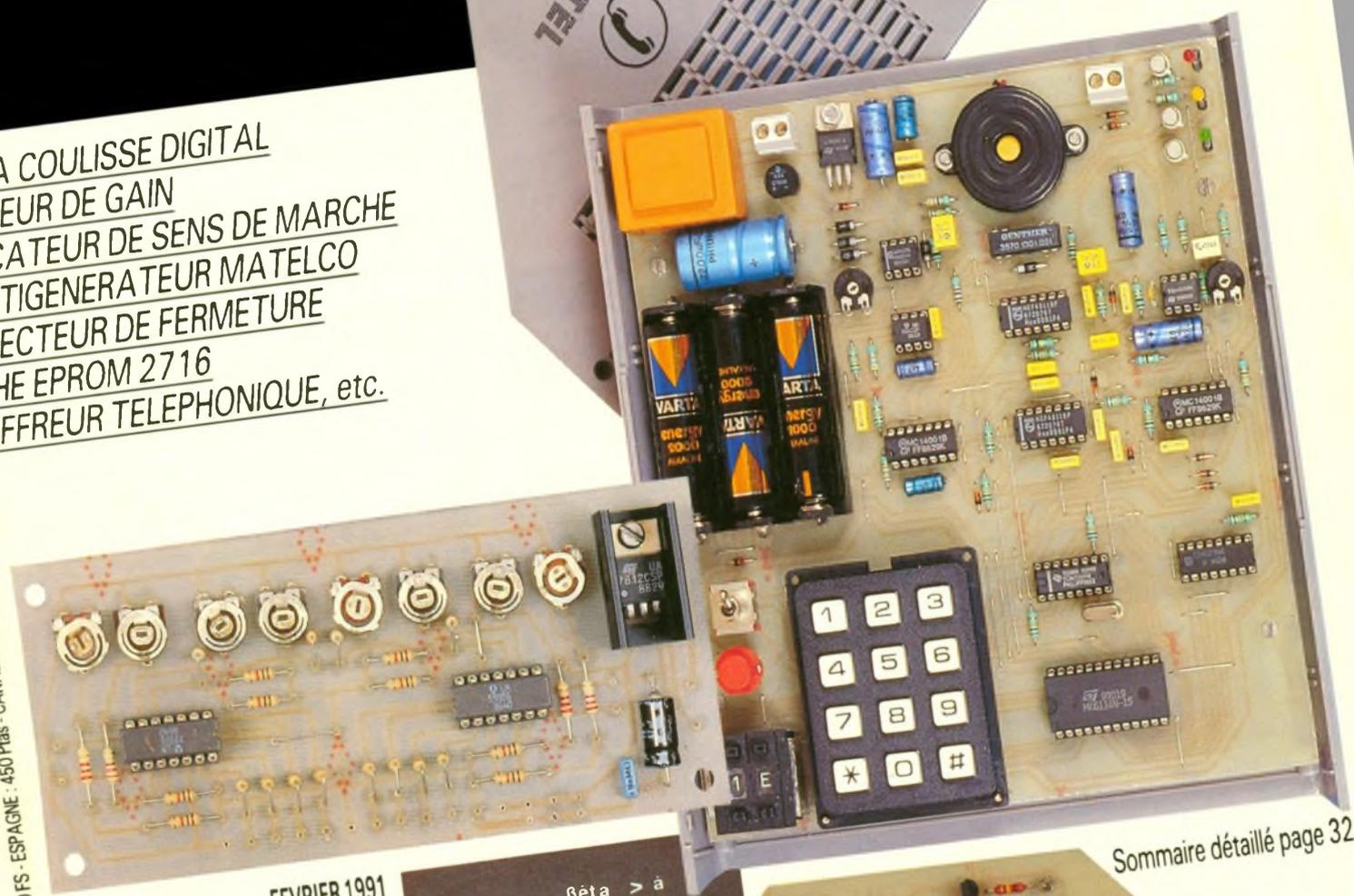


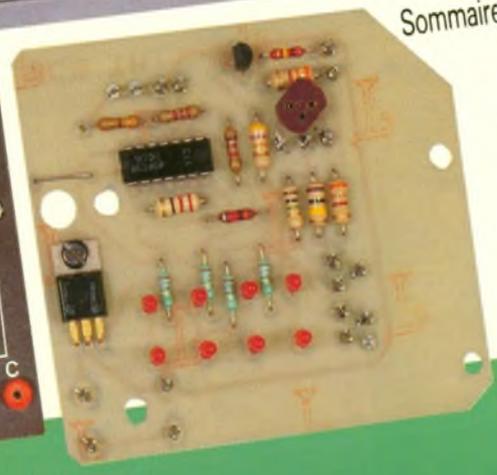
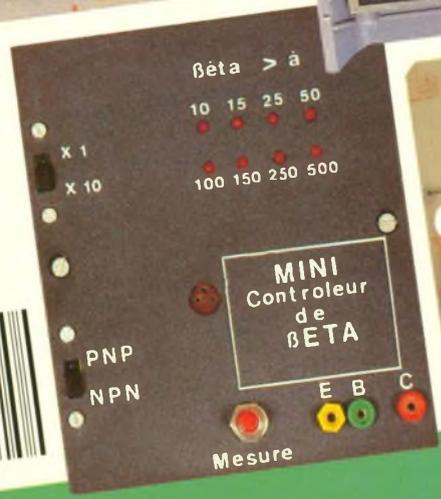
Electronique pratique

