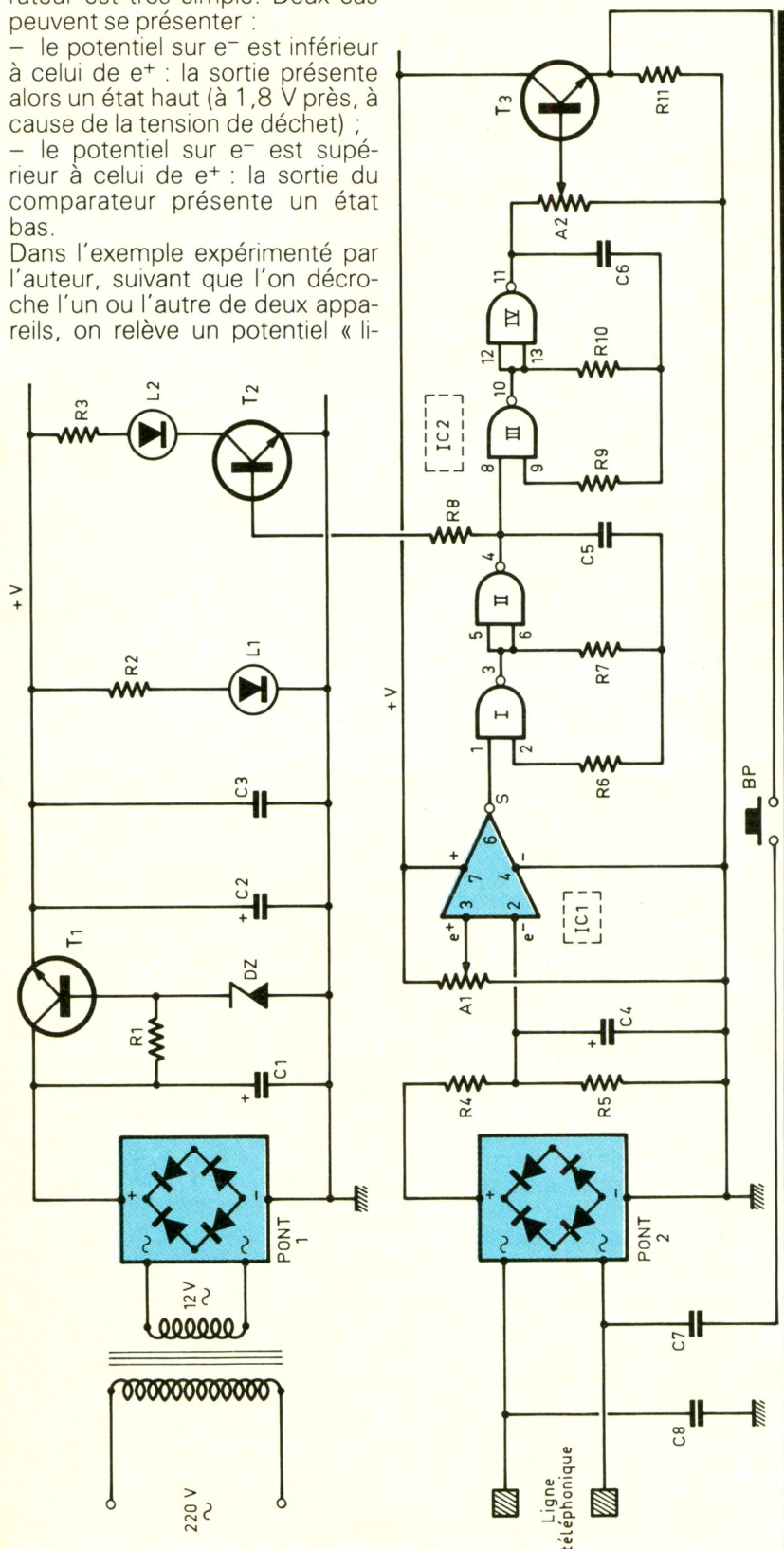
- la sortie de IC_1 présente un état bas, si l'un ou l'autre des deux postes est décroché *seul* ;
- la sortie de IC_1 présente un état haut, si les deux postes sont décrochés *simultanément*.

c) Signalisation optique

Les portes NAND I et II de IC_2 forment un multivibrateur astable commandé. Si l'entrée de commande 1 est soumise à un état bas, la sortie du multivibrateur présente un état bas permanent. Si au contraire cette entrée est reliée à un état haut, le multivibrateur entre en oscillation. On relève sur sa sortie des créniaux dont la période dépend essentiellement des valeurs de R_7 et de C_5 . Dans le cas présent, celle-ci est de l'ordre de la seconde, ce qui correspond à une fréquence de 1 Hz. Les états hauts délivrés par le multivibrateur saturant le transistor T_2 qui comporte dans son circuit collecteur la LED rouge L_2 , dont le courant est limité par R_3 . La LED clignote donc dès que IC_1 délivre un état haut, c'est-à-dire dès qu'il y a détection de duplex.

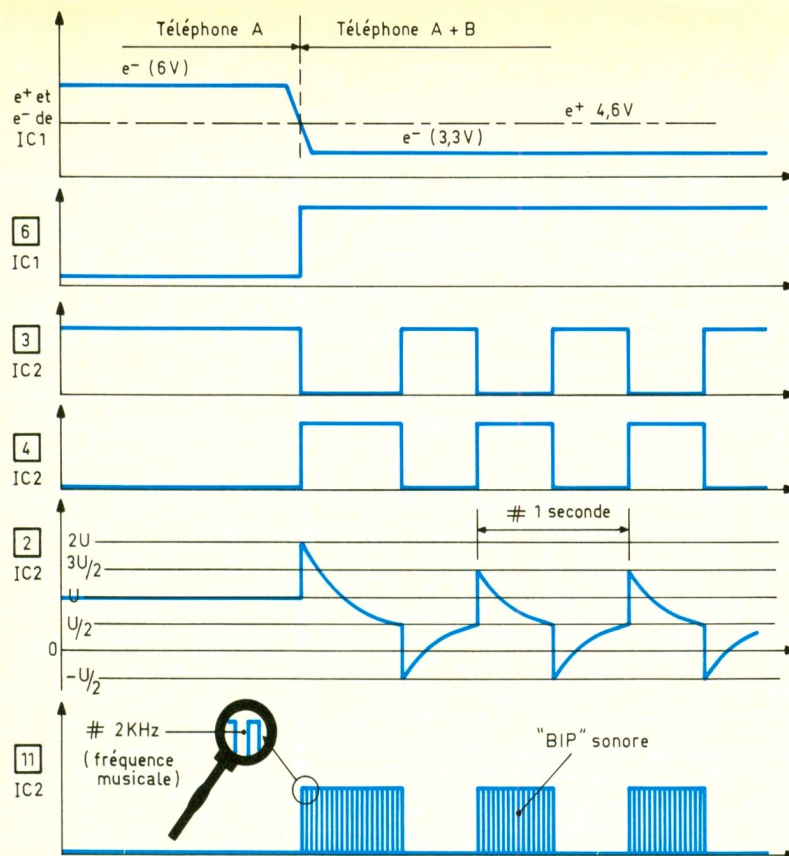
d) Signalisation acoustique

Les portes NAND III et IV forment également un multivibrateur commandé. Pour chaque état haut délivré par le multivibrateur précédent, il entre en oscillation en délivrant sur sa sortie des créniaux à une fréquence de l'ordre de 2 kHz, ce qui correspond à la gamme des fréquences musicales. Par l'intermédiaire de l'ajustable A_2 , il est possible de présenter une fraction de ce potentiel sur la base de T_3 , monté ici en suiveur de potentiel. La résistance R_{11} est la charge de ce dernier. Les capacités C_7 et C_8 forment un couplage capacitif avec la ligne téléphonique.



3

Oscillogrammes
de
fonctionnement.



Ainsi, lorsque l'on appuie sur le bouton-poussoir, on injecte dans celles-ci des « bip-bip » au rythme du clignotement de la LED L2. La puissance de ces signaux est modulable grâce au curseur de l'ajustable A2. La figure 4 illustre les allures des signaux en divers points du montage.

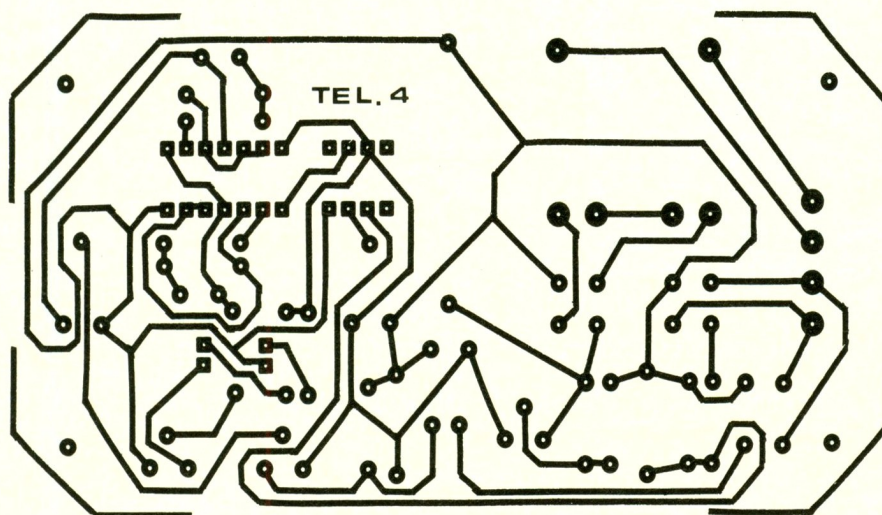
III - REALISATION PRATIQUE

a) Circuit imprimé (fig. 4)

Sa réalisation ne soulève aucune remarque particulière. Les éléments de transfert Mecanorma peuvent être directement appliqués sur la face cuivre du verre époxy. Cette face cuivrée aura été préalablement bien dégraisée, en utilisant par exemple de la poudre à récurer ou encore de l'acétone.

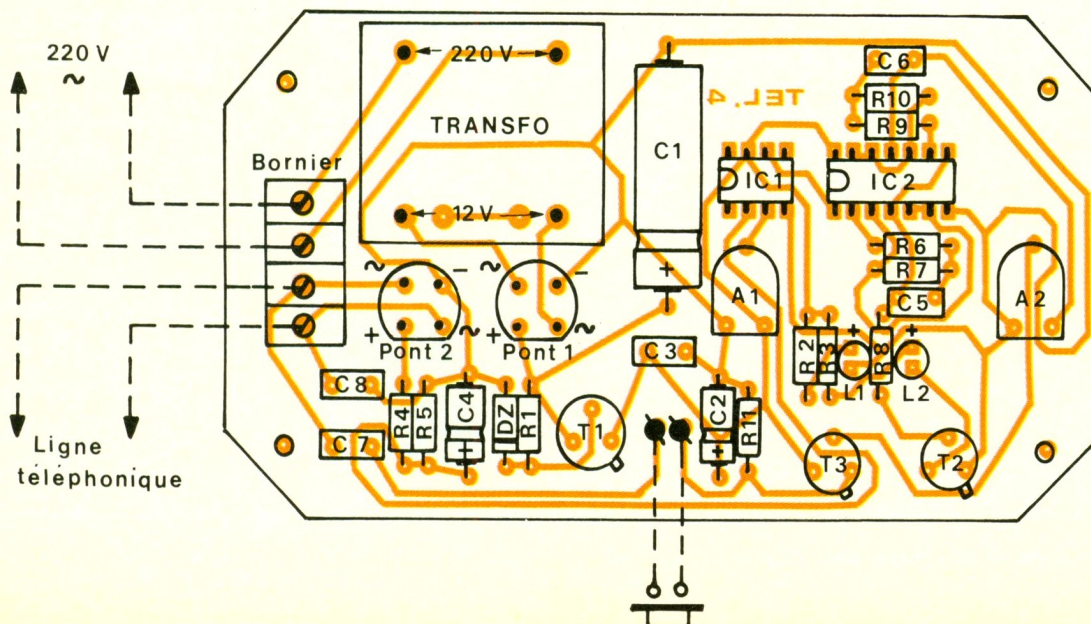
4

Tracé du
circuit
imprimé,
relativement
aéré.



5

Implantation
des
composants :
le
transformateur
moulé se
soudera
directement
sur le C.I.



Après gravure dans un bain de perchlorure de fer, le module sera soigneusement rincé. Toutes les pastilles seront alors à percer à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre. Certains trous, destinés à des composants plus volumineux tels les borniers, le transformateur ou les grosses capacités, seront à agrandir suivant le diamètre des composants.

b) Implantation des composants (fig. 5)

On implantera en premier la diode Zener, les résistances et les capacités. Par la suite, ce sera le tour des transistors, des ponts, des LED et des ajustables. Les circuits intégrés ne seront implantés qu'en fin d'opération. Au cours de leur mise en place, on veillera à ménager un temps de refroidissement suffisant entre deux soudures consécutives sur les broches d'un même boîtier. Il va sans dire qu'il convient également de bien respecter l'orientation des composants polarisés. Le module peut alors être monté dans son boîtier.

c) Réglages

Ils sont relativement simples. Dans un premier temps, à l'aide d'un multimètre positionné en voltmètre on relève les potentiels de ligne pour :

- un premier poste décroché seul ;
- un second poste décroché seul ;

– les deux postes décrochés simultanément.

On retient la valeur la plus basse des deux premières mesures et on applique la relation explicitée au paragraphe b du chapitre « fonctionnement ».

Par calcul, il est alors facile de déterminer le potentiel à présenter sur l'entrée e⁺ (broche 3) de IC₁ (moyenne arithmétique des deux valeurs calculées). Ce réglage s'effectue ligne téléphonique débranchée. Le potentiel augmente si on tourne le curseur de A₁ dans le sens des aiguilles d'une montre, et inversement.

Quant au réglage du niveau du signal sonore, il suffit de le réaliser expérimentalement. La mise en position médiane du curseur de A₂ convient généralement. La puissance augmente si on tourne le curseur dans le sens des aiguilles d'une montre.

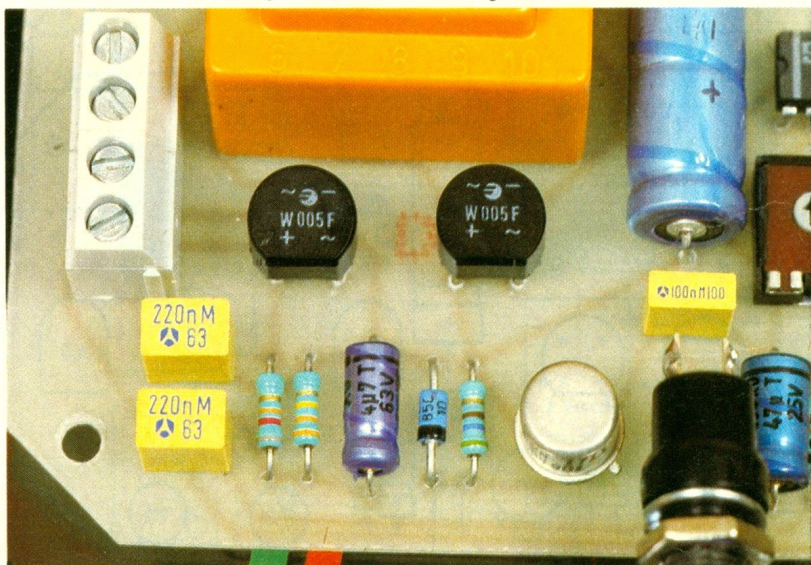
Le boîtier est maintenant prêt à l'emploi. Notons que rien n'empêche l'installation du même boîtier à proximité du second poste : dans ce cas, la surveillance est réciproque. Il est même possible d'installer un boîtier éloigné des deux postes en shuntant les contacts du bouton-poussoir ; la surveillance devient ainsi générale et le signal acoustique systématique dès qu'il se produit un duplex.

N'oublions pas pour terminer qu'un tel montage n'étant pas agréé, il ne vous est pas possible de le connecter sur le réseau téléphonique public, sans autorisation.

LISTE DES COMPOSANTS

R₁ : 560 Ω (vert, bleu, marron)
 R₂, R₃ : 470 Ω (jaune, violet, marron)
 R₄ : 82 kΩ (gris, rouge, orange)
 R₅ : 330 kΩ (orange, orange, jaune)
 R₆ : 1 MΩ (marron, noir, vert)
 R₇ : 470 kΩ (jaune, violet, jaune)
 R₈ : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
 R₉ : 220 kΩ (rouge, rouge, jaune)
 R₁₀ : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)
 R₁₁ : 10 kΩ (marron, noir, orange)
 A₁, A₂ : ajustables de 10 kΩ, implantation horizontale – pas de 5,08
 Dz : diode Zener 10 V/1,3 W
 L₁ : LED verte ø 5
 L₂ : LED rouge ø 5
 Ponts 1 et 2 : ponts redresseurs 1,5 A
 C₁ : 470 µF/25 V électrolytique
 C₂ : 47 µF/10 V électrolytique
 C₃ : 0,1 µF/milfeuillet
 C₄ : 4,7 µF/10 V électrolytique
 C₅ : 1 µF milfeuillet
 C₆ : 10 nF milfeuillet
 C₇, C₈ : 0,22 µF milfeuillet
 T₁ : transistor NPN 2N1711
 T₂, T₃ : transistors NPN BC 108, 109, 2N2222
 IC₁ : µA 741 (amplificateur opérationnel)
 IC₂ : CD 4011 (4 portes NAND à 2 entrées)
 Transformateur 220 V/ 12 V/ 1 VA
 Bouton-poussoir à contact travail
 Bornier soudable 4 contacts
 Coffret Teko série transparent
 Coffre – 2TP (125 x 39 x 70)

Photo 2. – Les deux ponts moulés redressent les alternances de la tension provenant du transfo et les signaux prélevés de la ligne PTT.



Pour son service
MINITEL
 Electronique Pratique
 recherche spécialistes

Ecrire ou téléphoner à :
 C. PICHON
 2 à 12, rue de Bellevue
 75019 Paris
 Tél. : 42 00 33 05

AUTODIAGNOSTIC BATTERIE : TENSION

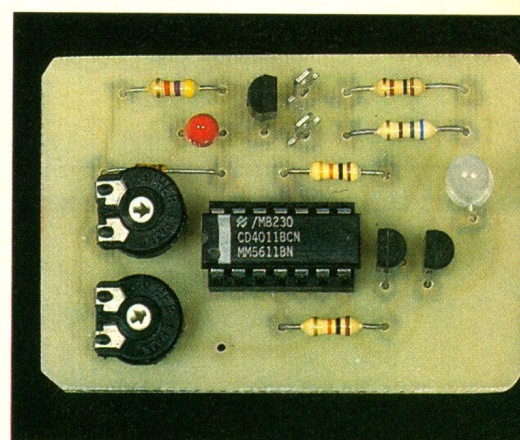


Ce montage permet un contrôle rapide de la tension de la batterie de votre auto sur une DEL bicolore. En modifiant les réglages, ce module convient pour contrôler toute autre batterie, comme celle qu'utilise votre système d'alarme par exemple, mais également pour superviser la tension de sortie d'une alimentation ; seule limitation, la plage de mesure comprise entre 8 V et 35 V.

SCHEMA STRUCTUREL (fig. 1)

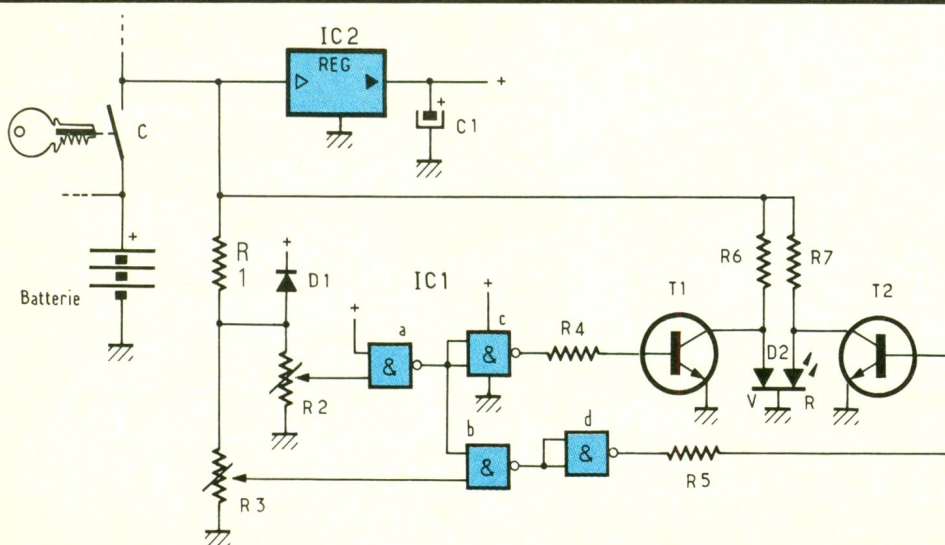
Comme vous pouvez le constater en figure 1, il met en œuvre un circuit logique pour le cœur du montage, alors que la mesure devrait être analogique ! Le principe est de comparer la tension par rapport à deux références, puis de commander une DEL bicolore après un traitement en logique combinatoire. L'utilisation d'un circuit logique en technologie CMOS permet de limiter les composants puisqu'une porte CMOS agit comme un comparateur de tension, à condition de réguler sa tension d'alimentation. Cette régulation est d'ailleurs nécessaire car la tension aux bornes de la batterie d'un véhicule peut atteindre 20 V et détruire un circuit CMOS (alimentation 3 V à 15 V maxi.).

La mesure s'effectue une fois le contact établi, d'où la prise d'information après la clef de contact. Le régulateur IC₂ fixe la tension d'alimentation à + 5 V et C₁ filtre les parasites. La tension étant très stable, le circuit CMOS alimenté aura donc des tensions de seuils stables, même si la tension de la batterie varie. La plage de mesure est fixée par la tension minimale de fonctionnement du régulateur choisi, + 8 V environ, et sa tension maximale admissible, soit + 35 V. Les portes {a,b} fonctionnent en comparateur de tension. Leur basculement s'effectue à leur tension de seuil, valeur proche de $V_{cc}/2$, soit + 2,5 V. La tension de la batterie est atténuée par le double pont diviseur R₁, R₂, R₃. Comme R₂ et R₃ sont montées en parallèle, la tension maximale à leurs bornes est égale à la ten-



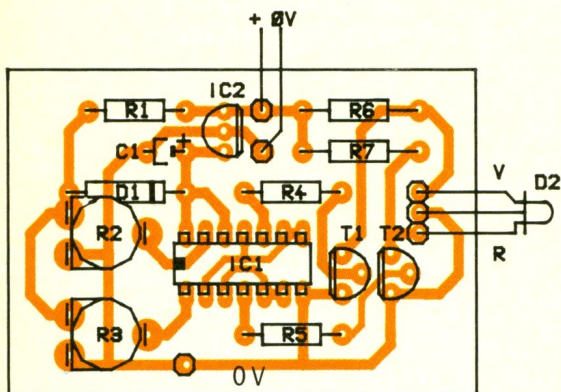
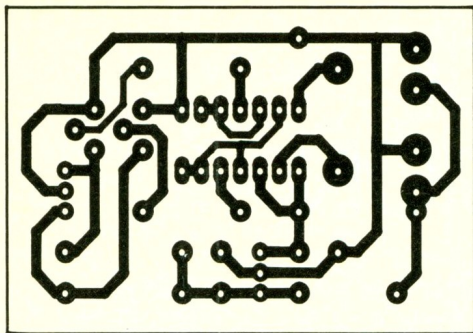
sion de la batterie divisée par trois. La diode D₁ protège les portes CMOS si la tension d'entrée excède 5 V (tension d'entrée élevée par rapport au réglage ou mauvais réglage). La tension de la batterie est testée entre deux valeurs et est considérée correcte entre ces deux valeurs ; l'ajustable R₂ fixe la valeur maximale et R₃ la valeur minimale. Les ajustables sont réglés pour obtenir une tension sur leur curseur égale à la tension de seuil de la porte pour les valeurs maximale/minimale choisies. Ainsi, on peut considérer trois cas :

Si la tension de la batterie est inférieure au minimum, il y a un état logique équivalent « ϕ » à l'entrée des portes {a,b} (tension à l'entrée de la porte inférieure au seuil de commutation). Si la tension de la batterie est comprise entre le minimum et le maximum, l'état logique équivalent à l'entrée de la porte {b} est « 1 » (tension d'entrée supérieure au seuil de la porte), alors que celui de la porte {a} reste « ϕ ». Enfin, si la tension



1 Utilisation des seuils de basculement de portes NAND CMOS afin de constituer des comparateurs de tension.

2-3 Tracé du circuit imprimé et implantation du module de mesure.



de la batterie est supérieure au maximum, un état « 1 » est présent à l'entrée des deux portes. On dispose donc de trois combinaisons logiques différentes, qui vont permettre la commande de la DEL tricolore après décodage. Les portes {a,b} interviennent avec les portes {c,d} dans le décodage.