- PIED A COULISSE DIGITAL
- TESTEUR DE GAIN
- INDICATEUR DE SENS DE MARCHÉ
- MULTIGENERATEUR MATELCO
- DETECTEUR DE FERMETURE
- FICHE EPROM 2716
- CHIFFREUR TELEPHONIQUE, etc.



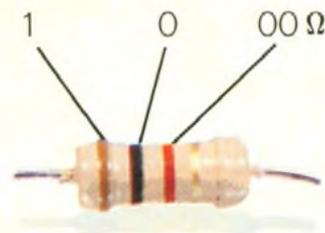
BELGIQUE : 158 FB - LUXEMBOURG : 158 FL - SUISSE : 6,20 FS - ESPAGNE : 450 Ptas - CANADA : \$ 4,25

FEVRIER 1991



Sommaire détaillé page 32

Electronique pratique



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

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

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

Société anonyme au capital de 300 000 F
2 à 12, rue Bellevue, 75940 Paris Cedex 19
Tél. : 42 00 33 05 - Fax : 42 41 89 40
Télex PGV 220 409 F

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

Avec la participation de
F. Jongbloët, G. Isabel, J.-L. Tissot, R. Knoerr,
P. Thiennot, P. Wallerich, F. Bernard, A. Garrigou,
C. Pichon.

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

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

Directeur commercial : Jean-Pierre REITER
Chef de publicité : Pascal DECLERCK
Promotion : Société Auxiliaire de Publicité
Mauricette EHLINGER

70, rue Compans, 75019 Paris. Tél. : (1) 42 00 33 05
Direction des ventes : Joël PETAUTON
Inspection des ventes : Société PROMEVENTE,
M. Michel IATCA, 24-26, bd Poissonnière, 75009 Paris
Tél. : 45 23 25 60 Fax : 42 46 98 11
Abonnements : Odette LESAUVAGE

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

Voir nos tarifs (spécial abonnements, p. 26)

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

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

Les règlements en espèces par courrier sont strictement interdits

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



« Le précédent
numéro
a été tiré
à 83 700 ex »

FICHE TECHN

CONFORT

AUTO

JEUX

MODELISME

MESURES

HIFI

GADGETS

INITIATION

SOMMAIRE N° 145 – FEVRIER 1991

REALISEZ VOUS-MEMES

<i>Pupitre d'expérimentation (1^{re} partie)</i>	33
<i>Pied à coulisse</i>	39
<i>Convois ferroviaires : indicateur sens de marche</i>	45
<i>Détecteur de non fermeture pour congélateur</i>	49
<i>Testeur de gain</i>	54
<i>Chiffreur téléphonique à mémoire</i>	63
<i>Commande « PWM » pour moteur</i>	99

PRATIQUE ET INITIATION

<i>Multigénérateur MATELCO</i>	78
<i>Fiches à découper</i>	81
<i>Technologie au collège (IXX)</i>	83
<i>Fiche : EPROM 2716</i>	92
<i>Logic 13</i>	107

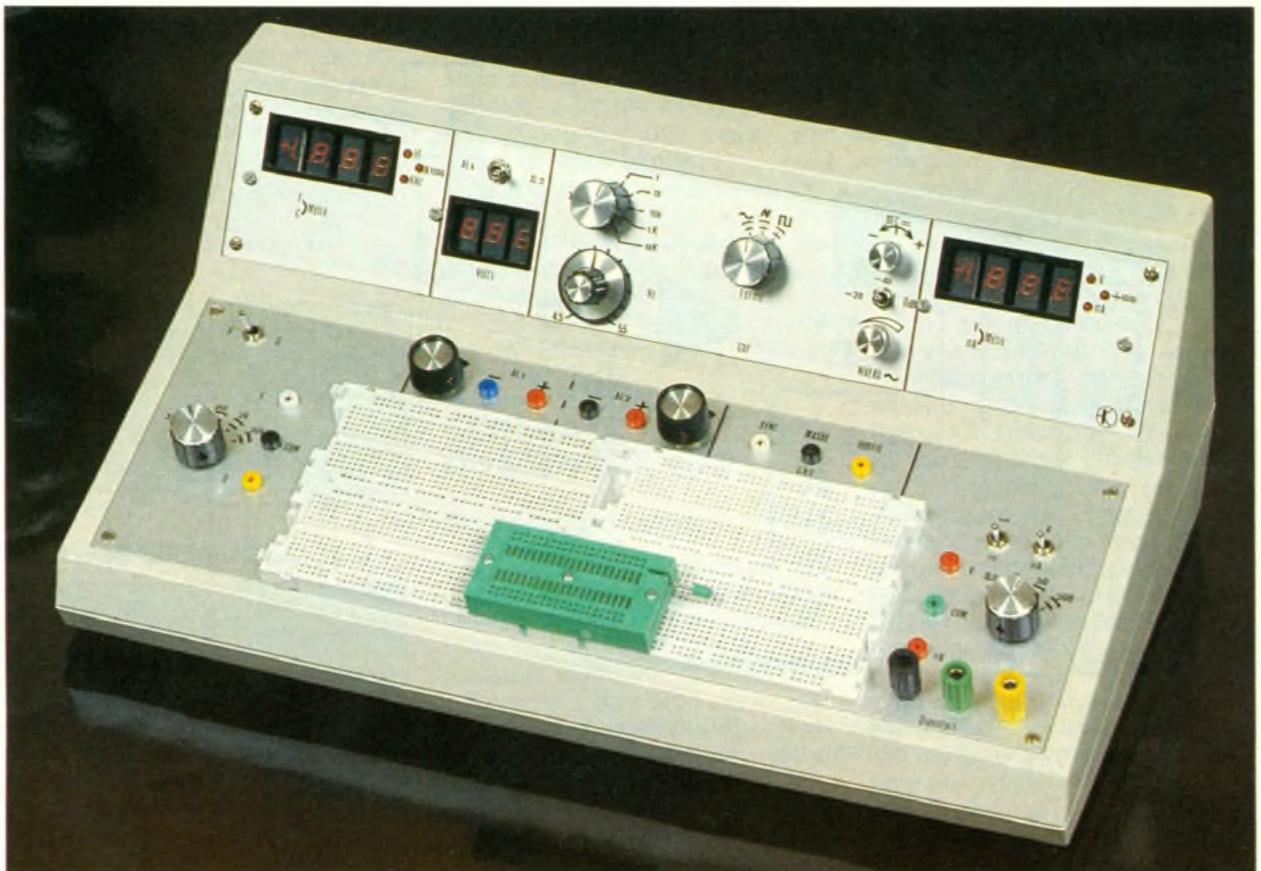
DIVERS

<i>Salon EXPOTRONIC</i>	95
<i>Courrier</i>	113
<i>Encart EDUCA TEL/UNIECO</i>	59-60-61-62

UN PUPITRE D'EXPERIMENTATION (1/3)



L'amateur, souhaitant concevoir un montage ou expérimenter une réalisation parue dans une revue technique, dispose de deux solutions. La première consiste à réaliser un circuit imprimé qui subira, dans de nombreux cas, des modifications importantes au fil des mises au point. La seconde réside dans l'utilisation de plaques de connexions du type Lab-Dec, beaucoup plus souples d'emploi. Dans un cas comme dans l'autre, viennent s'ajouter, autour de la réalisation, de nombreux appareils de mesure, et c'est ici que naissent les problèmes de connexion, d'encombrement du plan de travail et d'alimentation de ces divers appareils.



Aussi, pour ces raisons, nous avons procédé à l'étude d'un mini-laboratoire « aux maxi performances ». A l'exception de l'oscilloscope, une majorité d'appareils indispensables aux mesures ont été intégrés dans le pupitre décrit. Nous vous invitons à les découvrir.