La porte {a} est suivie de la porte {c} ; comme toutes deux sont câblées en porte NON, on retrouve à la sortie de la porte {c} un état correspondant à celui en entrée de la porte {a}. La porte {d} est câblée en porte NON, mais la porte {b} est validée par la porte {a} ; donc tant que la sortie de la porte {a} n'est pas à l'état « 1 », on retrouve en sortie de la porte {d} un état « ϕ » ; sinon, on obtient l'état de la sortie de {b}. Pour nos trois combinaisons précédentes ($ab = \phi\phi\phi111$), on obtient, aux sorties des portes {c} et {d} : $cd = \phi\phi\phi11\phi$. Ces deux sorties commandent les transistors T_1 et T_2 qui inhibent les deux DEL, intégrées dans la DEL bicolore D_2 . Ainsi pour la combinaison $\phi\phi$, les transistors sont bloqués, les deux DEL activées et la couleur obtenue pour D_2 est l'orange (mélange vert-rouge). Pour la combinaison $\phi1$, seul le transistor T_2 est saturé, la DEL rouge est inhibée, la couleur de D_2 est le vert.

Pour la dernière combinaison, 1ϕ , seul T_1 est saturée, inhibant ainsi la DEL verte, et la couleur obtenue est le rouge. Les résistors R_6 et R_7 assurent la polarisation des DEL lorsque les transistors sont bloqués ; comme l'alimentation des DEL est prise sur la tension mesurée, l'éclairement variera légèrement avec la tension, ce qui complète la mesure logique en fournissant une information analogique sommaire.

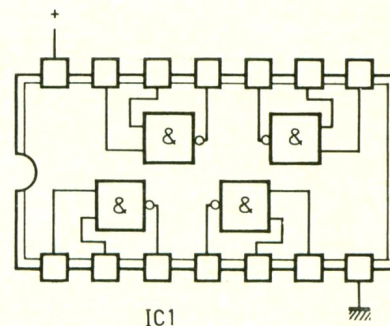
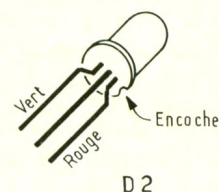
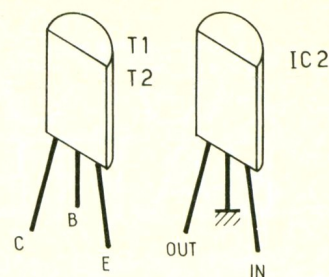
En résumé, la DEL D_2 donne une indication sur la tension de la batterie par la couleur qu'elle émet : orange = tension trop faible (inférieure au minimum), rouge = tension trop élevée (supérieure au maximum) et verte = tension correcte (comprise entre les deux seuils). L'auteur a fixé ces seuils à 11 V et 15 V mais les ajustables autorisent un réglage entre 8 V et 35 V. La consommation du montage est inférieure à 40 mA.

REALISATION PRATIQUE

Le tracé du circuit imprimé est fourni à l'échelle 1 en **figure 2**. Bien que compact (60×40 mm), le tracé peut être réalisé par la méthode de votre convenance (feutre, pastilles-rubans ou transfert photographique). Le tracé reporté sur la plaque, la gravure s'effectue dans le perchlore porté à 40°C pour diminuer le temps de gravure. Le circuit, bien rincé, est protégé par un vernis spécifique ou par un étamage à chaud (au fer). L'auteur utilise un autre moyen de protection qui ne s'applique que si vous utilisez des circuits présensibilisés : après la gravure, le circuit est rincé, mais la résine photosensible est conservée ; cette résine assure la protection du cuivre, tout en autorisant la soudure, aussi le circuit est protégé contre l'oxydation sans traitement supplémentaire.

La **figure 3** précise l'implantation des composants, avec par transparence le tracé des liaisons pour faciliter les essais ou dépannages. Tous les composants peuvent être montés aussitôt car le montage fonctionne dès la dernière soudure achevée, si vous n'avez pas commis d'erreurs dans le tracé ou dans l'implantation des composants. IC_1 est monté sur un support de bonne

4 Brochages des composants utilisés.



qualité, car l'automobile est soumise à des vibrations. L'ordre d'implantation est classique : support, résistances, condensateurs et semi-conducteurs. Attention au sens de C_1 et des semi-conducteurs. La **figure 4** fournit le brochage des composants pour informations complémentaires. Remarque : il arrive souvent qu'un tantale soit en court-circuit, même neuf, alors vérifiez-le auparavant. La diode D_2 peut être déportée du circuit selon le montage effectué. Le module peut être monté dans un boîtier, fixé derrière le tableau de bord du véhicule ou monté près de la batterie. Les photos présentent le module tel quel, à vous de le monter selon vos convenances, en adaptant si nécessaire la taille du circuit.

REGLAGE

Il est très simple et nécessite un simple voltmètre pour seul appareil de mesure. Connectez une alimentation aux bornes {0 V + V} du circuit et réglez la tension à la valeur du seuil minimal souhaité. Positionnez les curseurs de R_2 et R_3 au minimum (sens aiguilles d'une montre), la DEL D_2 est alors orange. Manœuvrez le curseur de R_3 (sens inverse des aiguilles d'une montre) jusqu'à ce que la DEL devienne verte, sans trop dépasser la position. Le seuil minimal est réglé. Augmentez la tension d'alimentation au seuil maximal souhaité. La couleur de la DEL ne change pas. Manœuvrez le curseur de R_2 pour obtenir le changement de couleur de D_2 du vert au rouge. Le module est réglé. Vérifiez le fonctionnement en faisant varier la tension d'alimentation : la DEL D_2 change de couleur aux deux seuils que vous avez réglés et son intensité lumineuse augmente légèrement

avec la tension. Si vous voulez retoucher R_2 ou R_3 , vous pouvez le faire indépendamment car les deux réglages sont distincts et n'interfèrent pas l'un sur l'autre.

P. WALLERICH

LISTE DES COMPOSANTS

Résistances

R_1 : 47 k Ω (jaune, violet, orange)
 R_2 : 47 k Ω ajustable
 R_3 : 47 k Ω ajustable
 R_4 : 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R_5 : 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R_6 : 1 k Ω (marron, noir, rouge)
 R_7 : 680 Ω (bleu, gris, marron)

Condensateurs

C_1 : 10 μ F 10 V tantale

Semi-conducteurs

IC_1 : CD4011B
 IC_2 : 78L05
 D_1 : 1N4148
 D_2 : DEL bicolore
 T_1 : BC547A, BC237A...
 T_2 : BC547A, BC237A...

Divers

Plaque époxy 60 x 40 mm
Support DIL 14 broches...

LA TRADITION DU FUTUR

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

MAN'X 02S

Nouveau

Déjà champion toutes catégories des multimètres analogiques, le MAN'X 02S bénéficie maintenant de protections ...INEGALEES

LE CONTROLEUR UNIVERSEL DES PROFESSIONNELS

Liste des distributeurs et documentation détaillée sur simple demande



Surprotection

- Boîtier élastomère antichocs
- Fusibles HPC et circuits électroniques surdimensionnés
- Contrôle des fusibles par 2 témoins lumineux

Simplicité d'emploi

- Une seule entrée pour les mesures courantes
- Une borne 10A séparée et protégée par fusible HPC
- Un seul commutateur

Les 5 fonctions indispensables

En 31 calibres

GA
la mesure française

Un spécialiste et ses distributeurs à votre service

GDA - 5 rue du Square Carpeaux 75018 PARIS - Tél. : (1)46.27.52.50 - Télex 772 081

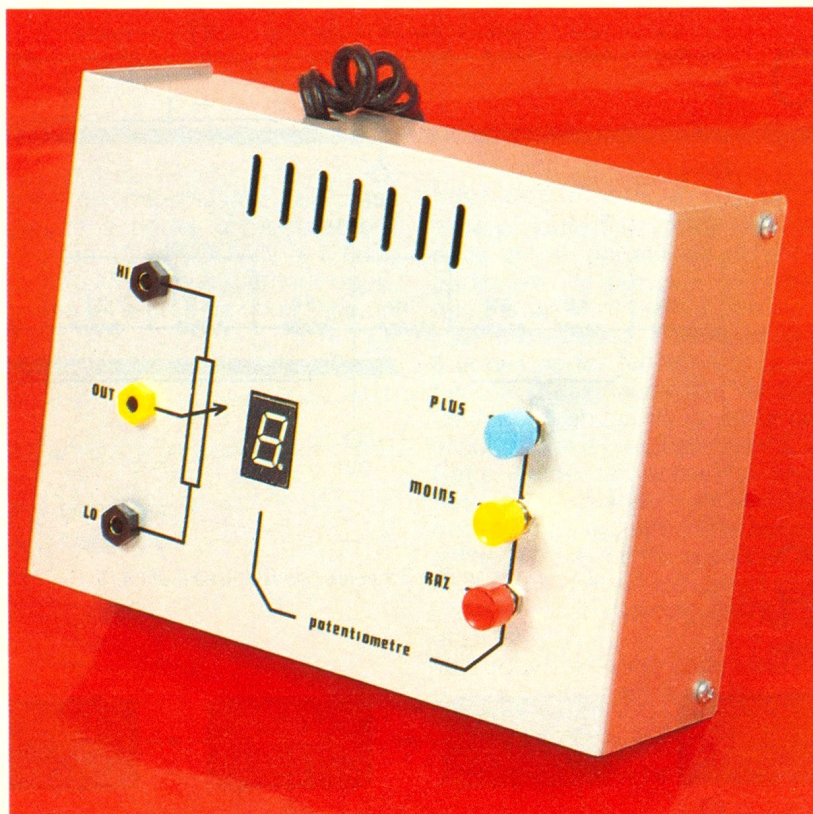
UN POTENTIOMETRE DIGITAL



Cette réalisation se propose de remplacer le traditionnel potentiomètre à bouton rotatif ou linéaire par son équivalent à commande digitale à l'aide de deux poussoirs indépendants autorisant un réglage pas à pas. On pourra ainsi automatiser la commande d'une tension, d'une intensité ou simplement d'une résistance et, de surcroît, visualiser la position exacte du curseur à l'aide d'un afficheur à 7 segments.

PRINCIPE DU FONCTIONNEMENT

Chacun sait déjà, pour l'avoir utilisé souvent, qu'un potentiomètre se présente sous la forme d'une résistance ajustable ; elle comporte donc une piste unique de carbone avec ses deux points de raccordement, ainsi qu'une jonction médiane correspondant à un curseur se déplaçant sur la dite piste. On prélève ainsi tout ou partie d'une tension appliquée aux bornes extrêmes : c'est précisément le rôle joué par le potentiomètre de volume d'un banal poste à transistors. La qualité du réglage dépend du parfait état de la piste et du curseur qui s'y promène. Une autre approche de ce problème consiste à mettre en service plus ou moins de résistances à l'aide d'un commutateur rotatif à nombreuses positions. Ce n'est guère satisfaisant, car il ne faut pas que le circuit de sortie soit déconnecté du potentiomètre pendant la commutation pas à pas. On peut également, et c'est la solution adoptée ici, modifier la valeur d'une portion de piste construite à l'aide de résistances et veiller en même temps à préserver la résistance totale de toute la piste. En effet, il importe que la valeur maximale du potentiomètre soit invariable pendant que la sortie du curseur évolue, elle. Cette technique est valable si le nombre de pas ou positions du potentiomètre est relativement élevé. En faisant appel à la logique binaire, nous pourrions avec quatre résistances seulement obtenir déjà seize combinaisons différentes (voir figure 1a).



Un autre point est capital, et sera traité par notre maquette : lorsque le potentiomètre est à son niveau le plus bas, il ne doit pas être possible de « sauter » à la valeur la plus haute ou, inversement, un volume maximal ne doit pas précéder une chute brutale vers la valeur suivante.

Cela s'explique aisément en analysant le tableau de vérité des quatre premières valeurs binaires. En effet, après la combinaison 15, soit 1111, on trouve bien sûr 16, qui s'écrit en binaire 10000, c'est-à-dire retour vers la combinaison 0000 sur 4 bits. Un

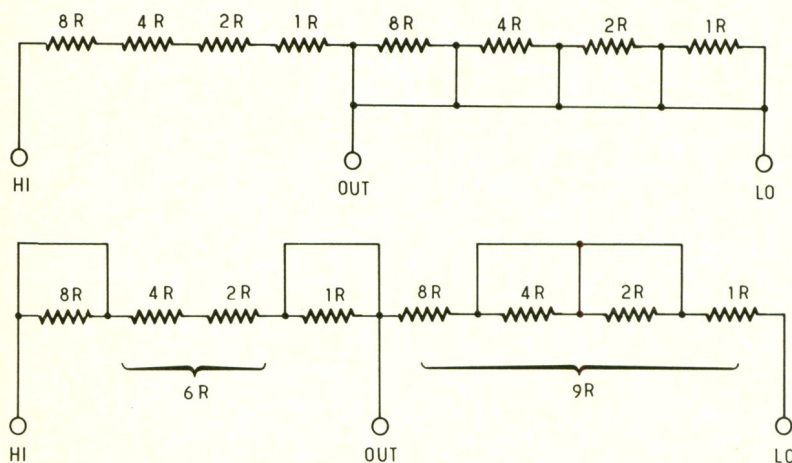
affichage digital ou même hexadécimal indiquera à l'utilisateur la position du curseur de notre « potar » digital. Le circuit de commande électronique proposé pourra fort bien se charger de piloter un modèle stéréo, c'est-à-dire comportant deux pistes identiques. Enfin, pour en terminer avec ces explications, sachez que la résistance ohmique du potentiomètre sera aisément adaptable et pourra prendre n'importe quelle valeur équivalente à celle des modèles classiques par simple modification de quatre résistances.

1a

Tableau de combinaison des résistances.

Résistances en service					Choisir une valeur pour R	
8R	4R	2R	1R	Valeur		
0	0	0	0	0	Décimal - pas 0 à 9	Hexadécimal - pas 0 à 15
0	0	0	1	1		
0	0	1	0	2		
0	0	1	1	3		
0	1	0	0	4		
0	1	0	1	5		
0	1	1	0	6		
0	1	1	1	7		
1	0	0	0	8		
1	0	0	1	9		
1	0	1	0	10		
1	0	1	1	11		
1	1	0	0	12		
1	1	0	1	13		
1	1	1	0	14		
1	1	1	1	15		

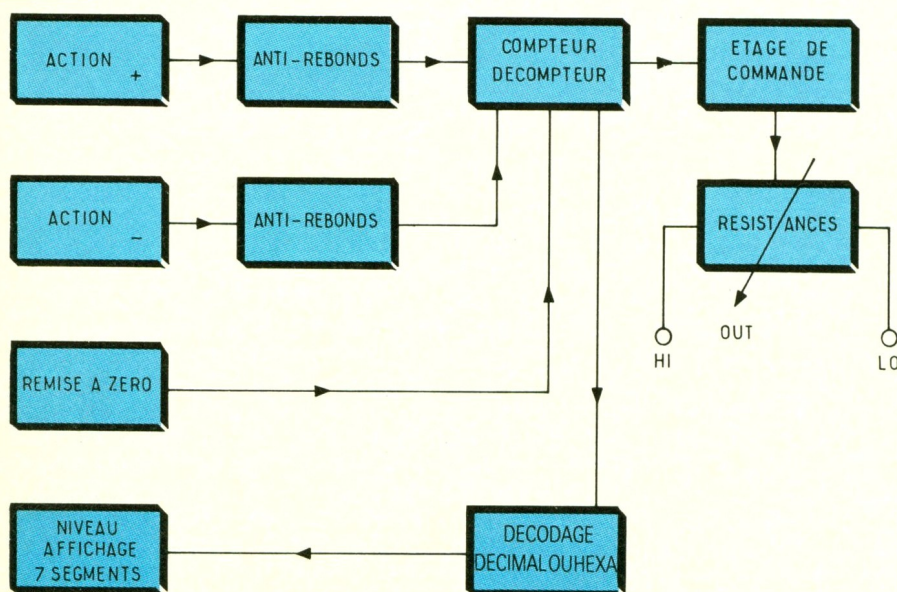
Principe: total = 15 × la valeur de base R



Ex. : position 6 = 6 × valeur de R entre HI et OUT

1c

Synoptique du montage.

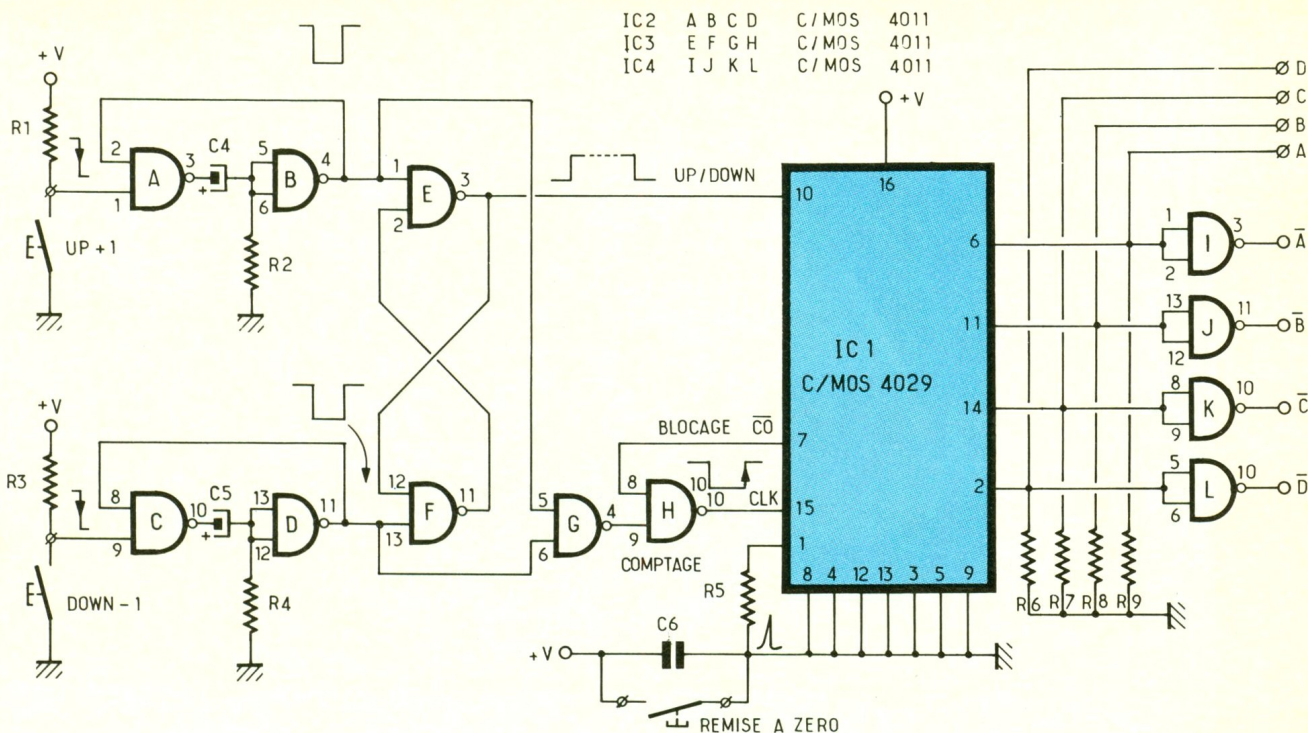


ANALYSE DU SCHEMA ELECTRONIQUE

Il convient avant tout de bien saisir le principe retenu pour obtenir la variation pas à pas de la valeur ohmique de notre pseudo-potentiomètre. En fixant arbitrairement la valeur de R à 1 kΩ, nous pourrions raisonner plus concrètement. Les poids des quatre premiers bits de la numération binaire sont 1, 2, 4 et 8, à savoir donc 1R, 2R, 4R et 8R. La valeur totale de la résistance comprise entre HI et OUT, notre curseur sera donc de 15 R en additionnant les valeurs élémentaires (voir figures 1a et 1b). L'autre série de 4 résistances identiques est purement et simplement shuntée, en reliant la sortie OUT à la masse.

Cette configuration correspond à la position du curseur vers la masse ; on peut encore dire que la tension de sortie est nulle par rapport à la masse. Autre cas de figure : on déplace le curseur, la valeur totale du potentiomètre est inchangée, mais la sortie OUT se trouve à 6 R du haut ou encore à 9 R de la masse. Il est clair à présent que les résistances utilisées dans la partie haute sont simplement shuntées dans la partie basse. Bien entendu, nous pourrions éliminer chacune d'entre elles individuellement à l'aide d'un petit contact analogique du genre de ceux que l'on trouve en quatre exemplaires dans le circuit CMOS 4016 bien connu. Tout le secret du montage réside là. Il suffit de construire un mot de 4 bits et son complément à l'aide de quatre inverseurs. La suite du schéma, c'est-à-dire la logique de commande, se trouve à la figure 2. On trouve bien entendu le classique compteur-décompteur CMOS 4029 qui travaille en sortie sur 4 bits en code BCD ou binaire pur. Nous n'utiliserons que partiellement les entrées de prépositionnement ; c'est la raison pour laquelle les bornes 3, 4, 12 et 13 sont reliées directement à la masse. Elles nous serviront simplement de mise à zéro lorsque l'entrée de commande PRESET (borne 1) est reliée au niveau logique 1 soit à l'aide du poussoir prévu à cet effet, soit encore d'une manière automatique à la mise sous tension lorsque le condensateur C₆ se comporte comme un générateur d'une brève impulsion positive. D'autre

2 La logique de commande n'utilise que des circuits CMOS.

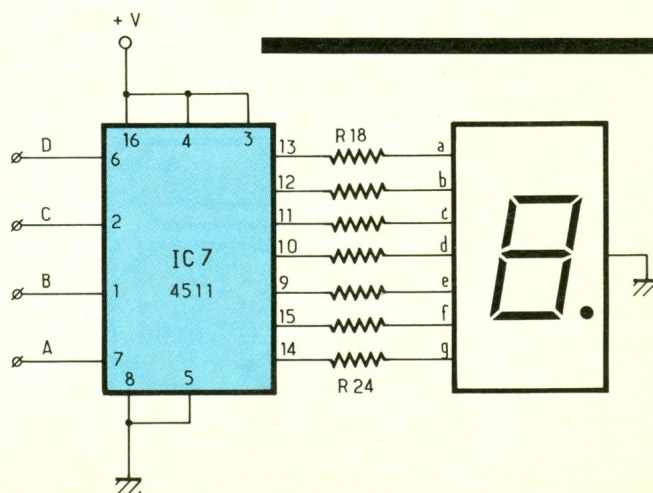
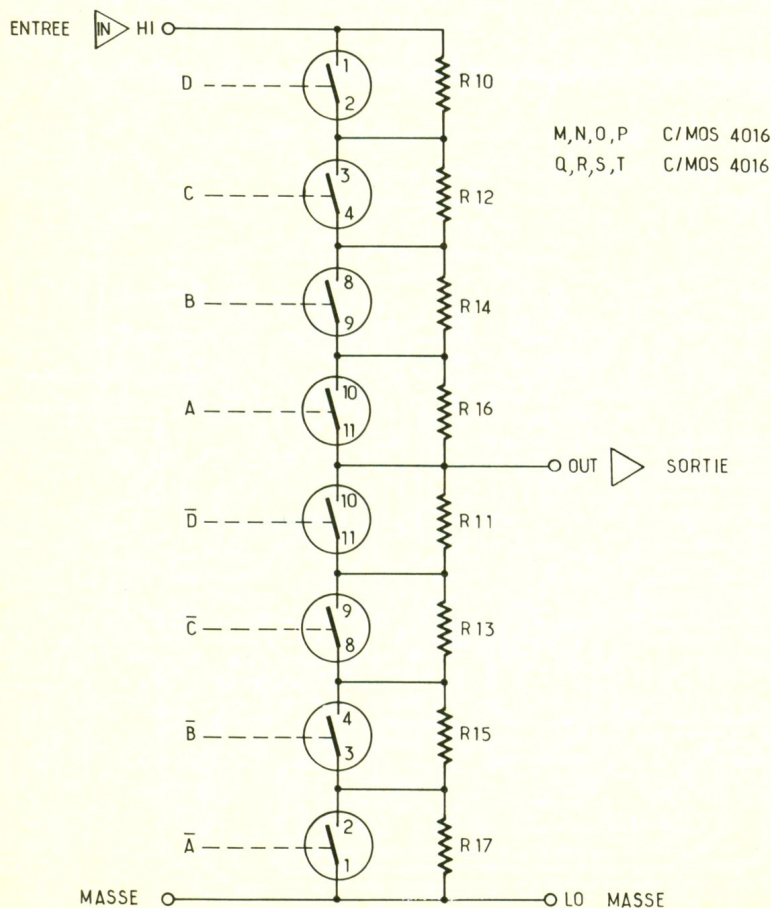


part, ayant choisi de compter de 0 à 9, donc en mode décimal, nous portons l'entrée 9 BINARY/DECADE à l'état bas. Selon la nature du comptage, crois-

sant ou décroissant, on sera amené à porter respectivement l'entrée 10 UP/DOWN à 1 ou à 0. Il faudra simultanément appli-

quer sur l'entrée de comptage un front positif (borne 15). Afin d'éviter toute fausse manœuvre, nous avons adopté un schéma particulier : le poussoir UP attaque par un front négatif une bascule monostable construite autour des portes NAND A et B. La période du signal négatif de sortie dépend en fait de la valeur de la constante R_2 multipliée par C_4 . Cette petite temporisation permet de s'affranchir totalement des rebonds et autres impulsions parasites. Le même scénario se réalise à partir du poussoir DOWN et des portes NAND C et D.