I - DESCRIPTION

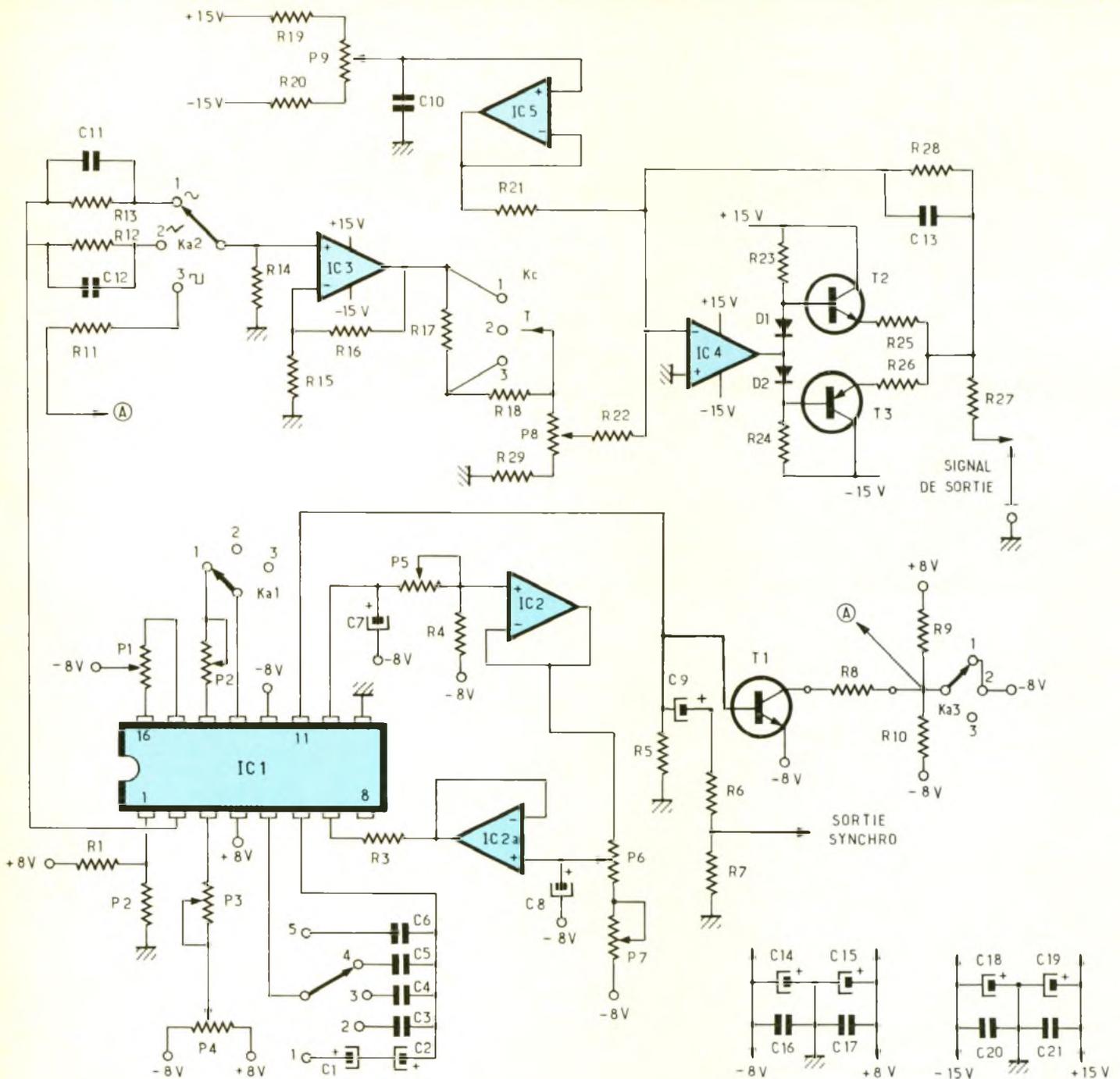
a) Les alimentations

Deux alimentations, totalement indépendantes, sont réglables de 3 à 16 V et peuvent débiter chacune 0,5 A. Un voltmètre 3 digits mesure leur tension.

b) Le générateur BF

Indispensable pour les études tant analogiques que numériques, ce sous-ensemble délivre trois types de signaux : sinusoïdes, triangles et carrés. Leur fréquence peut être réglée entre 5 Hz et 550 kHz, l'amplitude al-

1 Schéma électronique du générateur basse fréquence



lant de quelques millivolts à 10 V crête avec décalage continu de -10 à +10 V.

c) Les appareils de mesure

Deux sous-ensembles à affichage numérique individuel ont été inclus dans le pupitre : un fréquencemètre-capacimètre et un voltmètre-milliampèremètre (continu et alternatif). Cette séparation des affichages permet ainsi le relevé de courbes de réponse sans avoir à commu-

ter un appareil dans une fonction ou dans une autre. Côté performances, jugez-en par vous-même !

La sensibilité va de quelques millivolts pour les calibres inférieurs à environ 0,2 V crête pour le calibre le plus élevé.

FREQUENCEMETRE

Calibre	Résolution
2 kHz	1 Hz
20 kHz	10 Hz
200 kHz	100 Hz
2 MHz	1 kHz
20 MHz	10 kHz

CAPACIMETRE

Calibre	Résolution
2 nF	1 pF
20 nF	10 pF
200 nF	100 pF
2 μ F	1 nF
20 μ F	10 nF



Photo 2. - Vue d'ensemble de la platine, côté composants.

Les calibres du fréquencemètre et du capacimètre sont sélectionnés par un même commutateur, mais les entrées sont séparées ce qui évite toute erreur de manipulation. Le tandem voltmètre-milliampèremètre n'en est pas moins performant.

VOLTMETRE

Calibre	Résolution
200 mV	100 μ V
2 V	1 mV
20 V	10 mV
200 V	100 mV

MILLIAMPEREMETRE

Calibre	Résolution
200 μ A	0,1 μ A
2 mA	1 μ A
20 mA	10 μ A
200 mA	100 μ A

Le fonctionnement en alternatif est possible jusqu'à des fréquences dépassant les 100 kHz en régime sinusoïdal. Il ne s'agit pas d'un voltmètre efficace vrai mais d'un appareil utilisant le principe du redressement double alternance. Il ne donne à ce titre des résultats corrects que pour des signaux sinusoïdaux, ce qui est bien suffisant dans la majeure partie des applications.

d) Les utilitaires de montage

Pour que les réalisations les plus simples comme les plus complexes puissent être envisagées avec ce mini-laboratoire, deux plaques de connexion Lab-Dec de 1 000 contacts ont été fixées sur la partie avant du boîtier Retex RA5 servant de support à notre réalisation.

II - ETUDE DU GENERATEUR DE SIGNAUX (fig. 1)

a) Fonctionnement

L'obtention de signaux de fréquence largement variable a été une fois de plus confiée au désormais classique XR 2206, avec toutefois un petit plus lié à la « propreté » du signal sinusoïdal. Il faut, en effet, savoir que si ce circuit est très performant et de mise en œuvre assez aisée, il pêche quelque peu au niveau de la forme des sinusoïdes obtenues, qui présentent souvent de petites crevasses en leurs sommets si on a le malheur de vouloir récupérer les signaux carrés délivrés simultanément.

Pour éviter ce phénomène de crevasse, il faut absolument éviter de relier la patte 11 du XR 2206 au pôle positif de l'alimentation par une résistance

comme cela est prévu par le fabricant.

Le commutateur K_a , à trois circuits-trois positions, assure les commutations nécessaires au changement de forme des signaux en mettant la sortie des signaux carrés hors service pour les formes sinus et triangle. Ce même commutateur assure, par sa seconde section, l'atténuation des signaux, de façon à obtenir la même amplitude en sortie quelle que soit leur forme.

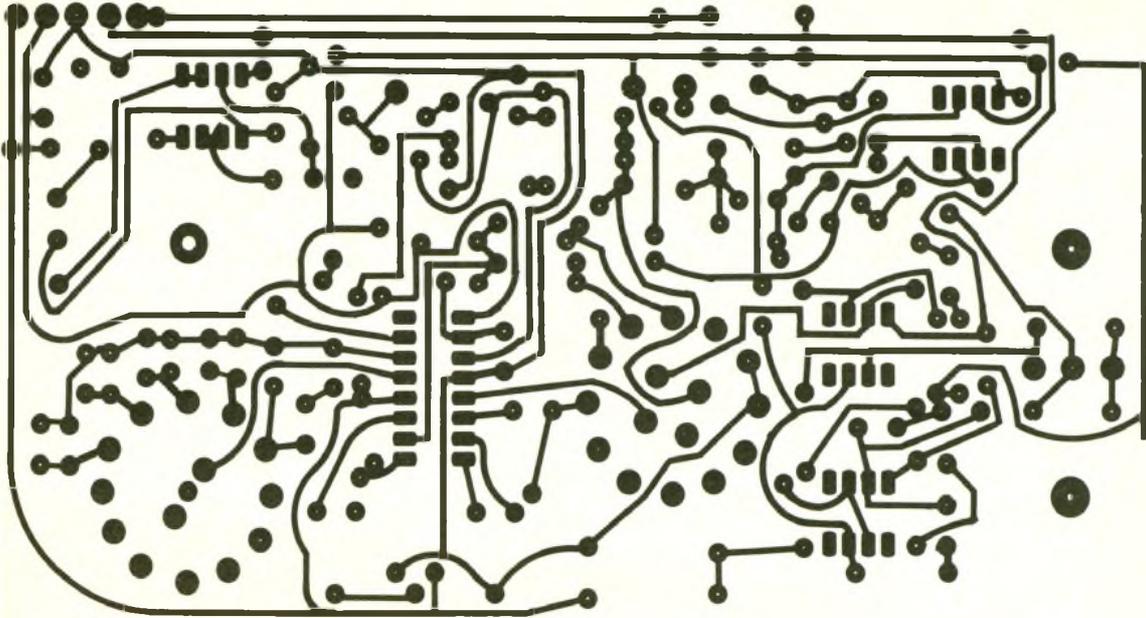
Le changement de gamme est obtenu par le commutateur K_b (1 circuit 5 positions) qui sélectionne un condensateur de précision, procurant ainsi un même étalonnage sur chaque calibre. Le réglage fin de la fréquence est assuré par le potentiomètre P_6 . Les deux ajustables P_5 et P_7 fixent respectivement les valeurs minimale et maximale de la fréquence obtenue.