On trouve ensuite une bascule bistable construite avec les portes NAND E et F, et dont les entrées sont normalement soumises à un état haut de repos.



3 La chaîne des résistances commandées par des interrupteurs analogiques.

4 L'afficheur 7 segments avec son décodeur.

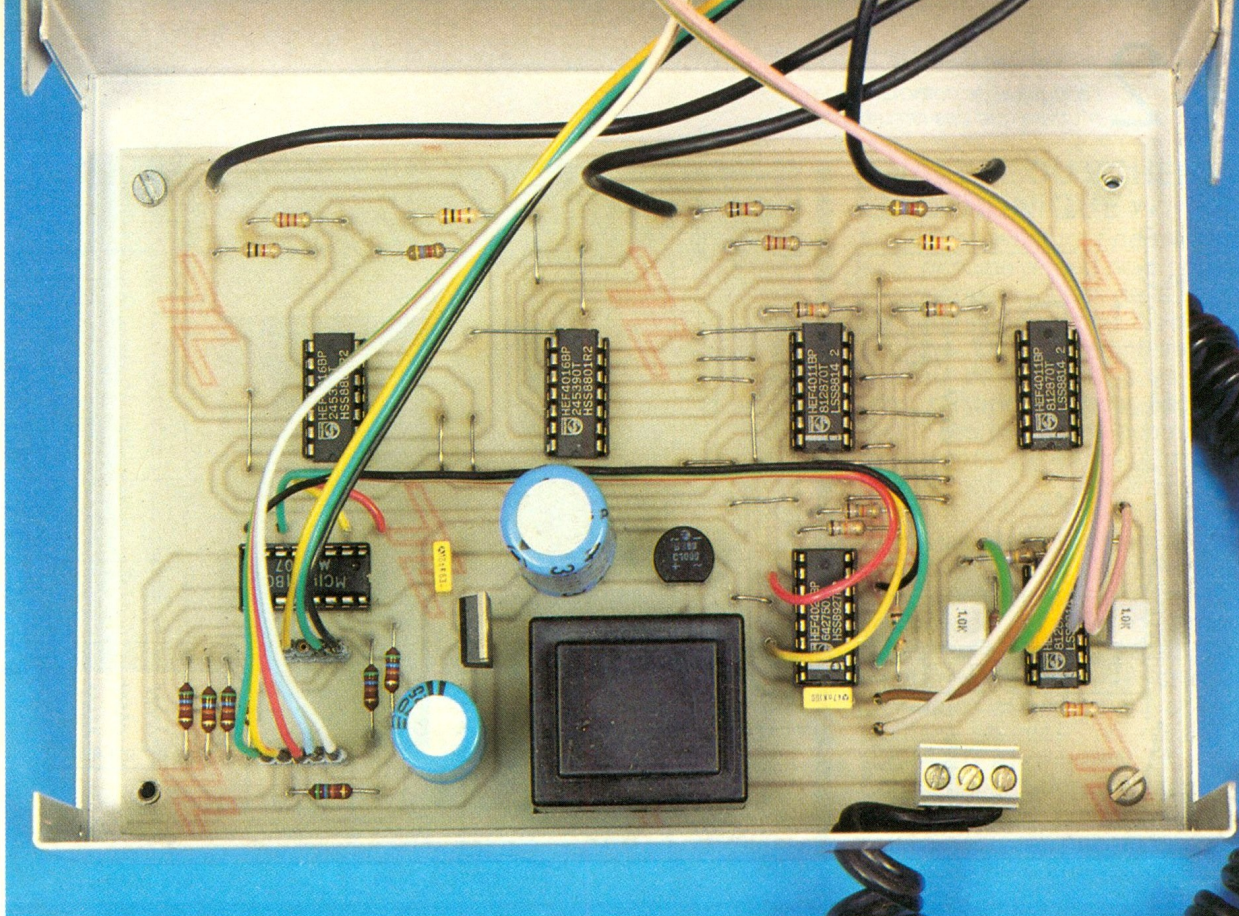
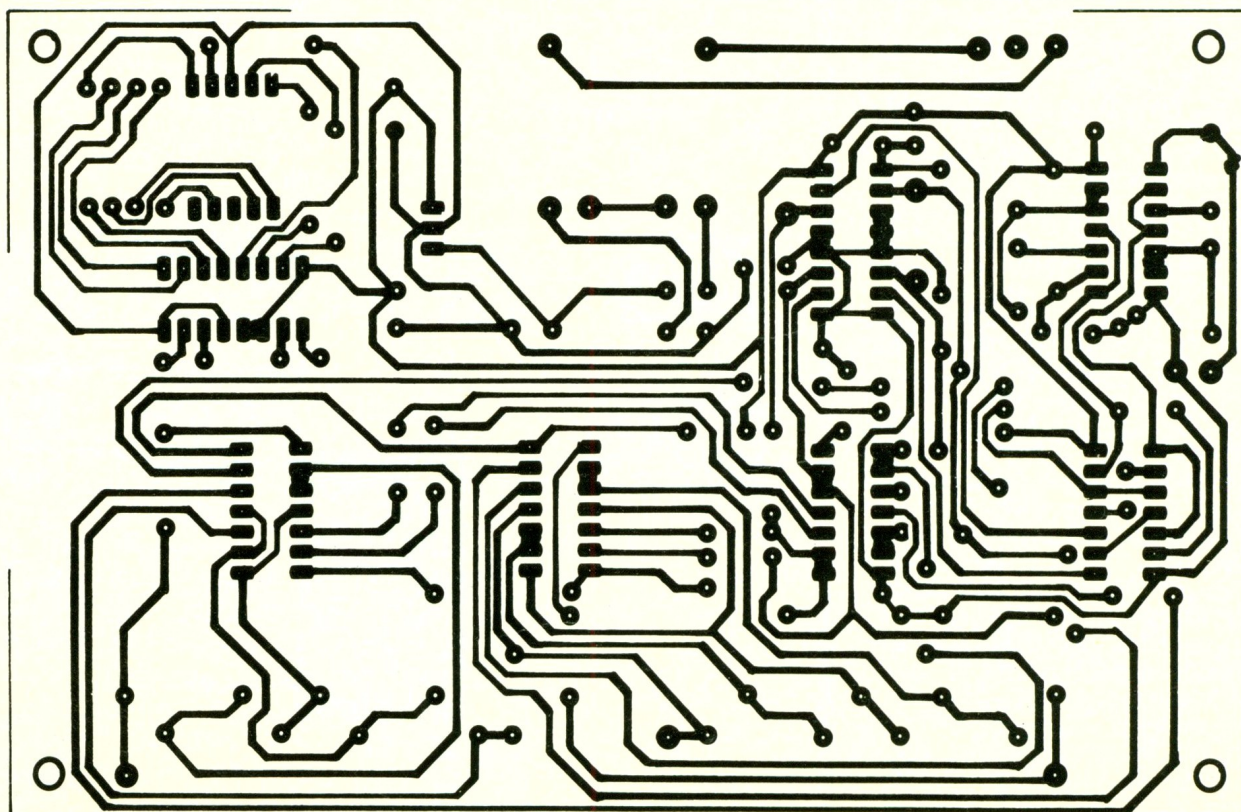


Photo 2. – Vue du transformateur d'alimentation moulé et des CMOS montés sur support.

Une action sur le poussoir UP porte à 1 la sortie 3 de la porte E, qui valide donc l'entrée de comptage en mode croissant. Simultanément, le signal issu du monostable génère une impulsion de même signe sur l'entrée CLOCK.

On remarquera que le front descendant détermine le sens du comptage tandis que le front positif assure le comptage lui-même, avec un petit retard, ce qui constitue somme toute une bonne sécurité. Une autre impul-

sion sur le même poussoir ne change rien à l'état de la bascule bistable, mais provoque une autre impulsion de comptage. En revanche, le poussoir DOWN occasionne le passage à l'état bas de la borne 10. Tout cela fonc-



tionne correctement, mais se pose bien vite un petit problème : le compteur passe à 10 après 9, et cette « valeur interdite » se traduit par un changement brutal dans la chaîne des résistances. De même, la descente de 9 à 0 fait remonter le compteur à 9 par une décrémentation involontaire. Il convient de fixer une double limite à notre compteur : on devra rester entre 0 et 9, mais le blocage d'un côté ou de l'autre autorise tout de même le comptage en sens inverse. En consultant attentivement la table de vérité du circuit 4029, on trouve la borne 7 (CARRY OUT) qui, normalement à l'état 1, passe au niveau zéro, précisément pour 0 et 9. C'est bien ce que nous souhaitons, et nous allons exploiter cette sortie pour bloquer la porte NAND H à l'aide de son entrée 8. On trouve encore sur les sorties du circuit IC₁ les bornes DCBA et

leur complément $\bar{D}$, $\bar{C}$, $\bar{B}$, $\bar{A}$, qui s'en iront commander huit interrupteurs analogiques judicieusement placés aux bornes des huit résistances identiques deux à deux (voir schéma figure 3). Cela se passe de tout autre commentaire. L'affichage de la position s'effectue simplement à l'aide du circuit décodeur 4511 qui attaque à travers sept résistances de limitation un bloc afficheur de 7 segments. Si vous souhaitez opter pour un potentiomètre à 16 pas, il va falloir prévoir un décodage hexadécimal à l'aide par exemple du circuit 9368. Il faudra également veiller à porter la borne 9 du circuit IC₁ à l'état 1 pour compter en binaire de 0000 à 1111.

Les applications de cette réalisation sont nombreuses : on peut construire un potentiomètre de n'importe quelle valeur en choisissant une valeur pour R, puis en adoptant les codes 2, 4, 8 pour les autres résistances. Il serait judicieux de prévoir des résistances de précision (ou des ajustables ?), car la série E24 ne permet pas de grandes fantaisies à cet égard. Notre maquette utilise par exemple 10 k Ω , 4,7 k Ω , 2,2 k Ω et 1 k Ω . En appliquant une

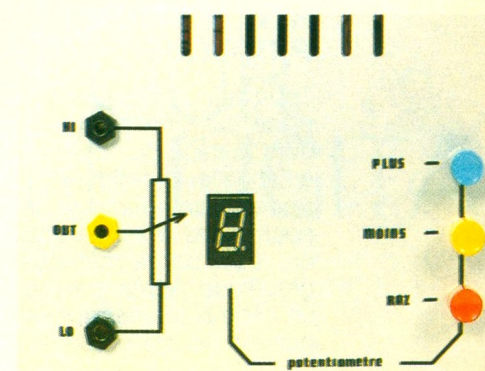
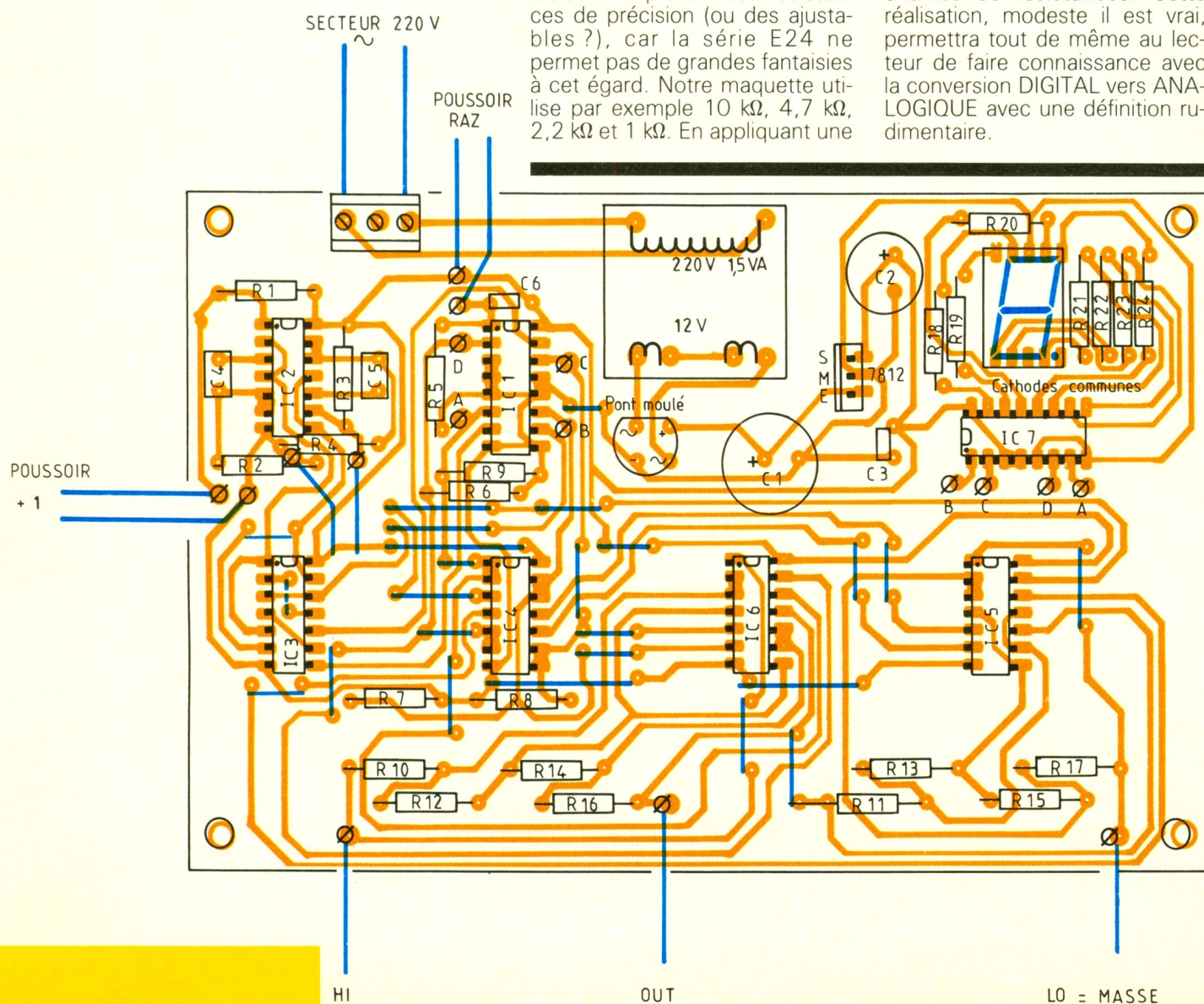


Photo 3. — Les inscriptions de la face avant pourront être réalisées à l'aide de transferts Mecanorma.

tension entre HI et LO, on peut obtenir une valeur variable de la tension sur la borne OUT par rapport à la masse. Une intensité sera également modifiée par la mise en série des HI et OUT. Une version stéréophonique est même envisageable avec un seul module de commande et deux chaînes de résistances. Cette réalisation, modeste il est vrai, permettra tout de même au lecteur de faire connaissance avec la conversion DIGITAL vers ANALOGIQUE avec une définition rudimentaire.



REALISATION PRATIQUE

Tous les composants prennent place sur une plaquette unique dont le tracé du cuivre est donné à l'échelle 1 en **figure 5**. Le dessin relativement dense des pistes nous incite à vous conseiller de procéder par la méthode photographique. Après gravure, prévoir un sérieux rinçage à l'eau claire, puis on pourra procéder au perçage des trous à 1 mm environ, et sans doute un peu plus pour les composants plus volumineux. Un étamage chimique permettra de faciliter les opérations de soudage et augmentera la résistance à l'oxydation des pistes de cuivre. La **figure 6** donne toutes les précisions pour mettre en place les divers composants. On débutera par les nombreux straps, toujours préférables à un circuit traité en double face. Nous préconisons un support pour chaque circuit intégré.

Veillez à la bonne orientation des composants polarisés. Il est possible de monter l'afficheur directement sur la carte imprimée si l'on prend soin de monter quelques picots tulipe. En cas de mise en coffret, on pourra confectionner de petits connecteurs. Aucune mise au point n'est nécessaire, et à l'aide d'un simple ohmmètre on peut suivre l'évolution de la résistance variable ainsi construite. La tension d'une pile sera ensuite appliquée entre HI et LO, et l'on peut alors suivre la variation de 0 au maximum de la tension (pour 16 pas !) sur la sortie médiane OUT, qui correspond bien au curseur de notre potentiomètre. Bien entendu, un nombre de pas plus important est envisageable selon le même principe.

Il ne vous reste plus qu'à trouver une application originale pour cet ajustable à la mode digitale, tout à fait compatible avec une sortie de microprocesseur ou encore apte à obéir au contenu d'une mémoire contenant sous la forme binaire les différents réglages souhaités.

Guy ISABEL

LISTE DES COMPOSANTS

Résistances (toutes valeurs 1/4 W)

R_1 : 33 k Ω (orange, orange, orange)
 R_2 : 470 k Ω (jaune, violet, jaune)
 R_3 : 33 k Ω (orange, orange, orange)
 R_4 : 470 k Ω (jaune, violet, jaune)
 R_5 : 150 k Ω (marron, vert, jaune)
 R_6 à R_9 : 18 k Ω (marron, gris, orange)
 R_{10}, R_{11} : 10 k Ω (marron, noir, orange) voir texte
 R_{12}, R_{13} : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge) voir texte
 R_{14}, R_{15} : 2,2 k Ω (rouge, rouge, rouge) voir texte
 R_{16}, R_{17} : 1 k Ω (marron, noir, rouge) voir texte
 R_{18} à R_{24} : 560 Ω (vert, bleu, marron) voir texte

Condensateurs

C_1 : chimique 470 μ F/35 V
 C_2 : chimique 470 μ F/25 V
 C_3 : plastique 10 nF
 C_4, C_5 : plastique 1 μ F non polarisé
 C_6 : plastique 47 nF

Semi-conducteurs

IC_1 : compteur décompteur CMOS 4029
 IC_2, IC_3, IC_4 : quadruple NAND CMOS 4011
 IC_5, IC_6 : quadruple interrupteur analogique CMOS 4016
 IC_7 : décodeur BCD, 7 segments CMOS 4511
 Pont moulé cylindrique
 Régulateur intégré 12 V positif 7812
 Afficheur 7 segments à diodes LED, cathodes communes

Divers

Boîtier ESM aluminium modèle EN 8010
 Transfo à picots Monacor 220 V/12 V, 1,5 VA
 3 poussoirs à fermeture + boutons
 2 supports à souder 16 broches
 5 supports à souder 14 broches
 Bloc de 3 bornes vissé-soudé, pas de 5 mm
 Picots à souder
 Fil souple en nappes

EQUIVALENCES THYRISTORS, TRIACS, OPTO



Trouver rapidement un équivalent de remplacement devient de plus en plus difficile en raison de l'évolution rapide des caractéristiques des composants, de la diversité des fabricants et des nombreuses références utilisées. Ce livre donne directement les équivalents exacts ou approchés de 24 000 références avec l'indication des brochages et boîtiers ainsi que le moyen de connaître, à partir de la référence, le (ou les) fabricant(s).

Cet ouvrage constitue un outil destiné à tous ceux qui emploient les semi-conducteurs. Ainsi, un classement alphanumérique a été adopté, reprenant les équivalents, les types de boîtiers, les composants existant en CMS et les fabricants. Fruit d'une expérience quotidienne déjà longue, les remplacements proposés par l'auteur résultent de la comparaison des caractéristiques de base des semi-conducteurs.

Les différents textes rédigés sont traduits en anglais, allemand, espagnol et italien, donnant ainsi une connotation européenne à l'ouvrage.

Prix : 220 F

Distribution : Editions Radio
 189, rue Saint-Jacques
 75005 Paris.

LE LC METRE UN ADAPTATEUR POUR VOTRE MULTIMETRE DIGITAL



Complétant les performances d'un multimètre digital sur la gamme 200 mV continu, le LC mètre réunit un inductancemètre et un capacimètre particulièrement destinés à la mesure des faibles valeurs. Son encombrement réduit et son alimentation intégrée en font un instrument très pratique d'emploi.

La mesure d'une capacité ou d'une self-induction est souvent requise lors de la mise au point ou du dépannage de montages électroniques.

Bien entendu, on peut toujours se fier au marquage des composants lorsque celui-ci existe. Mais comment faire lorsque la valeur n'est plus lisible, l'élément douteux ou non matérialisé (capacité ou self-parasites) ou dans le cas où l'on désire réaliser une inductance par ses propres moyens ? Ceci pose le problème de la méthode et de l'appareillage à utiliser, notamment pour les valeurs faibles.

Certes, il existe dans le commerce des capacimètres autonomes ou intégrés aux multimètres et des inductancemètres plus ou moins sophistiqués. Mais l'investissement dans ces appareils n'est pas toujours justifié par la fréquence de leur emploi, de sorte que l'on se contente souvent de méthodes empiriques pour déterminer les valeurs recherchées au prix d'une précision douteuse et d'une perte de temps.

Pour aboutir à un résultat fiable sans mettre en jeu de grands moyens techniques et financiers, il est proposé la réalisation d'un appareil d'adaptation à un multimètre digital dont la précision de mesure en continu est toujours satisfaisante pour les cas qui nous intéressent, même avec un multimètre de bas de gamme à 3 1/2 digits (2 000 points). Certains multimètres fonctionnent à 3 200 points, ce qui élargit d'autant les possibilités de mesure.

L'étendue des mesures sur les trois gammes de l'appareil va de 0,5 à 2 000 pF et de 0,5 à 2 000 μ H. On obtient ainsi des performances très intéressantes,



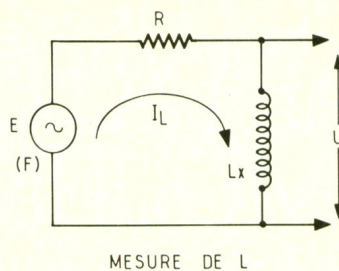
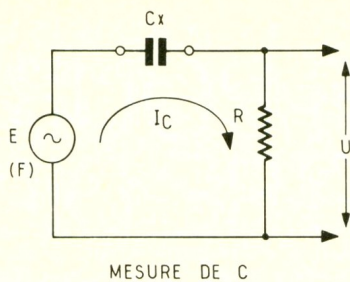
même si la précision maximale obtenue ($\pm 5\%$) n'atteint pas celle des monstres de laboratoire...