La tension de référence disponible sur la patte 10 du XR 2206 est tamponnée par les deux AOP contenus dans le boîtier IC₂, qui n'est autre qu'un TL082, avant d'être appliquée à P_6 . Cette structure assure une bonne stabilité et un étalement correct de la plage de variation de la fréquence.

Un signal carré synchrone du signal délivré par le XR 2206 est obtenu au point commun du diviseur R_6 - R_7 . Compte tenu de la présence de T_1 , le signal disponible sur la patte 11 ne peut évo-

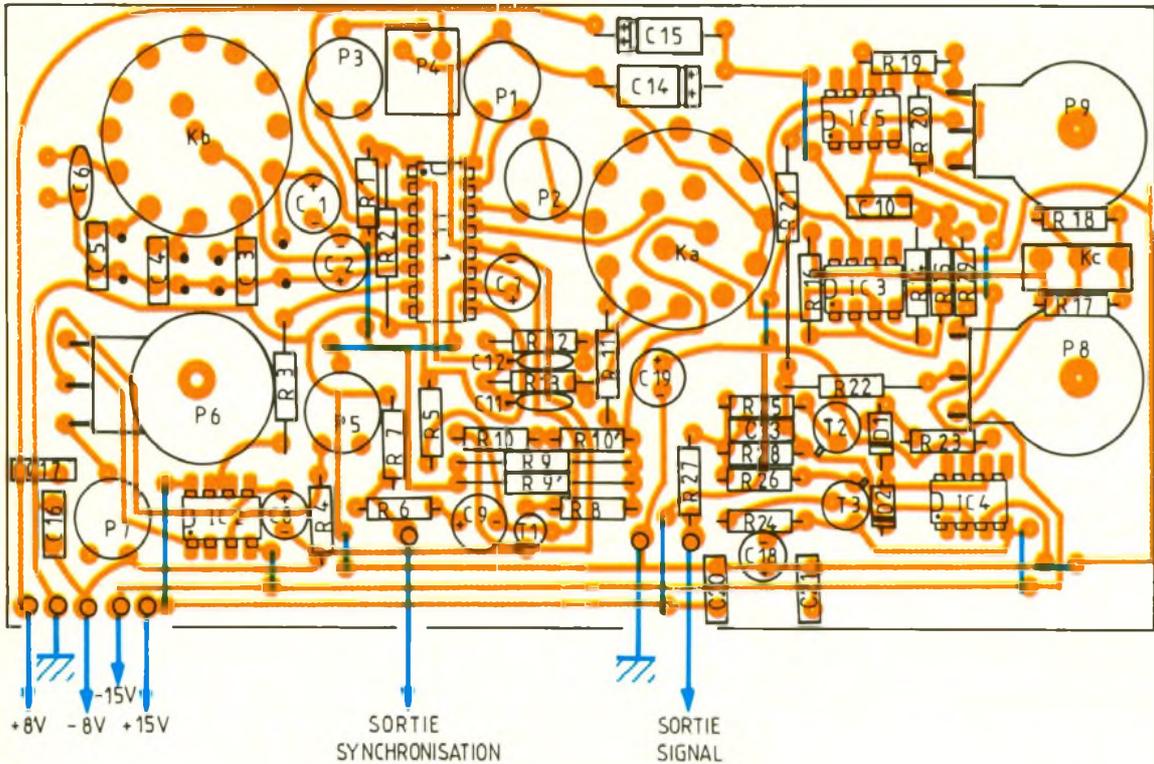
2

Tracé du circuit imprimé à l'échelle 1.



3

Implantation des composants et détail des connexions à réaliser.



luer qu'entre -8 et $-7,4$ V. Le condensateur C_9 permet de supprimer la valeur moyenne du signal prise sur la base de T_1 . L'amplitude du signal de synchro est d'environ $\pm 0,25$ V par rapport à la masse.

Lorsque l'on souhaite obtenir des signaux carrés, le commutateur K_a est en position 3, ce qui libère le point commun aux trois résistances R_8 , R_9 , R_{10} , du potentiel fixe -8 V. R_8 étant reliée au collecteur de T_1 , le choix de ces trois composants doit être tel que le signal disponible au point A soit symétrique par rapport à la

masse. Au moment de la mise au point, il conviendra donc de choisir au mieux R_9 et R_{10} pour satisfaire à cette condition.