LES BASES DU FONCTIONNEMENT

Les méthodes généralement utilisées pour mesurer une self-in-

duction ou une capacité sont de trois types :

- celles qui font appel à un pont de mesure mais nécessitent l'étalonnage (non linéaire) d'un potentiomètre de précision ;
- celles qui utilisent la résonance à une fréquence donnée d'un condensateur étalon avec une self à mesurer, ou son corol-



laire d'un self-étalon pour la mesure d'un condensateur. Cette méthode, précise et réaliste, est complexe à mettre en œuvre, surtout avec des éléments de faible valeur ;

– celles qui exploitent la réponse de L ou de C à des signaux rectangulaires ou impulsifs. Cette technique est parfois délicate à mettre au point, bien qu'elle ait le mérite de la simplicité et surtout de la linéarité de réponse.

Afin de rester simple, nous avons estimé que le type de mesureur qui conviendrait le mieux à une réalisation artisanale ferait appel à un principe analogue à celui des ohmmètres : ces derniers affichent, en continu, un courant ou une tension proportionnels à la valeur de la résistance à mesurer. Notre méthode fera appel à une source de courant ou de tension alternative pour engendrer une tension proportionnelle à la valeur du paramètre à mesurer.

LA CONFIGURATION DU SYSTEME

Pour bien comprendre le fonctionnement, il est nécessaire de s'appuyer sur quelques bases théoriques qui sont illustrées sur les schémas élémentaires de la figure 1.

Sur chaque schéma, on distingue une source de tension alternative efficace E à la fréquence F, débitant sur un condensateur C_x ou une inductance L_x en série avec une résistance R.

Le courant efficace résultant est, suivant le cas, I_C ou I_L . La tension mesurée U est significative de la valeur de C_x ou de L_x : elle est recueillie aux bornes de R dans le cas des condensateurs et aux bornes de L_x pour les inductances.

Mesure de capacités

La réactance X_C d'un condensateur C_x à la fréquence F est donnée par la formule :

$$X_C = \frac{1}{2\pi F C_x}$$

On choisit la fréquence et la valeur de la résistance R de façon que X_C soit **très grand** devant R. La valeur du courant I_C est alors déterminée par la capacité C_x du condensateur, et la tension recueillie sur R sera proportionnelle à C_x .

$$I_C = 2\pi F C_x E \text{ et } U = 2\pi F C_x E R$$

$$\text{soit } C_x = k_1 U$$

$$\text{avec } k_1 = \frac{1}{2\pi F E R}$$

Prenons un exemple :
soit : $F = 200 \text{ kHz}$, $C = 20 \text{ pF}$
et $R = 1000 \Omega$

Dans ce cas, $X_C = 40\,000 \Omega$, soit 40 fois la valeur de la résistance R. Un calcul montre que l'on ne commet qu'une erreur de 0,03 % en négligeant R dans la détermination de C_x .

Mesure des inductances

La réactance X_L d'une inductance L_x à la fréquence F est :

$$X_L = 2\pi F L_x$$

Dans ce cas, il est nécessaire que X_L soit très petit devant R qui détermine alors la valeur constante du courant I_L :

$$I_L = E/R \text{ et } U = 2\pi F L_x E/R,$$

d'où :

$$L_x = k_2 U$$

$$\text{avec } k_2 = \frac{R}{2\pi F E}$$

En reprenant le même exemple que précédemment, avec $L_x = 20 \mu\text{H}$, on obtient :

$$X_L = 25 \Omega, \text{ soit le } 1/40^{\text{e}} \text{ de } R.$$

DIAGRAMME SYNOPTIQUE (fig. 2)

L'appareil comporte un oscillateur sinusoïdal générant le signal de fréquence F à tension constante E dont l'impédance de source est abaissée par un étage tampon.

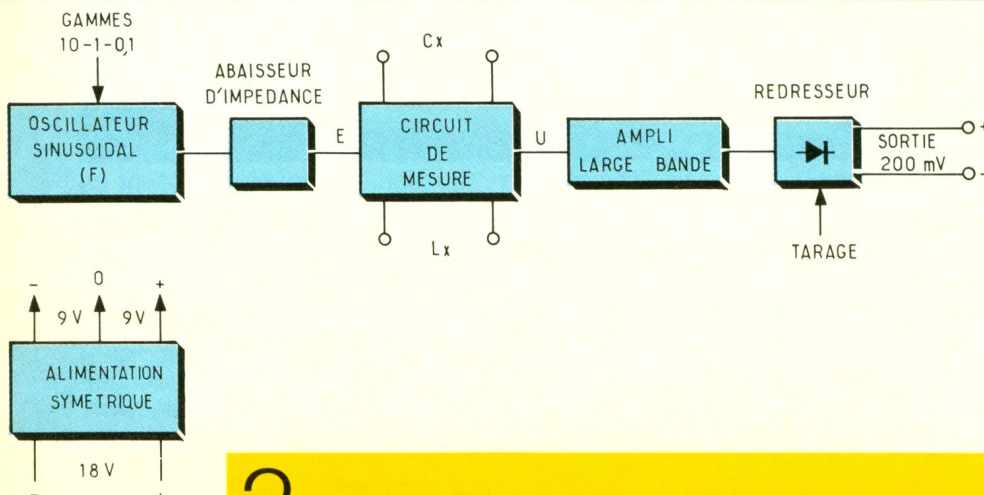
Un commutateur de gamme permet de choisir la valeur de fréquence qui convient : les gammes sont de 2, 20 et 200 kHz, correspondant respectivement aux facteurs 10, 1 et 0,1 par lesquels il faut multiplier la lecture observée sur le multimètre pour obtenir la valeur du paramètre mesuré (pF ou μH).

Le circuit de mesure double est connecté en permanence sur la source de signal à basse impédance ; seules les sorties de ce circuit sont sélectionnées.

La tension U recueillie en sortie est envoyée vers un amplificateur à large bande qui amène la tension à sa sortie à un niveau capable d'assurer le fonctionnement correct du redresseur à diode fournissant la tension continue de 200 mV.

Un réglage de gain du redresseur détermine la tension de sortie correspondant à une valeur particulière de celle d'entrée, pour que l'exactitude de la mesure soit atteinte.

Un circuit de symétrisation de l'alimentation 18 V est prévu



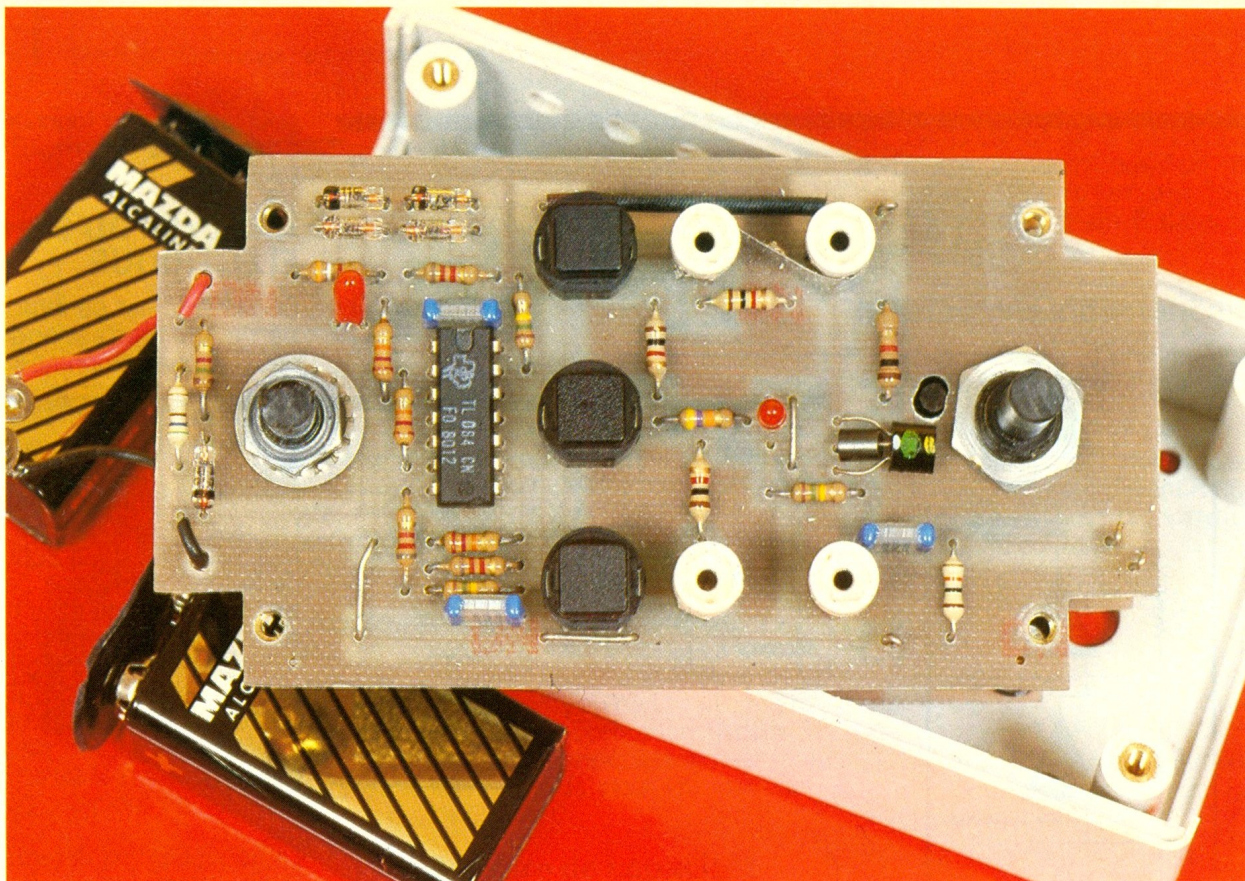


Photo 2. – Le circuit imprimé supérieur affleure le dessus du coffret.

est simple : sans mise en série, le courant débité par chaque pile serait un peu différent, ce qui aboutirait à une usure dissymétrique. D'autre part, la coupure de l'alimentation nécessiterait deux contacts et la symétrisation garantie par l'égalité de valeur des deux résistances est bien meilleure dans la solution retenue.

Seules des considérations d'encombrement ne nous ont pas permis de réaliser cette symétrisation par un ampli opérationnel, solution idéale.

La tension de sortie de l'oscillateur est inversement proportionnelle à la valeur de la résistance placée entre la broche (3) et le commun. Pour faciliter la mise au

point, R_3 est montée en série avec une résistance ajustable « NIVEAU », pour obtenir la valeur de la tension adéquate qui se situe, dans ce cas, au voisinage de $1,7 V_{eff}$.

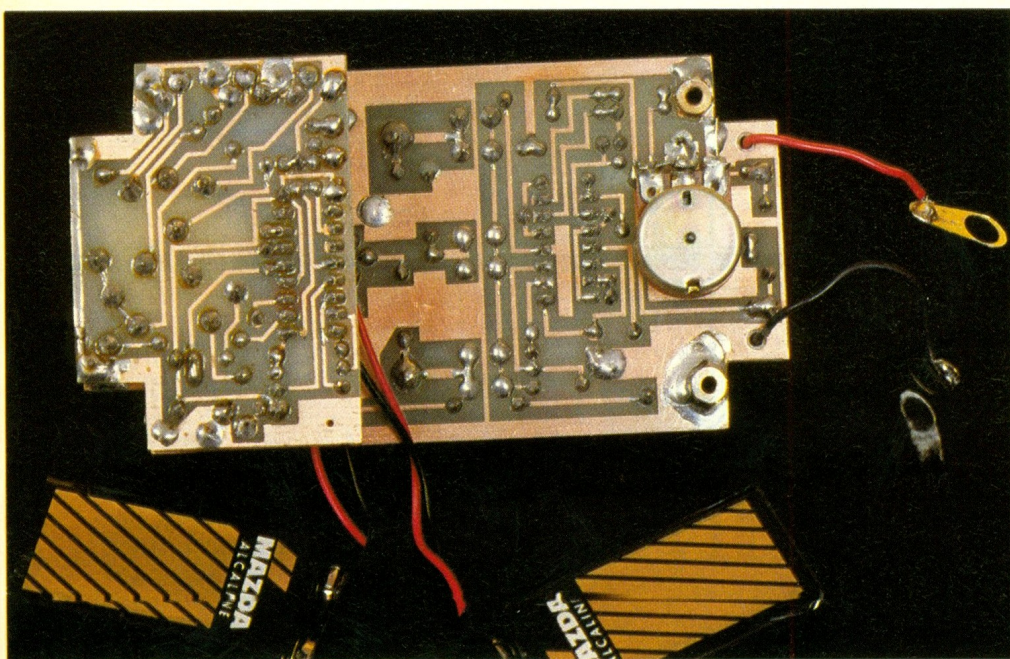
Les condensateurs C_3 et C_7 assurent les découplages indispensables des tensions d'alimentation et de référence.

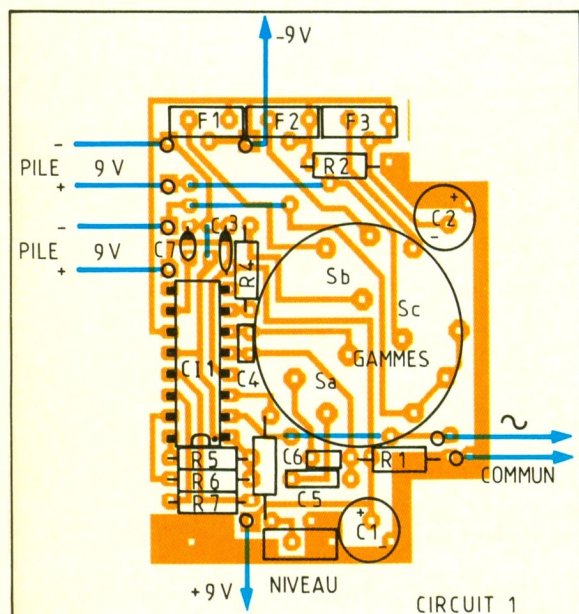
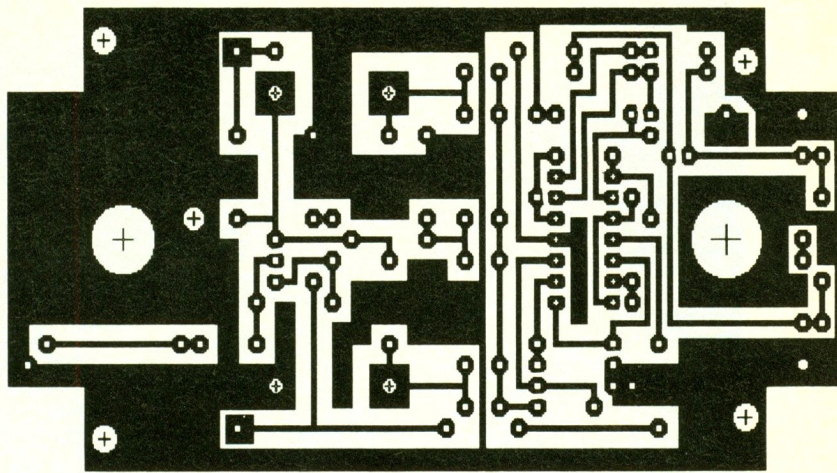
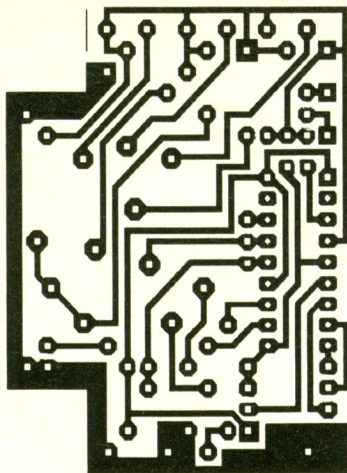
Les circuits 1 et 2 sont interconnectés au moyen de quatre fils ; le commun, le + 9 V, le - 9 V et la tension alternative issue de la broche (3) du circuit CI_1 (R_8 sert à fixer le potentiel continu à 0 V).

L'abaissement d'impédance est indispensable pour conférer au signal une bonne stabilité malgré les variations de charge présentées par le circuit de mesure. Cette fonction est assurée, avec un gain unitaire, par un transistor NPN T monté en collecteur commun. Le signal d'entrée est envoyé à travers C_8 sur la base de T, polarisée par R_9 . Un courant permanent de 9 mA est établi à travers T par le choix de la valeur de R_9 . Ce courant constant polarise l'émetteur au voisinage de 0 V par la résistance R_{10} réunie au - 9 V et sert également à alimenter une LED placée dans le collecteur.

La tension E disponible sur l'émetteur de T est envoyée, en liaison directe, vers le circuit de mesure. Ce dernier comporte

Photo 3. – Les deux platines vues côté cuivre.





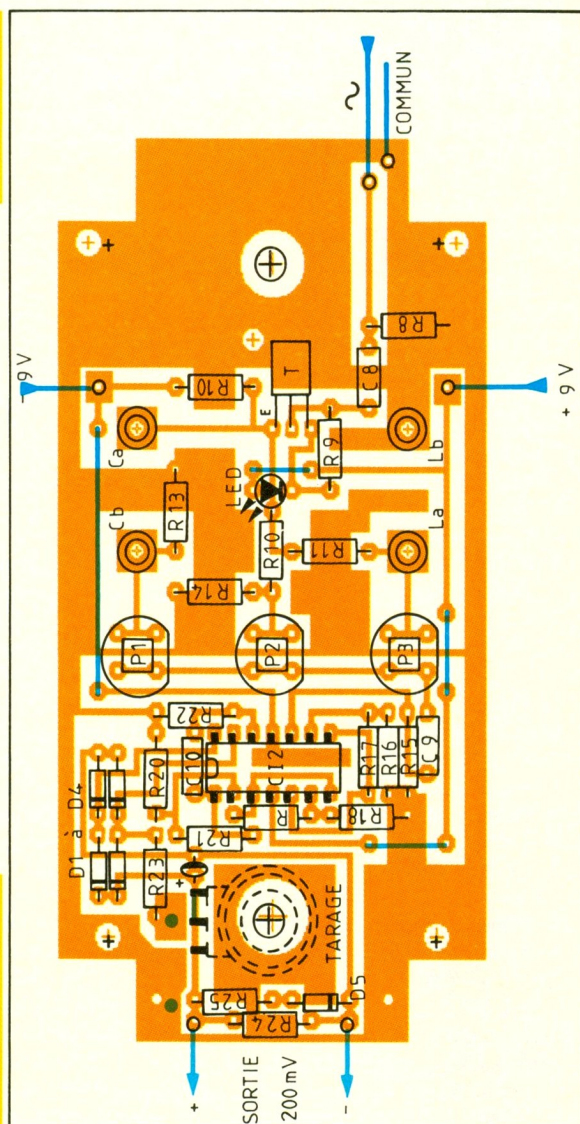
trois sections : les deux cellules de mesure de L et C incluant les résistances R_{11} et R_{13} et un pont de résistances R_{12}/R_{14} pour mesurer la tension de référence E.

Chacune de ces sections peut être réunie à l'entrée de l'amplificateur au moyen de touches contact à poussoirs P_1 (mesure de C), P_3 (mesure de L) et P_2 (tarage de l'appareil).

L'amplification à large bande est assurée par trois étages BIFET de Cl_2 (TL084) montés en cascade et en liaison directe avec un gain unitaire peu élevé, de l'ordre de 3,7, défini par les résistances R_{16} à R_{21} , pour disposer d'une largeur de bande et d'une stabilité satisfaisantes : un gain global de 50 et une bande de 1,2 MHz sont ainsi obtenus. Avec une tension U de 40 mV à l'entrée, on a une tension amplifiée de $2 V_{eff}$ en sortie, ce qui est une valeur suffisante pour assurer un fonctionnement correct de l'étage redresseur.

4

Circuits imprimés, à l'échelle 1, des deux platines.



5

Implantations : les straps seront réalisés à l'aide de queues de composants.

Le dernier étage BIFET est monté en redresseur linéaire sans seuil. La tension est envoyée sur l'entrée non inverseuse à travers C_{10} . Le pont de diodes germanium D_1 à D_4 est branché entre la sortie et l'entrée inverseuse, selon un schéma classique. La résistance R_{23} en série avec le potentiomètre « TARAGE » ajuste la rétroaction de façon à

obtenir une tension redressée adéquate pour une tension d'entrée efficace donnée. Le choix des diodes germanium améliore le fonctionnement aux faibles signaux. Le courant diode moyen est déterminé par R_{24} . Une correction supplémentaire par R_{25} et D_5 permet de linéariser la courbe de réponse du redresseur vers les faibles courants. Le

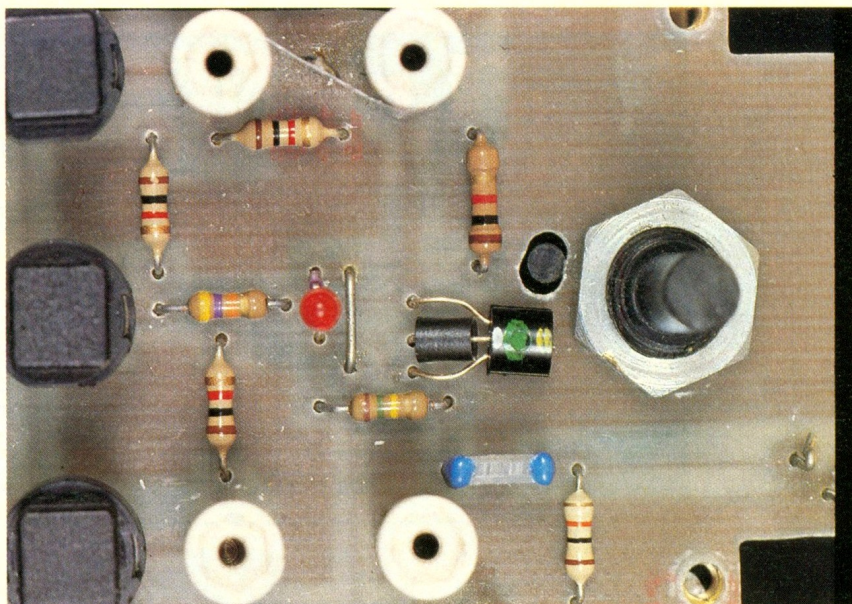


Photo 4. – En utilisant des poussoirs ISOSTAT soudés directement sur le CI, on évite le câblage.

condensateur R_{11} élimine les impuretés du signal continu de sortie qui risqueraient de perturber la mesure.

Le voltmètre digital extérieur peut être remplacé par un millivoltmètre analogique avec moins de précision et à la condition que la résistance interne de cet appareil soit au moins égale à 10 k Ω sur la gamme utilisée.

Ainsi, malgré toutes les fonctions assurées par le LC mètre on ne mobilise, comme circuits actifs, que deux intégrés et un transistor courant...

REALISATION ET MISE AU POINT

La réalisation que nous présentons a été conçue pour un maximum de compacité. Les dimensions intérieures du coffret utilisés sont de 115 x 58 x 34 mm.

L'ensemble des circuits est solidaire du panneau supérieur, de sorte que l'on peut installer cet appareil dans tout coffret présentant des dimensions intérieures égales ou supérieures à celles qui sont indiquées (Teko, Retex, ESM...).

Deux douilles banane pour connexions aux bornes d'entrée du multimètre sont disposées sur une face latérale. Une version autonome de plus grandes dimensions pourrait être envisagée en faisant appel à un module voltmètre numérique LCD incorporé à l'appareil. Dans ce cas, l'alimentation peut être assurée par les piles de l'appareil avec un très faible débit supplémentaire.

L'avantage de cette solution est qu'elle permet la commutation du point digital, ce qui rend l'utilisation plus confortable.

L'oscillateur est réalisé sur une plaquette imprimée de 57 x 44 mm (circuit n° 1). cette plaquette est soudée sur les broches (utilisées) du commutateur 3 circuits de 4 positions. Ce sous-ensemble est fixé, par le canon du commutateur sur le circuit n° 2, lequel est solidaire du panneau de commande par 4 vis et 4 entretoises de 8 mm de long. Les écrous de fixation sont soudés sur les parties cuivrées du circuit 2 pour faciliter le montage.

Il y a trois paires de fils qui sortent de cet ensemble de circuits : les deux connecteurs pour piles de 9 V et les sorties vers le multimètre.

Le perçage du panneau supérieur du coffret est réalisé selon le dessin indiqué. On s'efforcera d'implanter avec précision les douilles et les boutons-poussoirs sur le circuit 2 de façon que leurs axes coïncident exactement avec le perçage du panneau.

Le câblage des circuits n'offre pas de difficultés particulières. On veillera simplement à faire appel à des composants de faibles dimensions pour éviter toute gêne au montage. Il est prudent

de prévoir des trous d'accès sur les faces latérales aux potentiomètres ajustables « NIVEAU » et F_1 , F_2 et F_3 afin de parfaire l'étalonnage, le cas échéant, sans avoir à démonter l'appareil de son coffret.

Ce n'est qu'après avoir passé en revue tous les détails de la réalisation, sans oublier l'examen approfondi du câblage, que l'on procédera à la mise de l'appareil sous tension. Attention aux inversions de tensions qui risquent de détruire les circuits actifs (mettre éventuellement une diode silicium en série avec l'alimentation).

L'étendue des gammes est indiquée dans le tableau en bas de page.

On réglera d'abord tous les potentiomètres à mi-course et le commutateur de gamme sur X 10, puis, après avoir branché la sortie du LC mètre sur l'entrée 200 mV continu d'un multimètre digital, on appuiera sur le poussoir central et on réglera le potentiomètre ajustable « NIVEAU » pour lire 170.0 mV (sans modifier la position centrale du potentiomètre « TARAGE »). Ce réglage initial cale la tension efficace de l'entrée du circuit de mesure à 1,7 V, qui est la valeur de référence.

Le réglage précis des fréquences de l'oscillateur sur les différentes gammes au moyen des potentiomètres F_1 , F_2 et F_3 se fera à l'aide d'un fréquencemètre digital branché entre les bornes L_a et L_b . Si on n'a pas cette possibilité, on peut faire appel à un oscilloscope à base de temps étalonnée (périodes de 500, 50 et 5 μ s correspondant respectivement aux fréquences 2, 20 et 200 kHz). Cette méthode est évidemment bien moins précise mais permet de jeter un coup d'œil sur la forme des signaux issus de l'oscillateur.

Une méthode plus simple mais suffisamment précise consiste à régler chaque fréquence, sur la gamme qui lui correspond, en disposant successivement entre les bornes de mesure C_a et C_b trois condensateurs Styroflex de

Gammes	Fréquence Mesure	Etendue de capacités	Mesure (199.9) Self-inductions
X 10	2 kHz	50 à 2 000 pF	50 à 2 000 μ H
X 1	20 kHz	5 à 200 pF	5 à 200 μ H
X 0,1	200 kHz	0,5 à 20 pF	0,5 à 20 μ H

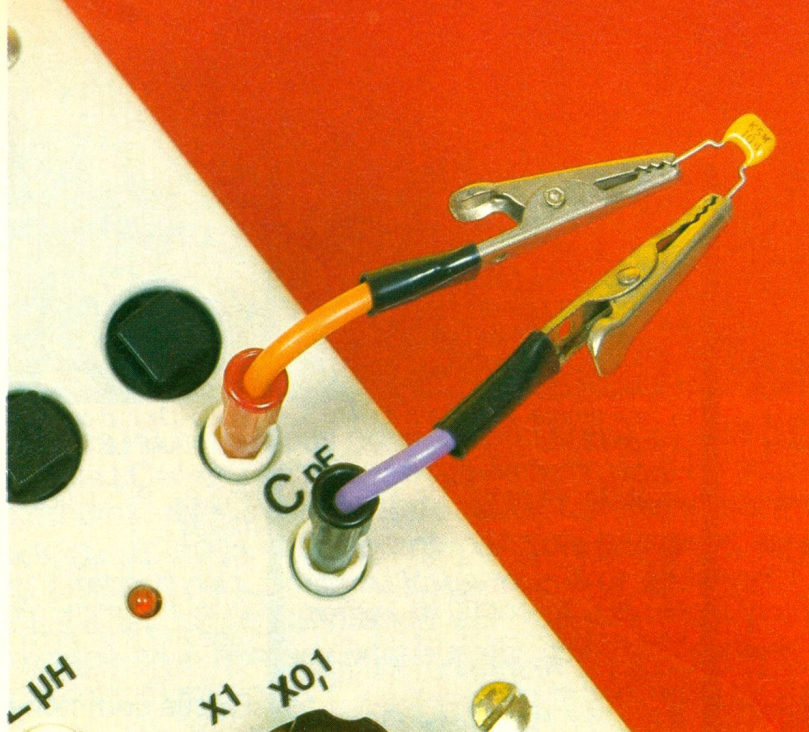


Photo 5. – Les connexions extérieures pourront s'effectuer à l'aide de pinces crocodile.

15, 100 et 1 000 pF à 2,5 %. Le réglage sera correct lorsque la lecture obtenue atteindra :
 150.0 sur la gamme X 0,1 (soit 15 pF)
 100.0 sur la gamme X 1 (soit 100 pF)
 100.0 sur la gamme X 10 (soit 1 000 pF)
 ce qui implique, naturellement, que le réglage de la tension a été ajusté sur 170.0 sur chacune des gammes.

La mise en œuvre de la vérification d'étalonnage au moyen de condensateurs de référence est, de toute façon, souhaitable, et nous préconisons de l'utiliser de préférence ou en complément à toute autre méthode. Après avoir effectué toutes ces opérations avec succès, l'appareil est bon pour le service. Le mode opératoire sera toujours le même :

- mettre le multimètre sur la position 200 mV continus,
- mettre en route le LC mètre et choisir la gamme de mesure,
- procéder au réglage de la tension de référence (TARAGE),
- mesurer la valeur de l'élément inconnu en pressant le poussoir correspondant,
- une fois la mesure effectuée, ne pas oublier d'éteindre l'appareil pour ménager les piles (débit 40 mA).

RESULTATS OBTENUS ET OPTIONS POSSIBLES

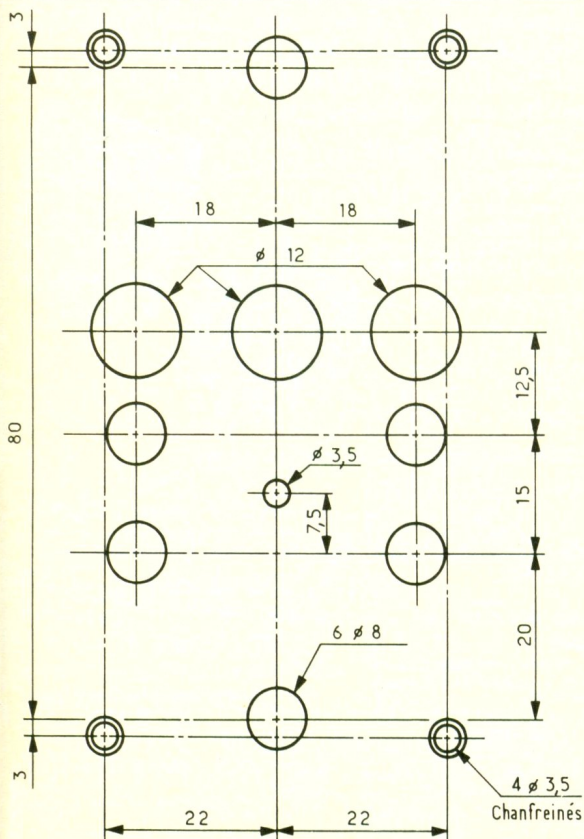
La précision atteinte dépend beaucoup de la pureté des signaux sinusoïdaux, de la tolérance des composants de l'appareil et de la méthode de calibration utilisée. On pourra obtenir relativement facilement 5 % du milieu vers le haut de gamme, et l'on aura toujours intérêt à choisir la gamme qui favorise l'utilisation de cette plage. Pour les faibles valeurs, intervient la linéarité du redresseur et surtout la capacité parasite en

mode capacimètre sur la gamme X 0,1 (0,5 à 20 pF). Pour ne pas être trop gêné par cet effet, nous préconisons la disposition d'un petit écran métallique, réuni au commun, entre les bornes C_a et C_b . Dans ce cas, la capacité résiduelle entre les douilles sans connexions extérieures sera voisine de 0,2 pF. Si l'on désire apporter plus de précision à la mesure des faibles valeurs capacitives, on pourra fixer la capacité résiduelle à une valeur fixe (5 pF, par exemple) au moyen d'un condensateur d'appoint, éventuellement ajustable, et l'on retranchera cette valeur de celle qu'indiquera le multimètre lors d'une mesure. Par exemple, une lecture de 72,5 (gamme X 0,1) avec une résiduelle de 5 pF correspond à une valeur de $C_x = 2,25$ pF.

Pour la mesure des inductances, aucune précaution particulière n'est à prévoir, sauf si les cordons de mesure ont une longueur non négligeable. En effet, avec des cordons courts de 3 cm, la self résiduelle n'est que de 0,05 μ H. Avec des cordons plus longs, on peut connaître la valeur de cette résiduelle en court-circuitant les extrémités et en retranchant cette valeur de celle lue lors d'une mesure.

Si l'on accepte d'agrandir les dimensions, on peut accroître les possibilités de mesure de l'appareil en lui adjoignant deux gammes supplémentaires, soit X 100 et X 1000, ce qui amène les hauts de gammes à 20 nF/20 mH et 0,2 μ F/0,2 H. Ce résultat est acquis en générant deux fréquences supplémentaires de 200 Hz et 20 Hz par la commutation (2×5 positions) de condensateurs de 220 nF et 2,2 μ F et de deux résistances ajustables. Dans ce cas, il conviendrait de prévoir un interrupteur séparé de mise en route de l'alimentation et une augmentation de valeur des condensateurs de découplage et de liaison pour éviter un affaiblissement significatif à 20 Hz.

L'alimentation par piles qui assure une totale autonomie à l'appareil fait toujours courir le risque d'oublier d'éteindre l'appareil après utilisation. La LED devrait éviter cet inconvénient, mais si l'on craint d'être distrait, il est toujours possible d'ajouter un poussoir en série avec l'alimentation. L'utilisation de piles alcali-



nes est recommandée pour fournir un courant de 40 mA. On notera que l'appareil garde toutes ses propriétés si la tension d'alimentation est supérieure à 12 V.

L'appel à une alimentation-secteur intégrée ou non à l'appareil lui fait perdre son autonomie au profit d'une économie : si cette solution est retenue, on veillera particulièrement au filtrage et à la stabilisation de la tension fournie.

J. CERF

LISTE DES COMPOSANTS

Circuit n° 1

R_1, R_2 : 1 k Ω (marron, noir, rouge)
 R_3 : 33 k Ω (orange, orange, orange)
 R_4 : 18 k Ω (marron, gris, orange)
 R_5, R_6 : 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R_7 : 180 Ω (marron, gris, marron)
 $F_1, F_2, F_3, NIVEAU$: potentiomètres ajust. 10 k Ω vertical

C_1, C_2 : 47 μ F 25 V chimique, sorties radiales
 C_3 : 10 μ F 35 V tantale
 C_4 : 220 pF céramique 10 %
 C_5 : 22 nF mylar
 C_6 : 2,2 nF mylar
 C_7 : 1 μ F 35 V tantale.

Cl_1 : XP 2206

S : commutateur rotatif Lorlin 3 x 4 positions.

Circuit imprimé époxy simple face 57 x 44 mm

Circuit n° 2

R_8 : 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R_9, R_{15}, R_{22} : 150 k Ω (marron, vert, jaune)
 $R_{10}, R_{11}, R_{13}, R_{14}$: 1 k Ω (marron, noir, rouge)
 R_{12} : 47 k Ω (jaune, violet, orange)
 R_{16}, R_{18}, R_{20} : 8,2 k Ω (gris, rouge, rouge)
 R_{17}, R_{19}, R_{21} : 22 k Ω (rouge, rouge, orange)
 R_{23} : 3,9 k Ω (orange, blanc, rouge)
 R_{24} : 560 Ω (vert, bleu, marron)
 R_{25} : 1,5 k Ω (marron, vert, rouge)
 $TARAGE$: potentiomètre 1 k Ω linéaire miniature

C_8, C_9, C_{10} : 68 nF mylar
 C_{11} : 1 μ F 35 V tantale
 C_{12} : TL084 quadruple ampli op. BIFET

T : transistor NPN BC546 ou équivalent

LED : diode électroluminescente diam. 3 mm

D_1 à D_5 : diodes signal germanium AA118

P_1, P_2, P_3 : touches contact P_6 noires

C_a, C_b, L_a, L_b : douilles banane 2 mm blanches

Circuit imprimé époxy simple face 112 x 57 mm

Pièces communes

Douilles banane 4 mm châssis (noire, rouge)

2 connecteurs pour pile 9 V à pression

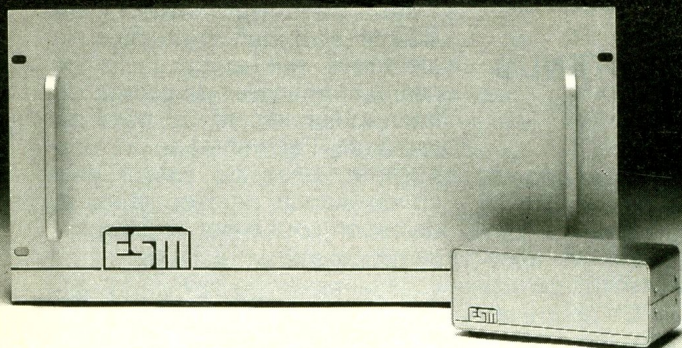
2 boutons pour axe de 6 mm avec repère

4 entretoises de 8 x 5 mm, visserie

2 piles 9 V alcalines

Condensateurs 2,5 % Styroflex : 15, 100, 1 000 pF pour calibrage

CIF ET LES COFFRETS ESM SE PASSIONNENT POUR L'ELECTRONIQUE



C'est pour cela que CIF distribue en exclusivité les coffrets ESM



CIF

11, rue Charles-Michels - 92220 BAGNEUX
Tél : 631 446 F - Fax : 16 (1) 45 47 16 14 - Tél. : 16 (1) 45 47 48 00



Tél : 630 612 F - Fax : 16 (1) 47 88 55 30 - Tél. : 16 (1) 47 68 50 98

Selectronic

BP 513 59022 LILLE Tél. : 20.52.98.52

LE SYSTEME DE DETECTION A INFRA-ROUGES PASSIFS :

- 4 solutions pour couvrir tous les besoins :
- Mise en œuvre immédiate,
- Economique, (Décrit dans EP n° 118 et 119)

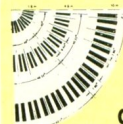
MODULE HYBRIDE MS 02

Système de détection miniature, (33 x 33 x 11,5 mm).

- Détecte, sans lentille, un individu à 2 m.
- Muni d'une lentille de FRESNEL, il détecte des êtres vivants en déplacement dans la zone surveillée, jusqu'à 30 m.
- Température d'utilisation : - 10 à + 50°C
- Alimentation 2,6 à 5,5 V
- Consommation : - Veille : 30 μ A, - Détection : 1 à 2,5 mA.
- Courant de sortie : 300 mA max. (collecteur ouvert).

Le module MS 02 123.8464 **260,00 F**

Le lot de 4 x MS 02 123.8549 **940,00 F**



CE 24

LENTILLE CE 26

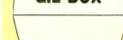
Barrière invisible.
— Ouverture : 100°, Visée : 6° — Portée : 12 m.

La lentille CE 26 123.8021 **32,00 F**

* Pour ces deux lentilles ci dessus, il est nécessaire d'utiliser le coffret GIL-BOX qui permet le montage et la courbure idéale de la lentille par rapport au MS 02.

— Dimensions : 72 x 52 x 60 mm.

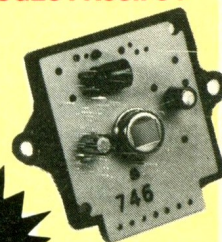
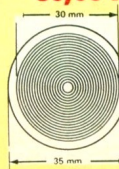
Le coffret GIL-BOX 123.8465 **30,00 F**



LENTILLE CE 01

Lentille ronde pour détection à longue portée (couloir, etc.).
— Angle de visée : 4° — Portée : 30 m.

La lentille CE 01 123.7813 **18,00 F**



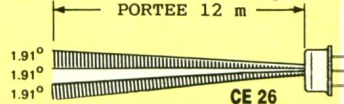
A PARIS
Disponible chez
RAM 131 bd diderot
75012 PARIS

LENTILLE CE 24

Détection volumétrique.

- Ouverture : 90°, Visée : 30°.
- Portée : 12 m min.

La lentille CE 24 123.9892 **32,00 F**



LENTILLE CE 12

Mini-lentille de FRESNEL.

Pour système de détection miniature, destiné à la surveillance de volumes réduits.

- Ouverture : 89°, Visée : 20°.
- Portée : 7 m.

La lentille CE 12 123.8022 **16,00 F**

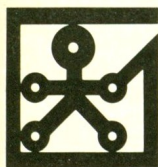
FILTRE SPECIAL Infra-rouge

Se place devant la lentille de FRESNEL pour la présentation du montage.

- Aspect : blanc translucide.
- Dimensions : 6 x 10 cm.

Le filtre 123.9893 **10,00 F**

LOGIC-07



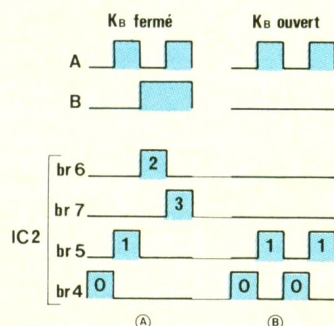
Dans ce numéro, nous nous intéresserons au test du module LO-4 et à sa mise en œuvre au travers de trois exemples. Nous présenterons la fonction multiplexage, et nous concluerons par trois exercices sur les tableaux de Karnaugh. Vous trouverez également la fiche technique du module LO-4, si elle n'est pas reportée à un numéro ultérieur par suite de mauvais acheminement postal !

RETOUR AU MODULE LO-4

L'étude des signaux est une introduction à la fonction décodage ; en attendant, ils sont utiles pour la compréhension du fonctionnement du module LO-4, ainsi que le dépannage éventuel de votre carte. Il est donc nécessaire de vous référer au volet précédent, et tout particulièrement au schéma structurel et à l'implantation (fig. 7, 8 et 9).

SIGNAUX DE SORTIE DE IC₃ (fig. 1)

Les signaux visualisés en figure 1 sont prélevés aux bornes du connecteur pour les signaux A et B, et directement sur les broches de IC₃ pour les signaux indiqués au-dessous (broches 4, 5, 6 et 7). Le plus simple pour mesurer les signaux aux bornes d'IC₃ est d'utiliser une pince test pour circuit intégré de 16 broches ; elle sera d'ailleurs utilisée dans un prochain module de cette série. Pour visualiser chronologiquement ces signaux sur l'oscilloscope, vous utilisez bien sûr le mo-



dule LO-3. Ce module sera alimenté indifféremment entre 5 V et 15 V, mais le module LO-4 est IMPÉRATIVEMENT alimenté en + 5 V (cf. volet n° 6). On dispose des signaux A, B, broches 4, 5, 6, 7 respectivement sur les entrées 7, 6, 1, 2, 4 et 3 du module LO-3 pour les visualiser dans l'ordre de la figure, avec un espace entre les signaux d'entrée et de sortie.

La position des interrupteurs K_C, K_D et K_E est sans importance, en revanche on distingue deux cas pour K_B. Dans le premier test, on ferme K_B, ce qui rend le signal B actif. L'oscilloscope est synchronisé sur le front descendant du signal B, en utilisant la voie libre ou la synchronisation externe (cf. notice de l'oscilloscope). La base de temps de l'oscilloscope est réglée pour observer une période du signal B. Vous remarquez la succession particulière des signaux aux bornes de IC₃ en figure 1b. Les chronographes indiquent également la valeur décimale du code binaire appliqué en A et B. IC₃ effectue le décodage en validant à tour de rôle une des sorties, selon le code binaire présent sur A et B. L'ordre choisi correspond à celui nécessaire pour le tracé du tableau de Karnaugh selon les conventions définies précédemment. L'ordre de codage sur BA nécessaire est donc $\phi\phi\phi 1 11 1\phi 0$, d'où le choix des connexions sur la matrice des DEL, car le codage de BA est du binaire classique ($\phi\phi\phi 1 1\phi 11$).

En ouvrant K_B, le signal B est fixé en permanence à l'état « ϕ », comme l'indique la figure 1b. Les combinaisons sur BA seront

donc uniquement $\phi\phi$ et $\phi 1$, en validant uniquement les broches 4 et 5 de IC₃. En comparant avec le cas précédent, on remarque un doublage des combinaisons qui augmente la luminosité des DEL de la matrice. Pour visualiser ces signaux, il est nécessaire de synchroniser l'oscilloscope sur le front descendant du signal A, sans modifier le réglage de la base de temps.

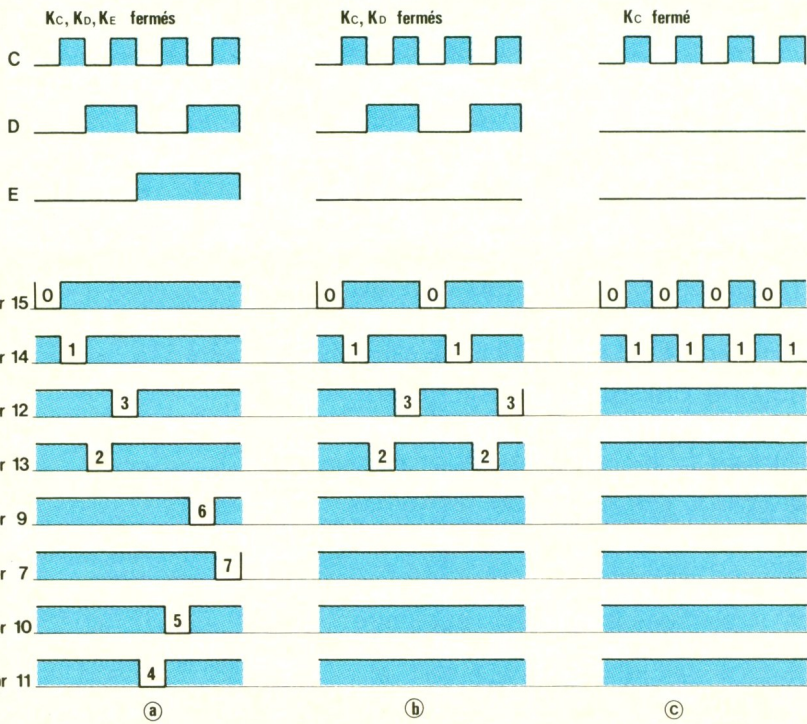
Si vous ne relevez pas ces signaux, contrôlez l'existence des signaux A et B ; s'ils ne sont pas corrects, contrôlez le câblage de IC₁ et de K_B. S'ils sont corrects, à moins que IC₁ soit détruit, l'erreur se situe autour de IC₃ ; vérifiez donc son câblage. Si IC₃ n'est pas détruit, vérifiez le câblage du connecteur et du cordon utilisé pour vos essais.

SIGNAUX DE SORTIE DE IC₂ (fig. 2)

Ce circuit fonctionne comme IC₃, mais avec plus de sorties. C'est un décodeur à huit combinaisons pour commander les huit lignes de la matrice des DEL. Comme pour IC₂, l'ordre de câblage et de décodage est dicté par la représentation du tableau de Karnaugh. La succession des signaux EDC est :

$\phi\phi\phi\phi\phi 1\phi 1\phi\phi 11$ (binaire naturel), alors qu'il convient d'appliquer l'ordre suivant : $\phi\phi\phi\phi\phi 1\phi 11\phi 1\phi\phi$.