Le reste du schéma peut être séparé en trois ou quatre sous-ensembles. Compte tenu des fréquences élevées de la dernière gamme, il a été nécessaire d'utiliser pour IC_3 et IC_4 des AOP rapides à large bande passante. Néanmoins, la conception de ces circuits intégrés est telle qu'une utilisation avec un gain inférieur à 5 entraîne l'apparition de sur-oscillations HF. Pour ces diverses raisons, nous avons doté IC_3

d'un gain d'environ 5 ($1 + R_{16}/R_{15}$).

L'amplificateur de puissance met en œuvre IC_4 ainsi que T_2 et T_3 . Son gain en tension pour l'alternatif a pour valeur : $(-R_{28}/R_{22})$, soit là encore environ 5.

Le décalage continu de la tension de sortie est assuré par P_9 , qui prélève une fraction de la tension d'alimentation ($+15$ V, -15 V), et l'applique après passage dans le suiveur réalisé par IC_5 (un simple 741 suffit ici), à la deuxième entrée de l'amplificateur de puissance (entrée sur R_{21}).

Le commutateur K_c introduit trois

atténuations, suivant qu'il est en position 1, 2 ou 3, par adjonction ou élimination des résistances R₁₇-R₁₈. Cette disposition permet d'assurer un réglage plus souple de la tension.

Nous vous livrons à présent ci-dessous le détail des commandes du générateur décrit :

SELECTION DU SIGNAL : K_a

Position	Signal
1	
2	
3	

SELECTION DES CALIBRES : K_b

Position	Calibre
1	4,5 Hz → 55 Hz
2	45 Hz → 550 Hz
3	450 Hz → 5,5 kHz
4	4,5 kHz → 55 kHz
5	45 kHz → 550 kHz

AMPLITUDE DE SORTIE : K_c

Position	atténuation
1	0 dB
2	- 40 dB
3	- 20 dB

b) Réalisation (fig. 2 et 3)

Le circuit imprimé de ce sous-ensemble est donné à la figure 2. Il s'agit d'un C.I. simple face, sur lequel nous trouvons tous les composants y compris des commutateurs et potentiomètres, ce qui évite les erreurs de connexion lors du câblage final.

Son tracé sera reproduit sur une plaque d'époxy, présensibilisée si l'on utilise la méthode photo, ou à l'aide de transferts et de bandellettes si l'on effectue une gravure directe.

Après perçage, on implantera ensuite l'ensemble des éléments sur le substrat.

Etant donné que les condensateurs C₁ à C₆, de même que les résistances R₉ et R₁₀, doivent être des modèles de précision et qu'il n'est pas toujours facile de se les procurer, nous avons prévu des emplacements supplémentaires afin de réaliser des combinaisons série (ou/et) parallèle, permettant d'obtenir les valeurs optimales requises. Il en va de même pour les condensateurs C₁₁ et C₁₂ que nous avons été

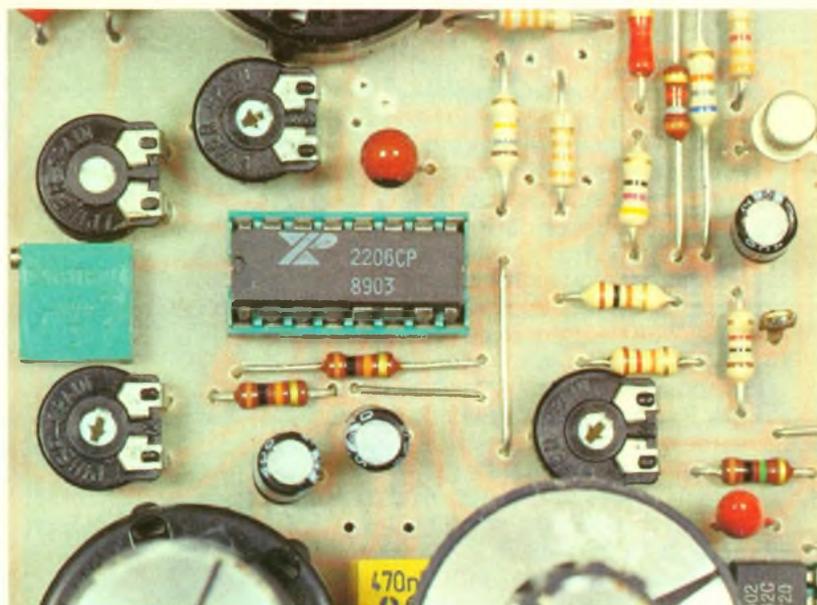


Photo 3 - Le circuit intégré XR2206, générant les signaux.

obligés d'insérer lors des premiers essais et que nous avons été amenés à supprimer lors du câblage définitif.