Il y a onze signaux à visualiser sur l'oscilloscope, il faut donc procéder par étapes, car le module LO-3 ne permet d'en afficher que huit. La première étape consiste à vérifier les signaux C, D et E indépendamment (signaux prélevés sur le connecteur de sortie). La figure présente trois cas, selon la position des interrupteurs K_C, K_D et K_E. Si les trois interrupteurs sont ouverts, les trois signaux sont à l'état « ϕ » (non représenté). En les manœuvrant, comme indiqué sur la figure,



vous devez obtenir les chronogrammes correspondants, sinon le câblage de IC₁, des interrupteurs ou du connecteur, est en cause, à moins que IC₁ soit défaillant. En **figure 2a**, l'oscilloscope est synchronisé sur le front descendant du signal E et la base de temps réglée pour observer une période complète du même signal. En **figure 2b**, L'oscilloscope est synchronisé sur le signal D, sans changer la base de temps, et en **figure 2c**, la synchronisation se fait sur le signal C, toujours sans changer la base de temps. Maintenant, il suffit de reprendre ces trois étapes, sans jamais changer la base de temps, en

connectant le module LO-3, à l'aide de la pince test pour circuit intégré de 16 broches, aux broches 9 à 15 de IC₂ pour visualiser ces huit signaux de sorties. L'oscilloscope est synchronisé à tour de rôle, sur les signaux E, D et C, sans qu'il soit besoin de les visualiser (synchronisation sur seconde voie ou sur entrée externe). Le circuit IC₂ a ses sorties complémentées, aussi elles sont normalement à l'état haut (« 1 ») et passent à l'état bas quand la combinaison d'entrée correspond à la sortie choisie. Il suffit de vérifier les signaux indiqués sur la figure pour garantir le fonctionnement correct de cette par-

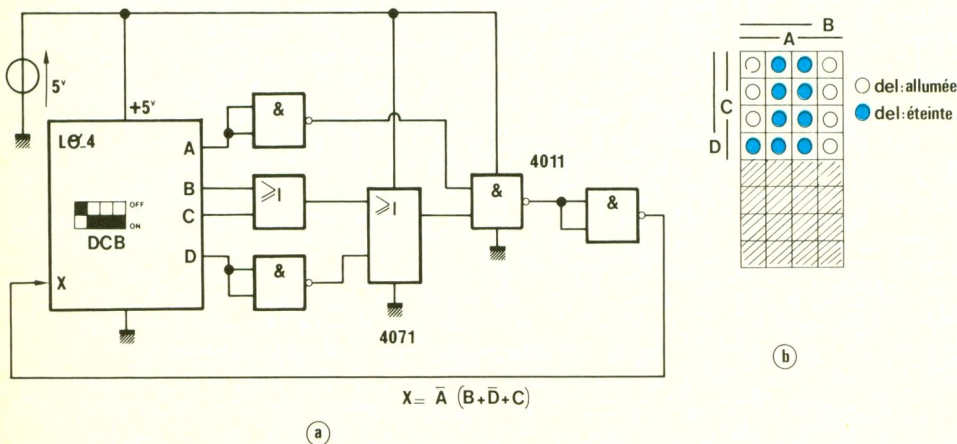
tie du module. Le câblage au module LO-3 s'effectue dans l'ordre suivant : broche 15 en E_7 , broche 14 en E_6 , broche 12 en E_5 ... et broche 11 en E_0 , afin d'obtenir la visualisation des chronogrammes dans le même ordre que la figure. On constate comme précédemment que si on limite le nombre de variables (D, E), les combinaisons se répètent plus souvent, ce qui augmente la luminosité des DEL. Si les interrupteurs K_E , K_D et K_C sont tous ouverts, tous les signaux sont maintenus à l'état haut, sauf la broche 15 qui reste à « ϕ », validant uniquement la première ligne de la matrice des DEL. Notez que la position de K_B est indifférente pour faire ces essais.

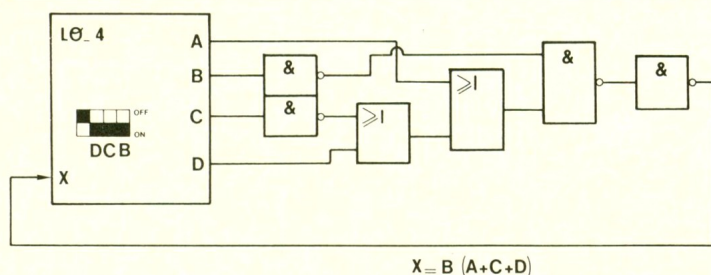
Votre module est vérifié. Fixez l'entrée X du connecteur à l'état « 1 » en le reliant au + 5 V, et vérifiez l'allumage progressif de 2, 4, 8, 16 et 32 DEL en fermant successivement K_B à K_E . Si ce n'était pas le cas, contrôlez le sens de câblage des diodes D_2 à D_5 (pour la colonne éteinte) et des DEL D_n ; sinon, une des diodes est détruite.

TEST DE L'EQUATION
X=/A*(B+C+/D)
(fig. 3)

Cette équation est celle de l'exercice (S₂) du volet n° 5, après inversion des variables A,B et C,D. Pourquoi inversion ? Parce que le tracé des variables sur le tableau de Karnaugh de la correction dans le volet n° 5 diffère de celui adopté sur la matrice des DEL. Cela ne change rien au fonctionnement car on peut nommer une variable, sans contraintes, mais on désire afficher sur la matrice des DEL le même contenu du tableau de Karnaugh.

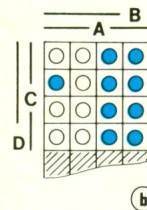
On réalise le logigramme avec deux circuits, un 4011, quadruple porte NON-ET, et un 4071, quadruple portes OU. Le terme $/A$ étant en facteur, il faut compléter A avec une porte NON-ET, câblée en porte NON. Il y a une relation ET entre $/A$ et $(B+C+D)$, donc une porte NON-ET suivie d'une autre câblée en porte NON. Pour le OU à trois termes, on associe deux portes OU en série (associativité) et on complète D avec la porte NON-ET restante. Il y a bien sûr d'autres solutions que vous n'hésitez pas à expérimenter.



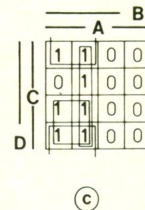


$$X = B(A + C + D)$$

(a)



(b)



(c)

Le bloc logique réalisant l'équation est câblé sur une plaquette de connexion. On relie sur cette même plaque le connecteur du cordon du module LO-4 et l'alimentation de + 5 V. On associe les éléments, comme l'indique le schéma de la **figure 3a**, en n'oubliant pas d'alimenter les circuits 4011 et 4071. Les interrupteurs du module sont positionnés pour visualiser un tableau à seize cases (seul K_E est ouvert). On alimente le montage, et sauf erreur de câblage, on visualise l'illumination de sept DEL, comme indiqué en **figure 3b**. Les DEL allumées correspondent à un état « 1 » et on fait abstraction des seize DEL inférieures éteintes. On retrouve bien le tableau de Karnaugh présenté dans le corrigé du précédent volet.

Voici donc un moyen très rapide de tracer un tableau de Karnaugh d'une fonction logique, puisqu'il suffit de câbler la fonction, de la connecter au module LO-4 et de recopier l'affichage réalisé par la matrice (DEL allumée = état « 1 »). En fait, son utilisation permettra la vérification de votre analyse théorique et la détermination de l'équation d'un bloc lo-

gique dont on ne peut relever le schéma (circuit moulé, PAL combinatoire...).

AUTRE TEST AVEC S₂ INITIALE (fig. 4)

On conserve l'appellation initiale des variables, ce qui nous permet de montrer l'équivalence des boucles proposées dans le volet n° 6.

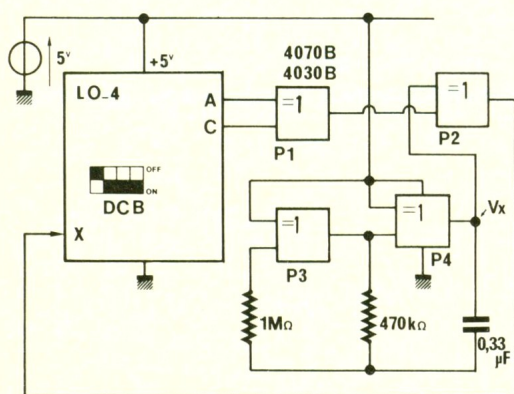
On a la même équation que S₂, soit $x = B * (A + C + D)$, mais comme le tableau est agencé de manière différente, on aura une représentation différente. En effectuant les boucles, on doit retrouver la même équation.

Inutile de refaire le câblage ; il suffit d'inverser les connexions A, B et C, D ; le logigramme est toutefois représenté en **figure 4a**. En alimentant, on visualise le tableau comme indiqué sur la **figure 4b**, toujours sur les seize DEL supérieures. On transpose en remplaçant les DEL allumées par un état « 1 » et les DEL éteintes par un état « 0 » ; on obtient le tableau de la **figure 4c**, sur lequel il suffit de tracer les boucles de simplification. On trouve fina-

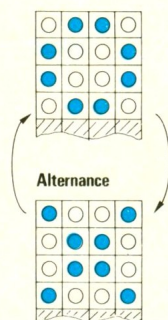
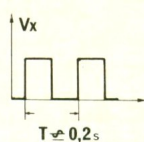
lement la même équation, ce qui est normal et vérifie les démonstrations du précédent volet.

EFFET PARTICULIER (fig. 5)

Le montage de texte de la **figure 5a** permet d'observer un phénomène particulier que vous pouvez utiliser pour créer des motifs lumineux. Un seul circuit est utilisé pour ce test, en l'occurrence un quadruple OU-EXCLUSIF. Le montage de base est le test d'une porte OU-EXCLUSIF afin de représenter son tableau de Karnaugh. Si on relie la sortie de la porte P₁ à X, on le visualise en limitant l'affichage à deux variables, donc en ne fermant que K_C. Les portes P₃ et P₄, ainsi que les éléments associés, forment un oscillateur basse fréquence (environ 5 Hz) puisque les portes sont câblées en porte NON (structure d'oscillateur C.MOS classique). En V_X, on obtient donc un signal carré. Ce signal commande la porte P₂, disposée en sortie de la porte P₁. Comme on l'a déjà démontré, une porte OU-EXCLUSIF réalise une porte OUI/NON programmable. Le signal V_X va donc modifier la sortie X à une fréquence de 5 Hz. Dans un cas, $X = A + C$, dans le second cas, $X = A.C$. Il y aura donc alternance dans le tableau visualisé (inversion de l'état respectif des DEL D_n). Comme on ferme les interrupteurs K_B, K_C, K_D au lieu du seul K_C, la visualisation occupe seize DEL de la matrice et crée l'affichage de la **figure 5b**, semblable à un motif qui change rapidement (clignotement).



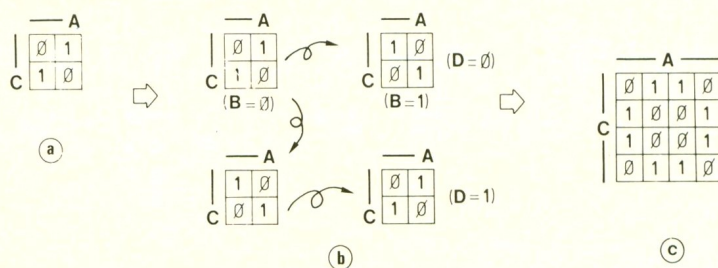
(a)



(b)

JUSTIFICATION DU MOTIF (fig. 6)

Pourquoi un motif et pas un tableau arbitraire ? La **figure 6** explique le phénomène. En fermant



les trois interrupteurs, on valide les trois variables B, C, D, en plus de A qui est permanent. Or la porte ne nécessite que deux variables. Avec deux variables, on obtient le tableau en **figure 6a**, qui est valable pour B = D = 0. Or, comme B et D sont validés, ils changent d'état, et selon leur état, l'agencement des variables A et C diffère, d'où l'inversion des tableaux qu'explique la **figure 6b**. On obtient donc trois recopies « fantômes » inversées l'une par rapport à l'autre, qui forment le tableau de la **figure 6c** pour la porte OU-EXCLUSIF seule.

Comme le montage précédent complémente, ou non, la sortie de la porte P₁, on aura alternance entre ce tableau et son complément, au rythme de l'horloge.

Cet exemple permet de se rendre compte de la nécessité de limiter le nombre de variables, lors de la visualisation d'un tableau de Karnaugh d'une fonction. Positionnez donc K_B, K_C, K_D et K_E selon les variables utilisées et la forme du tableau désiré (cf. fiche technique du module LO-4). Mais cet exemple offre la possibilité de détourner ce montage de son application propre, pour créer des badges ou des motifs lumineux changeants. Selon la fonction que vous réaliserez, vous aurez des motifs très originaux ; le bloc logique pourra être un réseau de portes associé à un ou plusieurs oscillateurs, un compteur associé à des portes, une mémoire EPROM...

MULTIPLEXAGE (fig. 7)

Continuons notre analyse des fonctions logiques, en introduisant la fonction « multiplexage ». C'est une fonction « complexe » car elle associe des fonctions de base. La fonction multiplexage permet de sélectionner une information parmi plusieurs selon un

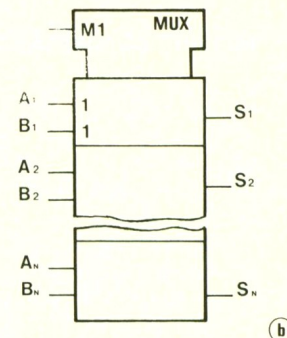
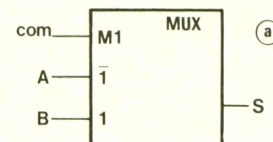
mot de commande. Elle est équivalente à un commutateur rotatif, et on observait cette fonction dans le module LO-3, avec une variante toutefois (signaux analogiques).

La **figure 7a** présente le schéma de base d'un multiplexeur logique à deux entrées A, B et un mot de commande de 1 bit, Com. L'équation de la sortie S est très simple, soit $S = \text{Com} * B + \text{Com} * A$. Le signal de commande Com est déterminé par la position de l'interrupteur K. Si K est ouvert, $\text{Com} = 0$, l'équation se simplifie donc en $S = 0 * B + 1 * A = A$. Si K est fermé, on obtient dans ce cas $S = 1 * B + 0 * A = B$. Ainsi la sortie recopie l'état de la variable d'entrée, variable choisie par l'état de Com (ou la position de K).

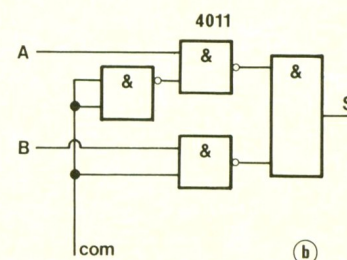
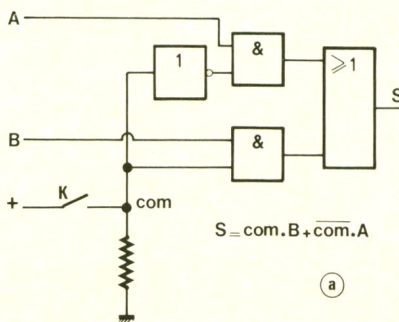
La **figure 7b** optimise le schéma pour n'utiliser que quatre portes du même type, NON-ET en l'occurrence, soit un seul 4011. Vous pouvez tester cette fonction avec le module LO-1 (interrupteurs, visualisation), mais aussi avec le module LO-4 comme vous le constaterez en **figure 9**.

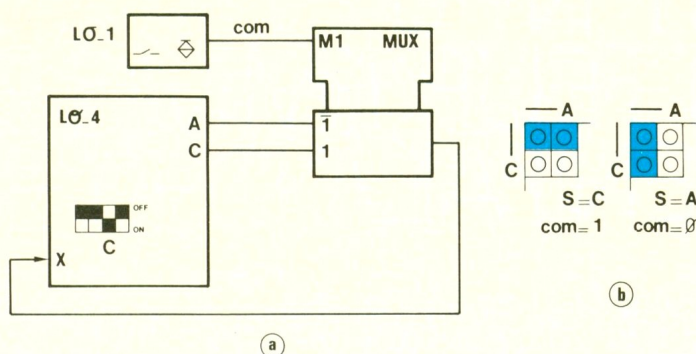
SYMBOLE (fig. 8)

Auparavant, voici le symbole normalisé de cette fonction. Comme il n'est plus question désormais de réaliser le câblage discret proposé en **figure 7b**, les construc-



teurs de circuits ont intégré plusieurs fonctions identiques dans un circuit, en l'occurrence la fonction multiplexage. Nous découvrirons le brochage par l'inscription « MUX » (abréviation de MultipleXeur) dans le cadre du symbole (en haut, au milieu). Le signal de commande est repéré par la dépendance « M₁ » inscrit à l'intérieur du symbole. C'est la dépendance de Mode (M), c'est-à-dire que cette entrée va choisir deux modes de fonctionnement. Les deux entrées sont repérées par les chiffres '1' et '/1'. La dépendance de mode s'applique à ces deux entrées, car on retrouve le même chiffre d'affectation [1]. Si M₁ = « 1 », le terme '/1' n'est pas actif, mais le terme '1' l'est. La sortie S prend donc l'état de B. Si M₁ = « 0 », la dépendance de mode affecte uniquement le terme '/1' et la sortie S prend l'état de A. Comme le signal Com est relié directement à la dépen-





(a)

dance M_1 (sans complémentation), il agit de la même manière. La figure 8a présente le symbole équivalent de la fonction, alors que la figure 8b indique la représentation pour un circuit qui intègre quatre fonctions multiplexage, avec un signal de commande commun ; dans ce cas, il est inutile de répéter '1' et '1'.

Note : pour plus de précisions sur la nouvelle symbolisation graphique, consultez les normes AF-NOR en vigueur.

MISE EN ŒUVRE (fig. 9)

On propose, en figure 9a, le câblage d'essai de la figure 7, en adoptant le symbole normalisé pour la fonction, afin d'éviter de dessiner le logigramme complet. On utilise un interrupteur du module LO-1 pour effectuer la sélection. La figure 9b indique les tableaux de Karnaugh que vous visualisez selon les états du signal de commande Com, donc selon la position de l'interrupteur du module LO-1. On remarque aussitôt l'équation de S en effectuant les boucles, preuve que l'état de l'entrée choisie est copié en sortie et l'état de l'autre entrée, ignoré. N'oubliez pas de positionner uniquement K_C pour procéder à cet essai.

$$S_1 = ABCD + \bar{D}B + \bar{A}BCD + \bar{A}BD + \bar{B}D$$

$$S_2 = \bar{A}\bar{B}C + BC + \bar{A}\bar{B}C + \bar{A}BC + \bar{A}\bar{B}C$$

		A			
C	D	0	1	0	1
		1	0	0	0
B	C	1	0	0	0
		1	1	1	0
A	C	1	1	1	0
		0	0	0	1

S3

EXERCICES (fig. 10)

La figure 10 présente trois exercices de synthèse pour conclure ce volet. Les deux équations S_1 et S_2 sont à simplifier en utilisant la méthode des tableaux de Karnaugh. Vous vérifierez le résultat par l'algèbre de Boole, puis par la pratique, en câblant d'une part l'équation initiale, d'autre part l'équation simplifiée, tout en utilisant le module LO-4. Vous pourrez ainsi vérifier votre tableau de Karnaugh initial, puis comparer votre solution, la visualisation devant être la même dans les deux cas.

Le troisième exercice est défini par le tableau de Karnaugh de S_3 . Vous devrez trouver le logigramme d'essai pour visualiser ce tableau sur le module LO-4. Le plus simple est de retrouver l'équation simplifiée, puis de la câbler, mais vous pouvez aussi procéder sans chercher à simplifier au maximum son expression. Essayez d'optimiser votre schéma pour limiter le nombre de circuits de votre montage d'essai, ce qui vous évitera un câblage trop fastidieux et source d'erreur.

A partir du volet suivant, on considérera la méthode des tableaux de Karnaugh acquise, puisque vous possédez un outil de vérification très pratique, qui va permettre d'approfondir votre expérience dans la résolution d'équations logiques. Nous poursuivons donc l'étude de fonctions nouvelles, avec, en outre, la fonction décodage, déjà utilisée par les circuits IC₂ et IC₃ du module LO-4. En attendant, vous pouvez entreprendre de nombreuses manipulations, en reprenant simplement tous les exemples et exercices précédemment proposés dans cette série.

P. WALLERICH

400 SCHEMAS Hermann SCHREIBER

Audio Hi-Fi Sono BF

- Préamplificateurs
- Correcteurs de réponse
- Amplificateurs
- Filtres, indicateurs
- Protections
- Téléphone, interphone
- Effets sonores et acoustiques

ÉDITIONS RADIO

400 SCHEMAS

H. SCHREIBER

Probablement, ces 400 schémas vous intéressent moins que les idées qu'ils contiennent. Le schéma de vos rêves, vous ne le trouverez pas toujours. Mais, certainement, vous y trouverez les idées qui vous permettront de l'établir vous-même.

Pour que le délice du choix ne se mue pas en supplice d'abondance, nous avons prévu des accès multiples : index alphabétique des mots clés, répertoire des circuits intégrés qui sont utilisés dans les schémas, et divers classements numériques en fonction de la puissance, de la tension d'alimentation, et de la résistance de charge des amplificateurs.

Chacun des 400 schémas est accompagné d'un commentaire succinct, ne contenant que des indications d'ordre pratique. Ce commentaire peut paraître maigre à celui qui n'a pas encore une certaine habitude des circuits d'un type donné. A son intention, nous avons mentionné l'origine des schémas reproduits, dans la mesure où ladite origine (périodique, livre, manuel de fabricant) contient des informations complémentaires, ne serait-ce que pour les caractéristiques des composants utilisés.

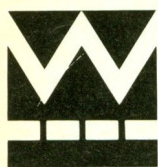
Se distinguant par sa structure des autres compilations de schémas, ce livre vous aide à accéder rapidement à ce que vous lui demandez, tout en vous permettant d'aller au-delà de ce que peuvent contenir ses pages. Prix : 170 F

Diffusion : Editions Radio, 189 rue Saint-Jacques, 75005 Paris.

EDUCAKIT N° 6

UN EMETTEUR FM

EXPERIMENTAL



Un micro sans fil permet de nombreuses applications. Emettant dans la bande 88-104 MHz, celui-ci permet de réaliser facilement une liaison puisque nombre d'entre nous possèdent déjà une radio FM.

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

(fig. 1)

L'émetteur est construit autour de deux transistors. T₂ monté en amplificateur se voit injecté sur sa base, à travers C₅, les signaux issus du micro-électret, polarisé par R₈. Le pont R₇-C₇ forme un filtre passe-bas, lui fournissant une tension filtrée.

La capacité C₈ découple R₃ aux fréquences plus élevées, réhaussant ainsi le gain de l'étage. Les signaux en sortie attaquent alors le transistor T₁, formant un oscillateur Colpitts. L'accord de sa fréquence s'effectue à l'aide du condensateur ajustable CA₁. Un fil d'environ 50 cm relié au collecteur constitue une antenne, chargeant l'étage de sortie.

REALISATION PRATIQUE

(fig. 2 et 3)

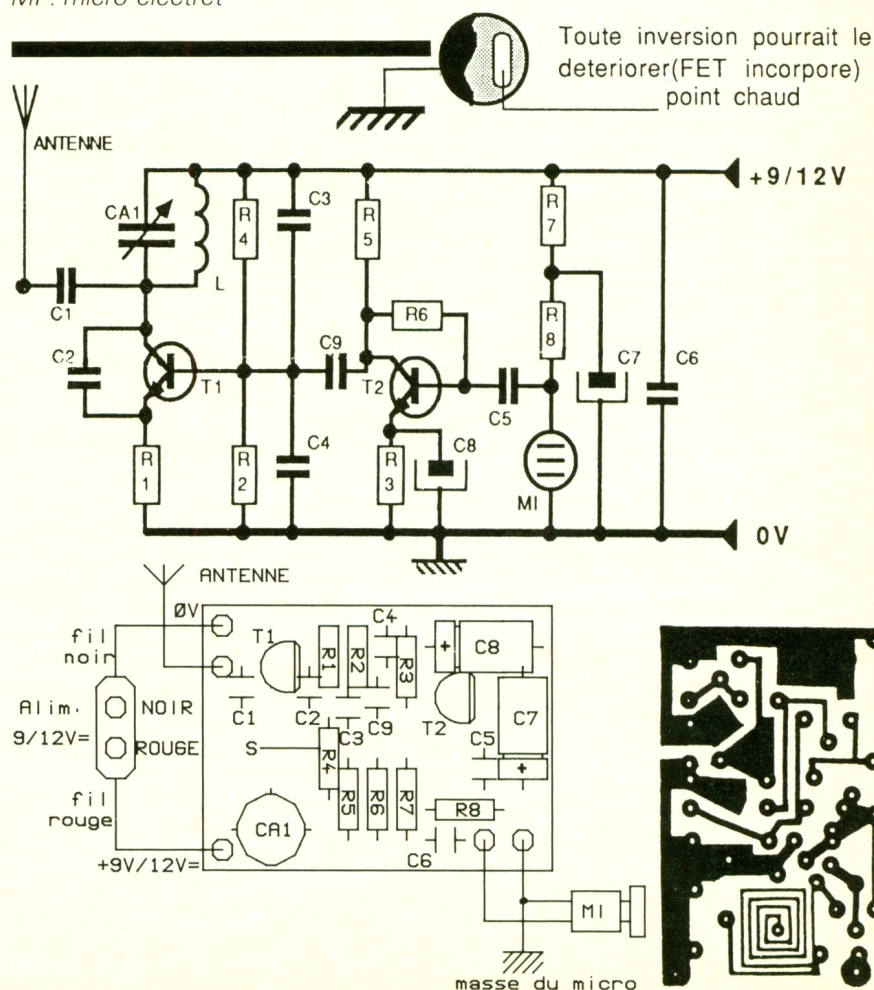
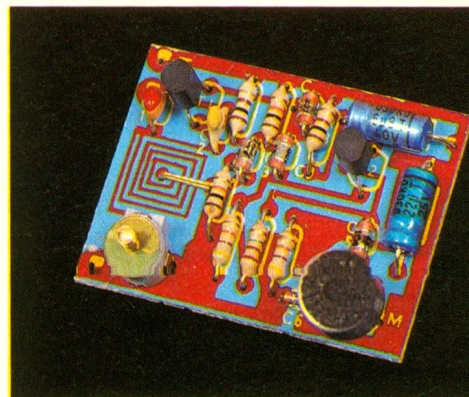
Le circuit imprimé EducaKit 6 est livré sérigraphié, facilitant ainsi l'implantation des éléments. Celle-ci devra s'opérer dans l'ordre suivant :

- R₁ à R₈ ;
- C₁ à C₅, C₆ et C₉ ;
- C₇ et C₈ (attention au sens du montage) ;
- CA₁ ;
- T₁ et T₂ ;
- l'unique strap ;
- le micro-électret (attention au sens) ;
- le connecteur de pile ;
- l'antenne (fil de câblage de 50 cm).

LISTE DES COMPOSANTS

R₁ : 100 Ω (marron, noir, marron)
 R₂, R₄ : 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R₃ : 1 k Ω (marron, noir, rouge)

R₅, R₇ : 47 k Ω (jaune, violet, orange)
 R₆ : 2,2 M Ω (rouge, rouge, vert)
 R₈ : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)
 C₁ : 1,5 pF
 C₂ : 100 pF
 C₃ : 330 pF
 C₅, C₉ : 100 nF
 C₆ : 1 nF
 C₇ : 22 μ F/10 V
 C₈ : 6,8 μ F/10 V
 CA₁ : condensateur ajustable 4/30 pF
 T₁ : BF 199
 T₂ : BC 183C / BC 547C / BC 548C
 MI : micro-électret



1/2/3

Schéma,
circuit imprimé
et implantation.

LE DM 27XL DE BECKMAN



Beckman introduit sur le marché une nouvelle gamme de multimètres 2 000 points. Faisant partie intégrante de celle-ci, le DM 27XL se révèle de suite comme un appareil très complet.

PRESENTATION

De prime abord, le multimètre présente un design sobre. Une sérigraphie relativement fournie accompagne le rotacteur central à 30 positions opérant principalement la sélection des calibres et des fonctions. Quatre bornes profondément ancrées dans le boîtier assurent les liaisons avec le circuit électrique extérieur (V- Ω -Hz, COM, A et 10 A) tandis que deux socles affleurent la face supérieure, l'un pour recevoir les capacités à mesurer, l'autre pour accueillir les transistors dont on désire relever le gain Hfe.

Après avoir retiré une première vis, on accède au compartiment où se logent la pile 9 V, le fusible de protection ainsi qu'un élément de rechange, toujours utile ! Le fait de ne pas pouvoir accéder directement au fusible, sans un outil, reste une excellente chose, évitant à quiconque d'entrer en contact avec le circuit électrique, éventuellement porté à un potentiel dangereux.

Une fois la béquille arrière dépliée et d'autre vis retirées, apparaissent deux platines électroniques, reliées entre elles par des barrettes de picots et de lyres. Les pistes du rotacteur, dorées, sont classiquement imprimées sur le circuit double face. Celui-ci supporte les circuits intégrés en version dual in line (dil), excepté le CI réalisant la conversion analogique-digitale et gérant l'affichage à cristaux liquides, livré en « flat pack ».

Ce dernier correspond à l'une des nombreuses versions du 7106.

De cette électronique dense et

compacte transpire en définitive une fabrication extrêmement soignée.

LES GAMMES

Hormis des caractéristiques devenues classiques en voltmètre et ampèremètre, on remarquera le calibre 2 000 M Ω , en ohmmètre. De même, un test sonore de continuité électrique accompagné d'un testeur logique TTL ont été prévus sur cette gamme, ainsi complète.

La position repérée Hfe sur le rotacteur permet la mesure de gain de transistors bipolaires. Il est aussi possible de tester des LED en les insérant également sur le socle.

Le capacimètre quant à lui ne dispose pas de bouton de réglage du zéro. Cependant, la faible valeur affichée au repos (moins de 0,15 % du calibre le plus faible) ne gêne en aucune façon et n'influe qu'extrêmement peu sur la précision. Le fait de ne pouvoir travailler avec les pointes de touches n'a pas été retenu afin de justement diminuer les capacités parasites.

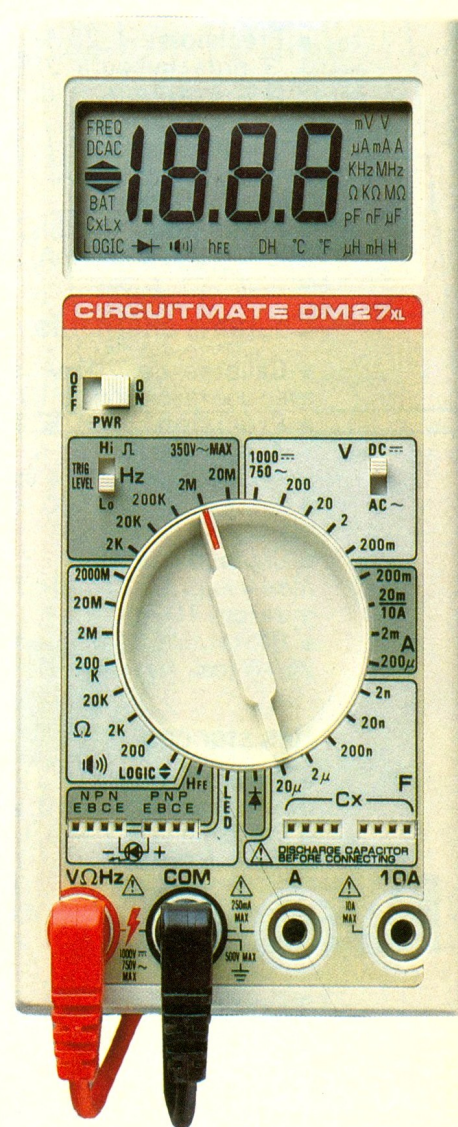
L'appareil pour finir dispose d'un fréquencemètre dont le plus fort calibre atteint 20 MHz, ce qui reste relativement peu courant.

La sensibilité de base en AC est de 100 mV RMS et en DC, de 1,6 V.

PRINCIPALES CARACTERISTIQUES

Tensions continues

● 5 calibres de 200 mV à 1 000 V avec une résolution de base de 100 μ V.



- Précision : 0,5 % de la lecture ± 1 digit.
- Résistance d'entrée : 10 M Ω .
- Protections : 500 V DC-350 V AC RMS pendant 15 s (cal. 200 mV) ; 1 200 V DC-850 V AC RMS pendant 60 s (autres cal.).

Tensions alternatives

- **5 calibres** de 200 mV à 750 V avec une résolution de base de 100 μ V.
- **Précision** : 1,2 % de la lecture $\pm$ 3 dgts (de 50 Hz à 500 Hz).
- **Résistance d'entrée** : 10 M Ω .
- **Protections** : 500 V DC-350 V AC RMS pendant 15 s (cal. 200 mV) ; 1 200 V DC-850 V AC RMS pendant 60 s (autres cal.).

Courants continus

- **Calibres** de 200 μ A à 10 A avec une résolution de base de 100 nA.
- **Précision** : 1,25 % lecture + 3 dgts (jusqu'à 200 mA) ; 2,5 % lecture + 3 dgts (cal. 10 A).
- **Chute de tension** : 325 mV maxi (jusqu'à 200 mA) ; 700 mV maxi (cal. 10 A).
- **Protection** : Fusible 0,8 A, 250 V (jusqu'à 200 mA).

Courants alternatifs

- **Calibres** de 20 mA à 10 A avec une résolution de 10 μ A.
- **Précision** : 1,8 % lecture + 4 dgts (de 50 Hz à 500 Hz jusqu'à 200 mA) ; 3 % lecture + 4 dgts (de 50 Hz à 500 Hz - cal. 10 A).
- **Chute de tension** : 325 mV maxi (jusqu'à 200 mA) ; 700 mV maxi (cal. 10 A).
- **Protection** : fusible 0,8 A, 250 V (cal. 10 A).

Résistances

- **7 calibres** de 200 Ω à 200 M Ω avec une résolution de 0,1 Ω .
- **Précision** : de 1,2 % + 4 dgts à 5 % (lecture - 10 dgts) + 10 dgts sur le calibre 10 M Ω .
- **Protection** : 500 V DC-500 V AC RMS

Test-diode

- **Calibre 2 V** avec une résolution de 1 mV.
- **Précision** de 1,2 % lecture + 1 digit.
- **Tension de test** : 3,2 V maxi.
- **Courant de test** : 1,5 mA $\pm$ 0,6 mA.

Capacimètre

- **5 calibres** : de 2 nF à 20 μ F avec une résolution de base de 1 pF.

- **Précision** : de 3 % lecture + 10 dgts.
- **Fréquence du test** : 400 Hz $\pm$ 3 %.

Fréquencemètre

- **5 calibres** de 2 kHz à 20 MHz avec une résolution de 1 Hz.
- **Protection** : 500 V DC-350 V AC RMS.

LES PROTECTIONS

Qui parle de protections pense à sécurité d'utilisation. Celle-ci passe par un certain nombre d'éléments dont la qualité des cordons de mesure, laissée trop souvent pour compte.

Ce n'est pas le cas en ce qui concerne le DM 27XL. Il dispose en effet de pointes métalliques suffisamment fines pour que l'on puisse effectuer des relevés dans des endroits délicats tels que les broches de C.I., pastilles de circuit imprimé, etc., sans provoquer de courts-circuits. Munis d'un anneau de garde et d'un nervurage pour une bonne prise en main, ils disposent à l'autre extrémité de fiches banane coudees entourées au niveau de la partie métallique d'un anneau isolant s'enfonçant sur 8 mm dans les bornes du multimètre.

On obtient alors une bonne fixation des cordons par coincement, ainsi qu'une isolation électrique vis-à-vis des circuits.

Côté protections électriques, les chiffres parlent d'eux-mêmes. Le seul reproche que l'on pourrait formuler serait l'absence d'un fusible sur le calibre 10 A.

CONCLUSION

Ne chiffrons pas ! le DM 27XL est un 2000 points très complet. Sa vocation première serait plutôt celle d'un appareil destiné au laboratoire. Il dispose d'atouts séduisants comme la position 20 MHz, très rare chez des appareils équivalents.

Aussi un tel multimètre pourra constituer l'élément idéal de base, pour tout amateur désireux commencer à s'équiper.

SYSTEMES A VERROUILLAGE DE PHASE (P.L.L.)

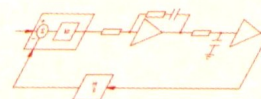
COLLECTION TECHNOLOGIES

systèmes à verrouillage de phase (P.L.L.)

réalisations et applications

J. ENCINAS

Préface de M. BRUNET

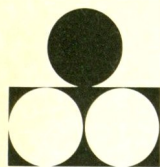


MASSON

Les systèmes à verrouillage de phase sont mieux connus sous le nom de PLL. Ils sont utilisés dans de nombreux domaines d'application : radio-navigation, télévision, téléphone, appareils de mesure... La première partie de cet ouvrage est consacrée uniquement aux PLL analogiques. Elle permet à l'aide d'une représentation vectorielle de décrire, de façon élémentaire, les principales propriétés des boucles à verrouillage de phase. Elle est suivie de cinq chapitres qui reprennent de façon approfondie ce qui a été exposé de façon élémentaire. Le deuxième chapitre, consacre une partie importante à l'étude d'une boucle du troisième ordre, et débouche sur des résultats originaux qui permettent une grande simplification. Cette partie se termine par un chapitre qui traite de la réalisation pratique des dispositifs analogiques intégrés. La deuxième partie traite de l'utilisation des comparateurs numériques dans les boucles asservies en phase. Dans la troisième partie, seules les applications les plus courantes ont été exposées.

Prix : 150 F
MASSON éditeur
120, bd Saint-Germain
75014 Paris

EDUCAKIT N° 3 UN PILE OU FACE ELECTRONIQUE



Fini le pile ou face avec une pièce de monnaie ! Voici une version électronique qui évitera toute tricherie possible et jouera le rôle d'un arbitre incorruptible.

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

(fig. 1)

Le schéma retenu utilise des circuits intégrés TTL. Cela implique de produire une alimentation régulée de 5 V à $\pm 5\%$. Pour ce faire, la Zener D₁ est polarisée à l'aide de R₄. On retrouve à ses bornes la tension adéquate qui sera filtrée par le condensateur électrochimique C₂.

On rencontre dans la configuration deux C.I., IC₁ et IC₂. Ce sont respectivement des boîtiers contenant deux portes NAND Trigger et deux bascules J-K.

A l'aide de R₁ et de C₁, on forme un multivibrateur astable commandé par B.P., qui fournit des signaux carrés. Ceux-ci, issus de la borne 6 sont injectés sur 1 de IC₂, l'entrée horloge de la première bascule.

Ayant ses broches J et K au potentiel V_{CC}, on obtient alors un diviseur par deux qui commande une seconde bascule câblée de la même façon.

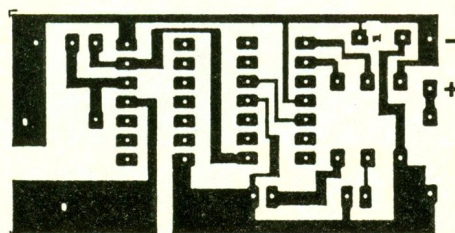
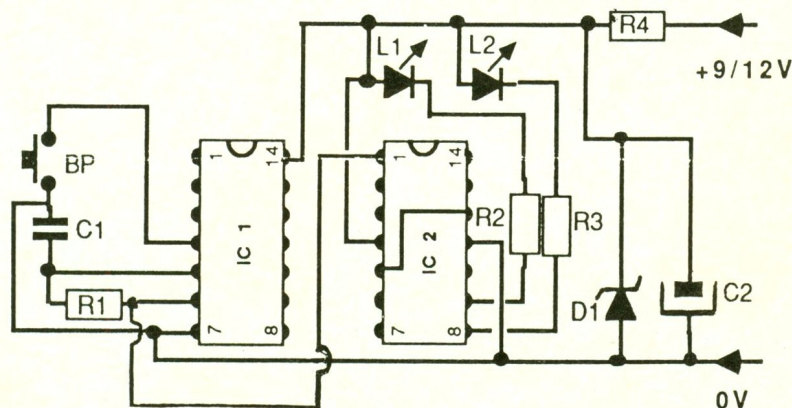
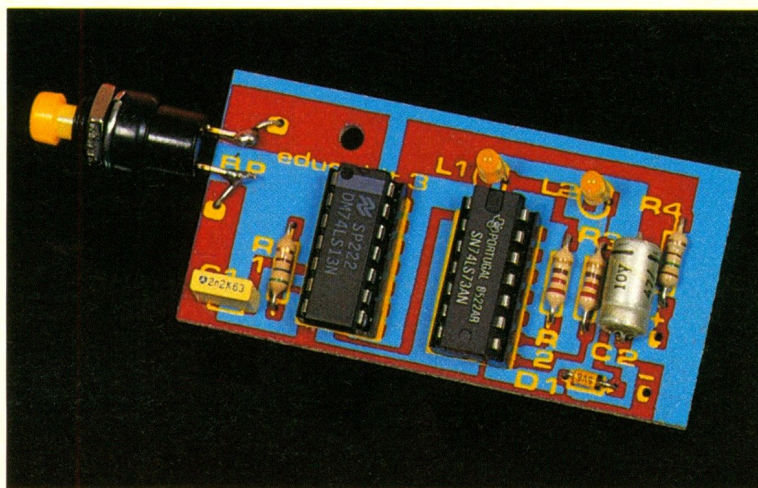
Dans ses sorties Q et $\bar{Q}$ sont montées les LED L₁ et L₂, polarisées par R₂ et R₃. Elles indiquent les possibilités pile ou face.

REALISATION

PRATIQUE (fig. 2 et 3)

Le circuit imprimé EducaKit 3 est livré avec une sérigraphie indiquant les emplacements des composants ainsi que le tracé des pistes de cuivre. L'implantation s'opérera sans difficulté aucune si l'on procède dans l'ordre suivant :

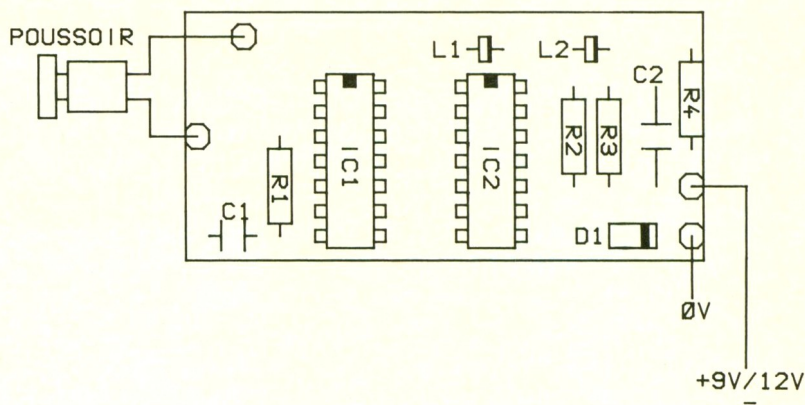
- R₁ à R₄ ;
- C₁ ;
- C₂ (attention à la polarité, donc au sens de montage) ;
- D₁, L₁, L₂ (attention au sens de montage) ;
- les supports de circuits intégrés ;



● le bouton-poussoir et le connecteur de pile.
On insérera ensuite les CI sur leur support puis l'on procédera à la mise sous tension en connectant la pile. ■

LISTE DES COMPOSANTS

R_1 : 560 Ω (vert, bleu, marron)
 R_2, R_3 : 220 Ω (rouge, rouge, marron)
 R_4 : 150 Ω (marron, vert, marron)
 C_1 : 2,2 nF, milfeuil
 C_2 : 47 μ F, 10 V, axial
 d_1 : diode Zener 5,6 V, 0,5 W
 L_1, L_2 : diode électroluminescente $\varnothing$ 3 mm
 IC_1 : 7413 ou 74LS13, NAND Trigger TTL
 IC_2 : 7473 ou 74LS73, bascule J-K TTL
2 supports de circuit intégré 14 broches
1 bouton-poussoir
1 circuit imprimé
1 connecteur de pile 9 V, type 6F22



3

Implantation et
câblage du kit.

Ce kit est notamment distribué
par TSM à Franconville (95).

VOUS NOUS CONNAISSEZ SOUS UN AUTRE AUTRE NOM MAIS KOMEX® EST GARANTI 2 ANS



M 3800

- 20 A - 0,5 %
- 2 000 pts 3 1/2 DIGITS
- 7 gammes ACA-DCA
- TEST TRANSISTOR
- TEST DIODES
- TEST SONORE



M 3610

- 20 A - 0,3 %
- 2 000 pts 3 1/2 DIGITS
- 6 gammes ACA-DCA
- TEST TRANSISTOR
- TEST DIODES
- TEST SONORE



M 3650

- 20 A - 0,3 %
- 2 000 pts 3 1/2 DIGITS
- CAPACIMETRE
- FREQUENCIMETRE
- TEST TRANSISTOR
- TEST DIODES
- TEST SONORE



M 4650

- 20 A - 0,05 %
- 20 000 pts 4 1/2 DIGITS
- DATA HOLD
- CAPACIMETRE
- FREQUENCIMETRE
- TEST TRANSISTOR
- TEST DIODES
- TEST SONORE



M 818

- 10 A - 0,5 %
- 4 000 pts 3 3/4 DIGITS
- AUTOMATIQUE
- ACA - ACV - RMS
- DATA HOLD
- FREQUENCIMETRE - 400 kHz
- TEST DIODES
- TEST SONORE

NOUVEAU



M 3900 TD

- 20 A - 0,3 %
- TEST ANGLE de DWELL
- COMPTE-TOURS pour MOTEUR 4 - 5 - 6 - 8 cylindres

SPECIAL VOITURE

MCE
INDUSTRIES

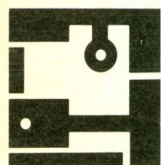
2 à 24, av. H. Barbusse
93013 BOBIGNY Cedex
Tél. : (1) 48.46.76.96
Fax : (1) 48.46.79.55
Télex : 232 110

RECHERCHONS
DISTRIBUTEURS
et COMMERCIAUX

VERSIONS AVEC BARGRAPH :

- M 3610 B
- M 3650 B
- M 4650 B
- M 818 B

LES CIRCUITS INTEGRES JAPONAIS



LA SERIE DES STK 433, 435, 436, 437, 439, 441 ET 443

La série des STK est composée d'amplificateurs hybrides de puissances croissantes, particulièrement intéressants pour toute application qui nécessite une amplification sur deux canaux : poste radio, sonorisation, amplificateurs divers...

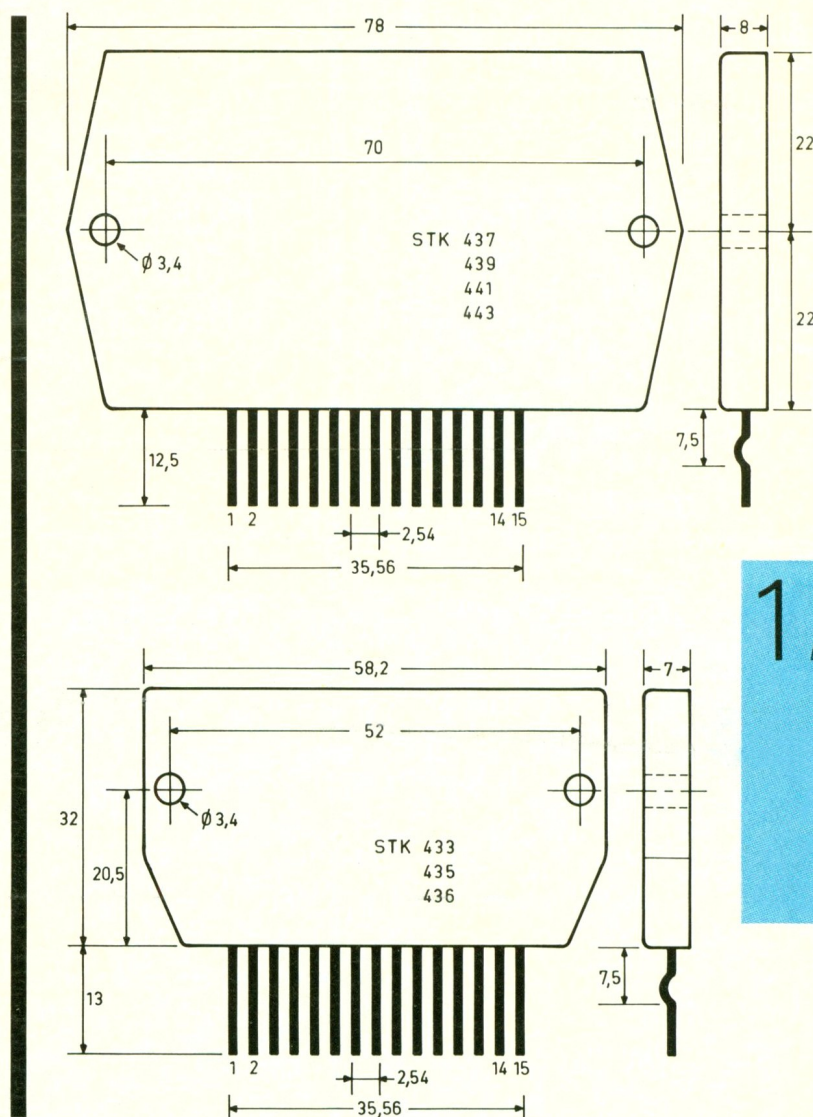
1. Physionomie générale

Ces amplificateurs se caractérisent par des performances tout à fait remarquables tout en gardant des dimensions acceptables et un encombrement réduit. En particulier, le niveau du bruit est réduit grâce aux couplages directs internes.

Les circuits STK 433, 435 et 436 sont logés dans des boîtiers de dimensions plus modestes que les circuits STK 437, 439, 441 et 443 montés dans des contenants moulés, de taille plus importante, compte tenu de la puissance calorifique à évacuer, comme l'indique la **figure 1**.

Suivant le type de circuit STK, la puissance caractéristique s'échelonne comme indiqué ci-après :

STK 433 :	5 W
435 :	7 W
436 :	10 W
437 :	10 W
439 :	15 W
441 :	20 W
443 :	25 W



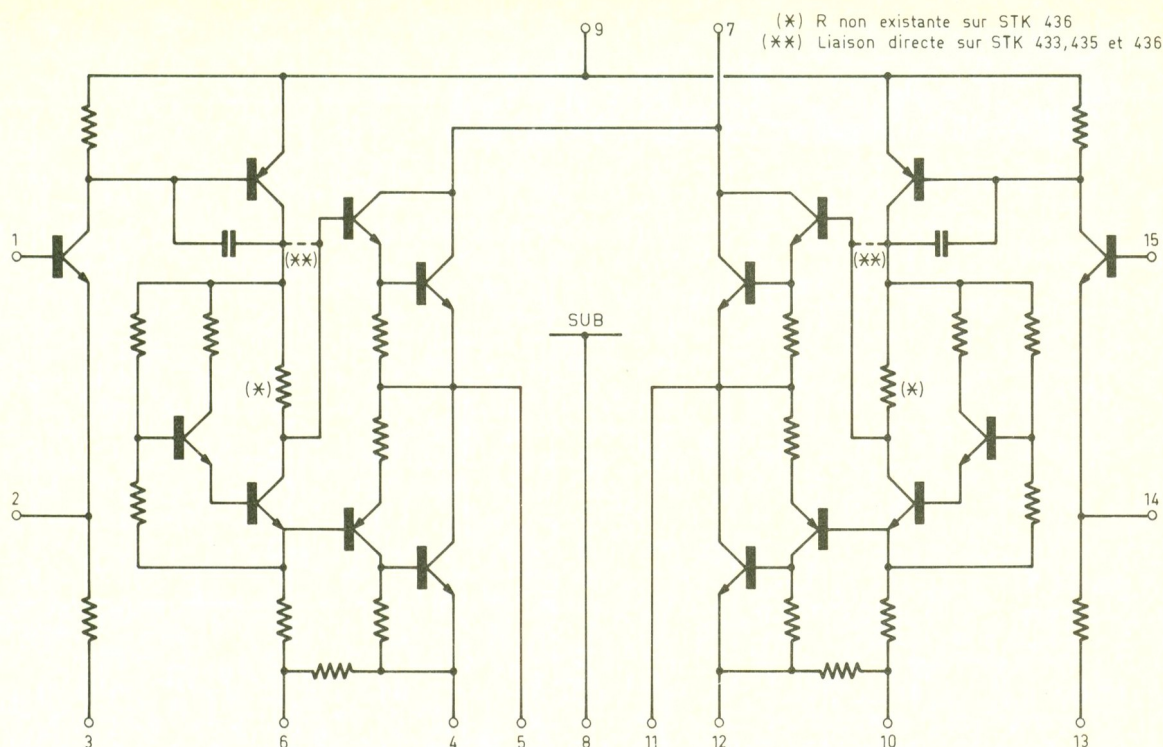
1 Brochages.

2. Caractéristiques maximales

STK	433	435	436	437	439	441	443
Tension d'alimentation (en volts) (broche 7 par rapport aux broches 4 ou 12)	32	39	50	50	56	63	70
Température de fonctionnement (en ° C)	90	90	90	90	85	85	85
Température de stockage	- 30 à + 100 °C						
Durée minimale de mise en charge après mise sous tension	2 secondes						

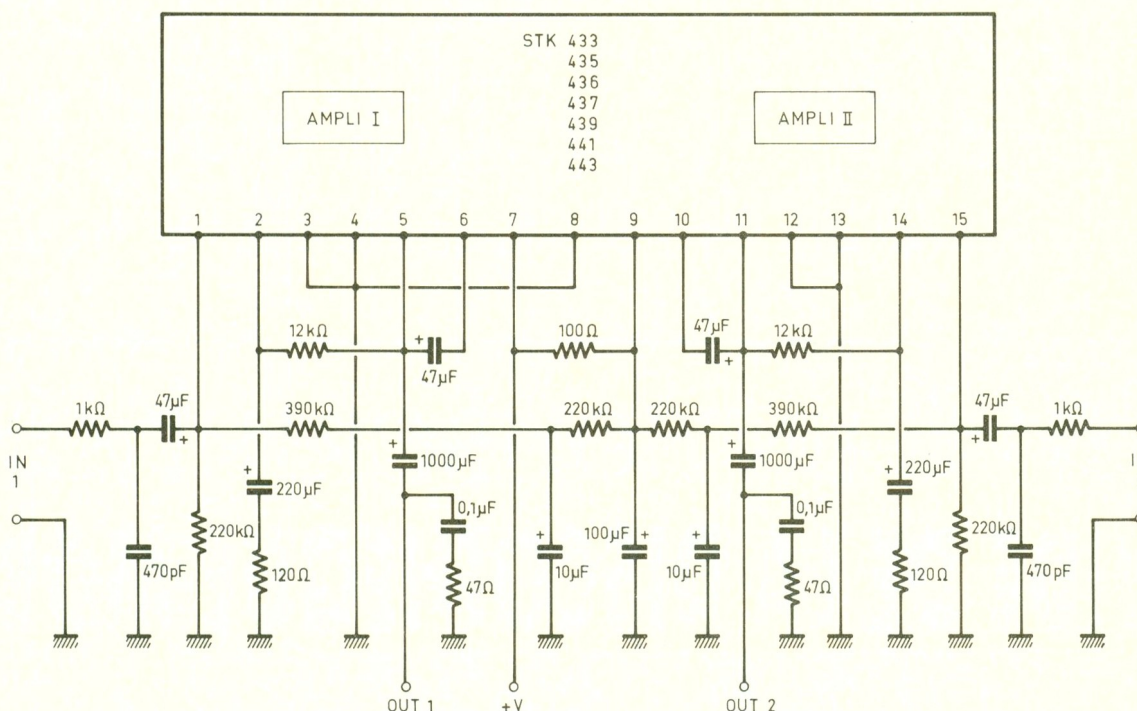
2

Structure interne : on remarquera la symétrie flagrante du schéma.



3

Exemple d'utilisation.



3. Valeurs et paramètres nominaux

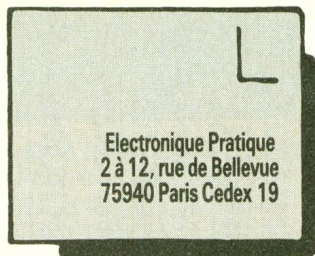
STK	433	435	436	437	439	441	443
Tension d'alimentation (en volts)	23	27	32	33	39	44	49
Consommation	120 mA						
Puissance de sortie (en watts)	5	7	10	10	15	20	25
Distorsion (F=1 kHz) (en %)	0,5	0,5	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3
Impédance d'entrée	110 k Ω						

4. Utilisation

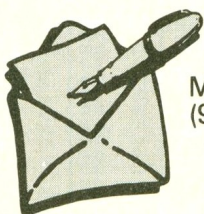
La figure 2 représente la structure interne de ces circuits. On relève une configuration tout à fait symétrique consécutive à l'agencement interne en deux canaux.

Pour chaque canal, on note une préamplification en émetteur commun, une amplification en Darlington avec contre-réaction, et une sortie sur push-pull.

La figure 3 illustre un schéma-type d'utilisation, applicable à toute la série des circuits STK.



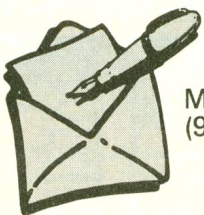
Le service du Courrier des Lecteurs d'Electronique Pratique est ouvert à tous et est entièrement gratuit. Les questions d'« intérêt commun » feront l'objet d'une réponse par l'intermédiaire de la revue. Il sera répondu aux autres questions par des réponses directes et personnelles dans les limites du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



M. René Masse (95)

Etant amateur, je voudrais réaliser le voyant 220 V à LED du numéro 126 de mai 1989. Il semblerait qu'il y ait discordance entre le schéma et le circuit imprimé à réaliser.

Le circuit imprimé et l'implantation sont corrects. Seul le tracé des pistes vu par transparence sur l'implantation de la figure 3 a été positionné à l'envers. ■



M. Evangelisti (92)

Après avoir réalisé le gradateur télécommandé du n° 119, je n'arrive pas à le faire fonctionner. La partie émission-réception ne répond pas du tout. Seule la commande par la touche sensitive reste possible. Existerait-il un rectificateur ?

Aucune mise au point n'a été effectuée, le montage fonctionnant correctement. Cependant, nous vous livrons quelques conseils

qui pourront, nous l'espérons, vous aider dans votre dépannage.

- Vérifiez au préalable les tensions d'alimentation et divers potentiels (13 V broche 8 de Cl₂, 6,5 V broches 3 et 5 de Cl₂, 10 V broche 4 de Cl₃) par rapport à la masse.

- Relevez la tension sur la broche 8 de Cl₃. Celle-ci au repos doit rester proche de 10 V et descendre à 0 V lorsque l'émetteur est sollicité. L'inverse doit se produire sur le collecteur de TR2 (point commun entre R₁₈ et R₁₉).

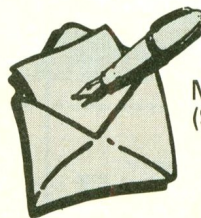
- Enfin, si vous disposez d'un oscilloscope, suivez les signaux, en couplage AC, au point D₅-R₇, broche 7 et 1 de Cl₂, broche 3 et 8 de Cl₃, émetteur validé. Si l'on visualise le signal de commande à l'entrée du 567 et que la sortie ne réagit pas, il faut incriminer les composants périphériques ainsi que le réglage de la fréquence centrale par RAJ. ■



M. Jean Sicre (03)

Je souhaiterais réaliser un appareil générateur d'ions négatifs. Pouvez-vous me dire comment me procurer les plans d'un tel montage ?

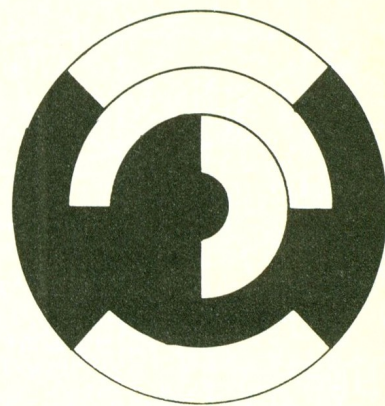
Un tel générateur a déjà été publié dans le numéro 113 d'Electronique Pratique, en mars 1988.



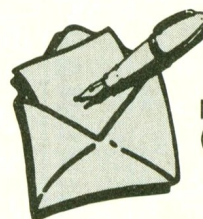
M. Alain Labarre (91)

J'ai beaucoup apprécié la girouette ultra-simple parue dans le numéro 137 d'Electronique Pratique. Seulement, le disque de codage de la figure 9 a été reproduit, ce qui me pose problème.

Nous publions ci-dessous le dessin du disque en question, à l'échelle 1. Vous pourrez facilement le reproduire sur une pla-



que d'époxy, plus rigide que la bakélite, avant de le tailler à l'aide de limes. ■



M. Mulet (34)

Dans le numéro 132 de décembre 1989, j'ai construit la centrale d'alarme. Disposeriez-vous d'un quelconque rectificateur sur cet article ?

Une petite erreur s'est effectivement glissée. En effet, les diodes d₁ et d₂ sont montées à l'envers sur les figures 1 et 3. Celles-ci permettent de réhausser la tension de sortie du régulateur de 2 x 0,6 V. ■

LISTE DES ANCIENS NUMEROS DISPONIBLES

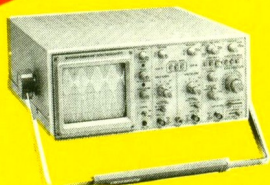
N° 109 - N° 110 - N° 111 - N° 112 -
N° 113 - N° 115 - N° 116 - N° 119 -
N° 120 - N° 121 - N° 122 - N° 123 -
N° 125 - N° 126 - N° 127 - N° 128 -
N° 129 - N° 130 - N° 131 - N° 132 -
N° 133 - N° 134 - N° 135 - N° 136 -
N° 137

Pour recevoir chez vous, franco de port, l'un ou plusieurs des numéros encore disponibles de votre revue

ELECTRONIQUE PRATIQUE

adressez votre commande ainsi que le règlement par chèque (1 numéro : 22 F) à l'ordre de :
ELECTRONIQUE PRATIQUE
Service Abonnements
2 à 12, rue de Bellevue
75940 Paris Cedex 19

NOUVEAU



9102. Double base de temps. 2 x 20 MHz
9104. Double base de temps. 2 x 40 MHz

5190F

6750F

Composants TERA

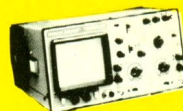
HEURES D'OUVERTURE : le lundi de 13 h 30 à 19 h.
du mardi au samedi de 9 h 30 à 19 h SANS INTERRUPTION

26

RUE TRAVERSIÈRE
PARIS 12°

TÉL. : 43.07.87.74 +
MÉTRO : GARE DE LYON

Beckman



9020

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

3990F

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

A DES PRIX TERAL

MULTIMETRES

Beckman

DM 10 - Modèle de poche	359 F
DM 15 B - AD/DC - 10 A - Bip	479 F
DM 20 L - Gain trans. Bip	539 F
DM 23 - Précision 0,5 % 1/1FE	619 F
DM 25 L - Test trans. et Capa	719 F
DM 71	419 F
DM 73 - Gamme Auto-Mini	559 F
DM 78 - Multi de poche. Avec étui	249 F
CM 20 - Capacimètre	829 F
EDM 122 - Multimètre digital. Très grand display. 11 fonctions. Test de continuité sonore. Fréquence. Test capacité. Test diode	649 F

NOUVEAUTÉS

DM 93	878 F
DM 95	1094 F
DM 97	1504 F

Fonctions - Automatique - Bargraph

METRIX

MULTIMETRES



- MX 112 A avec boîtier de transport 680 F
- MX 512 980 F
- MX 562. 2000 points 3 1/2 digits. Précision 0,2 %. 6 fonctions. 25 calibres 1600 F
- MX 563. 2900 F

- MX 573. Multimètre digital analogique 2950 F
- MX 453. 20 000 Ω/V CC. VC : 3 à 750 V.I.C : 30 mA à 15 A. IA : 30 mA à 15 A. Ω : 0 à 15 kΩ 940 F
- MX 202 C. T. DC 50 mV à 1000 V.T. AC 15 à 1000 V. Int. DC 25 µA à 5 A. AC 50 mA à 5 A. Résist. 10 Ω à 12 MΩ. Décibel 0 à 55 dB. 40 000 Ω/V 1240 F
- MX 462 G. 20 000 Ω/V CC/AC. 1,5 VC : 1,5 à 1000 V. VA : 3 à 1000 V. IC : 100 µA à 5 A. IA : 1 mA à 5 A. 5 Ω à 10 MΩ 1040 F
- MX 50. 1480 F
- MX 51. Affichage 5 000 points. Précision 0,1 %. Mémoire 5 mesures. Buffer interne 1830 F
- MX 52. 2590 F

FREQUENCIMETRES

Beckman

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

CENTRAD

346 - 1 Hz 600 MHz	1880 F
MC 713 - Mesureur de champ	3499 F

GENERATEURS DE FONCTIONS

FG2. 7 gammes. Sinus carrés triangles. Entrée VCF-OFFSET Beckman	2090 F
AG 1000. Générateur BF. 10 Hz à 1 MHz. 5 calibres. Faible dist. imp. 600 Ω Monacor	1500 F
SG 1000. Générateur HF. 100 kHz à 150 MHz. 6 calibres. Précis. 1,5 %. Sortie 100 mV Monacor	1460 F
368. Générateur de fonction. 1 Hz à 200 kHz. Signaux carrés sinus triangle Centrad	1420 F
869. Générateur de fonctions de 0,01 Hz à 11 MHz Centrad	3490 F

ALIMENTATIONS

ELC

AL 745 AX 1 à 15 V 3 A	650 F
AL 812 1 à 30 V 2 A	770 F
AL 781 N 0 à 30 V 5 A	1840 F
AL 891 V 5 A	330 F
AL 892 12,5 V 3 A	290 F
AL 893 12,5 V 5 A	350 F
AL 896 24 V 3 A	390 F

PROMOTION
DU MOIS
ALIMENTATION
12,5 V - 5 A
PRIX TERAL
350 F

ALIMENTATION HIRSCHMANN

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



DMT 1000 A. Multimètre digital automatique. Grand affichage. 19 mm. Avec mémoire. Clavier avec touches sensibles. 20 A. PROMO	498 F
VM 1000. Millivoltmètre, mesure de 300 µ à 100 V en 12 plages. Imp. d'entrée : 10 M-ohms, 40 ps. Fréquence de sortie : 1 V efficace, 600 Ω PROMO	1570 F
PT 140	108 F
PT 150	129 F
MT 250	230 F
DMT 2200	320 F
AG 1000	1500 F
VM 1000	1570 F
LDM 815	860 F
CM 300	576 F

ANTENNES

EXTERIEURES U.H.F - V.H.F.
AMPLI ANTENNE
EXTERIEUR, INTERIEUR

ANTENNE INTERIEURE AMPLIFIÉE

Forme satellite, 30 dB 380 F

Modules, adaptation video

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

TRANSISTORS

PRIX PROMO

AY 102	15,00 F	BU 134	16,00 F
BF 457	2,90 F	BU 138	16,00 F
BF 870	3,80 F	BU 140	16,00 F
BF 871	3,90 F	BU 141	16,00 F
BU 104	15,00 F	BU 500 D	15,00 F
BU 109	15,00 F	BU 800	15,00 F

SUPPORTS TULIPE

8 B - 14 B - 16 B - 18 B - 20 B - 24 B - 28 B - 40 B.	
La broche	0,20 F

RELAIS TYPE EUROPÉEN

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

LIGNE RETARD

470 - NS	15 F	Quartz 6-5536	9,50 F
----------	------	---------------	--------

PERCEUSES MAXICRAFT

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

MICRO-PROCESSEUR

MC 1488	8,50	41256	79,00
MC 1489	8,50		
MC 6809 E	63,00		
MC 68 A 02	45,00	68705 P3	80,00
MC 68 1 21	25,00	6802	38,00
MM 4416	48,00	6821	14,00
MC 2732	37,00	MM 2732	37,00
MC 2764	38,00	MM 2114	19,00
MC 2764	35,00	MM 4116	24,00
MM 53 200	36,00	TDA 2822	14,00

DEPARTEMENT UNIQUE EN TRANSFORMATEUR

FABRICATION FRANÇAISE

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

LABOTEC

Pour faire vos circuits imprimés, TERAL s'est équipé de la célèbre machine LABOTEC. Elle est à votre service pour les réaliser vous-mêmes au moindre coût. Tout le matériel nécessaire est, comme d'habitude, disponible chez TERAL.

Résistance 1/2 W, valeur courante

Prix uniquement par quantité

Panachés : 7,50 F les 100 - Panachés : 32,50 F les 500
Panachés : 55 F les 1000

COMPOSANTS

TRIMMER MULTITOURS

AJUSTABLES (25 T)

100 Ω - 200 Ω - 500 Ω - 1 kΩ - 2 kΩ - 5 kΩ - 10 kΩ - 50 kΩ	
100 kΩ - 200 kΩ - 500 kΩ	9,70 F

CONDENSATEURS MKH

De 1 nF à 0,1 µF	1,20 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

CANNON A SOUDER

9 Br mâle	3,95 F	25 Br mâle	6,10 F
9 Br fem	4,20 F	25 Br fem	7,10 F
Capot 9 B	3,50 F	Capot 25 B	4,50 F
15 Br mâle	5,30 F	37 Br mâle	22 F
15 Br fem	6,00 F	37 Br fem	24 F
Capot 15 B	4,00 F	Capot	16 F

COFFRETS

ESM		TEKO			
EC 24-08	116 F	P1 ..	15 F	P3 ..	35 F
EC 26-10-FA	161 F	P2 ..	22 F	P4 ..	52 F
ET 32-11	207 F	AUS 12			83 F
ER 48-09	355 F	AUS 22			89 F
		CAB 222			88 F

TOUS LES MODÈLES DISPONIBLES
DOC ET TARIF SUR DEMANDE



MODULES PREAMPLI	
HY 7. Mélangeur, 8 entrées, 1 voie	202 F
HY 8. Mélangeur, 5 entrées, 2 voies	202 F
HY 9. Preampli 2 voies, correction RIAA	261 F
HY 13. Preampli 2 voies, guitare	359 F
MODULES AMPLI	
HY 60. 30 W eff	245 F
HY 128. 60 W eff	405 F
HY 248. 120 W eff	358 F

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

SAFICO

L'OUTILLAGE POUR
L'ETUDIANT ET LE PRO

STEP

circuits
la référence du c.i.

KF

POUR PROTEGER VOS
MONTAGES ELECTRONIQUES
ET LES ENTRETIENIR.

MECANORMA

NOUS SOMMES DISTRIBUTEURS
DES
KITS TSM

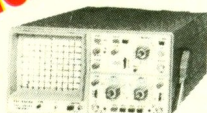


EXP 26. Prise de courant télé. à I.R.	122 F
EXP 31. Prise de courant nuit et jour	91 F
EXP 35. Interrupteur/variateur de lumière	85 F
EXP 39. Ampli 20 W 12 V	95 F

CREDIT POSSIBLE SUR LA MESURE

OSCILLOSCOPES

HAMEG



NOUVEAU

HM 203/7

Double trace 2 x 20 MHz 2mV à 20 V, add. soust. déclench.
AC-DC-HF-BF. Testeur de composants.

Livrés avec 2 sondes combinées 3900 F

HM 100/5

3 x 100 MHz avec 2 sondes 8780 F

NOUVEAU

HM 205-3

Double trace 2 x 20 MHz. Testeur de composants.
Mémoire numérique 2 x 1 K. Chercheur de trace.

Livrés avec 2 sondes combinées 6980 F

HM 604. 2 x 60 MHz avec expansion Y X 5. Post. accéléré 14 KV avec 2 sondes combinées 6760 F

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

HM 8021-2. Fréquence. 2478 F

HM 8032. Générateur sinusoïdal 10 Hz à 1 MHz Digital 1850 F

HM 8028. Analyseur de spectre 5440 F

OSCILLOSCOPE

METRIX OX 722

Base de temps variable
2 x 20 MHz 3900F

METRIX OX 725

2 x 20 MHz. Retard au déclenchement.
Recherche de trace.
Vitesse variable.

4380F

MACHINE A GRAVER CIF

Chauffage réglable de 18° à 50°
Pompe à débit réglable
Surface de gravure 270 x 410

1885F

PROMO 1290F

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

Fers			
Antex CS 17 LD	134 F	JBC 15 W LD	155 F
Antex XS 25 LD	134 F	JBC 30 LD	140 F
Panne LD à partir de	29 F	JBC 40 LD	140 F

Fers JBC

15 W LD	155 F	Thermorégulé 45 W	570 F
30 W LD	140 F	Station thermorégulée de	
40 W LD	140 F	100 °C à 1000 °C	
65 W LD	159 F	Display	1580 F

NOUS EXPÉDIONS EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER A PARTIR DE 100 F D'ACHAT
CES PRIX SONT DONNÉS A TITRE INDICATIF ET SONT VARIABLES SELON L'APPROVISIONNEMENT.