L'alimentation s'effectuera à ± 8 V et ± 15 V. On pourra obtenir la première tension à partir de la seconde, et ce, à l'aide de régulateurs du type 7808, par exemple.

Nous avons prévu de vous décrire la réalisation de ces alimentations par la suite (patience...).

c) Réglages du GBF

● L'association série C₁-C₂ doit former un condensateur non polarisé de 4,7 μ F. A cet effet, le circuit imprimé tolère l'association de trois condensateurs pour y parvenir, deux en série, le tout en parallèle avec un troisième. Nous avons pris pour notre maquette deux condensateurs au tantale de 10 μ F dont l'association série équivaut à 4,7 μ F au lieu des 5 μ F théoriques, ce qui convient parfaitement.

Pour C₃, C₄, C₅, le problème est moins ardu car il suffit de trier un lot de condensateurs de même valeur (à l'aide d'un capacimètre, par exemple). Pour C₆, d'une valeur théorique de 470 pF, il conviendra de procéder à des essais car, compte tenu des capacités parasites du câblage, il y a de fortes chances qu'il soit nécessaire d'utiliser une valeur plus faible, par exemple 390 pF. Seule l'expérimentation du GBF assurant une parfaite coïncidence des échelles permettra de trouver la valeur optimale.

Mettez tous les ajustables et potentiomètres en position mé-

diane. Connecter ensuite les alimentations.

● Positionner K_b en position 3 - gamme 450 Hz-5,5 kHz. Mettre alors K_{a2} en position 1 (signal de sortie sinusoïdal) puis K_c en position 1 (0 dB) et connecter un oscilloscope à la sortie de IC₃ avant de mettre l'ensemble sous tension.

Si la trace sort de l'écran, c'est qu'une composante continue est superposée au signal. Ajuster dans ce cas P₄ de façon à amener le signal délivré par IC₁, sans se préoccuper de sa forme, au milieu de l'écran (valeur moyenne nulle). Procéder ensuite aux réglages de P₁ et P₂ pour donner au signal observé une forme des plus sinusoïdales.

Basculer K_a en position 3 (sortie signal carré) en laissant l'oscilloscope à la sortie de IC₃ en s'assurant que le signal obtenu possède une forme symétrique par rapport au niveau 0 V (les amplitudes des paliers hauts et bas doivent être identiques). Si ce n'est pas le cas, agir sur les résistances R₉ et R₁₀. Notre maquette utilise pour R₉ 1,8 k Ω en parallèle avec 68 k Ω et pour R₁₀ 2,2 k Ω en série avec 47 Ω . Lorsque l'égalité des niveaux haut et bas est obtenue, noter la valeur de celle-ci (amplitude des signaux carrés). Remettre K_a en position 1 (sinus) et régler P₃ pour obtenir à la sortie de IC₃ une sinusoïde d'amplitude égale à celle des signaux carrés. Nous avons pour notre part mesuré 1 V crête aux bornes de R₁₄. Il faudra revenir si nécessaire sur le réglage de P₄ (niveau moyen

seul) et de P₁-P₂ (symétrie et distorsion du signal sinusoïdal).

Basculer ensuite K_a en position 2 (signal en triangle) et retoucher éventuellement P₁ pour que les sommets soient bien pointus.

Régler le curseur de P₆ en position haute (f mini), puis mesurer la fréquence du signal délivré sur la sortie de IC₃. Ajuster alors P₅ pour que la fréquence soit de 450 Hz. Régler le curseur de P₆ en position basse (f maxi) et régler P₇ pour que la fréquence mesurée soit égale à 5,5 kHz.

Vérifier que les autres gammes sélectionnées par K_b ont des fréquences extrêmes identiques à celle de la gamme 3. C'est à ce stade des réglages que l'on détermine la valeur optimale de C₆ pour que les valeurs extrêmes soient identiques.

Si le signal de sortie de IC₃ présente sur la gamme 45 kHz-550 kHz une baisse non négligeable du niveau (sinusoïde ou triangle), on pourra compenser cette atténuation en shuntant R₁₂ (ou/et) R₁₃ par un condensateur de quelques picofarads à quelques dizaines de picofarads.

On pourra s'assurer du bon fonctionnement du reste de la maquette en suivant l'évolution du signal depuis la sortie de IC₃ jusqu'à la sortie, en aval, de R₂₇.

Pour finir, le réglage de P₉ doit permettre de faire varier le niveau continu du signal de sortie de -10 à +10 V. Sinon, il faudra retoucher la valeur des résistances-talon R₁₉ et R₂₀.

Nous vous donnons rendez-vous dans un prochain numéro pour la suite de nos pérégrinations. Bonne réalisation.

François JONGBLOET

NOMENCLATURE DU GENERATEUR B.F.

Résistances

R₁, R₂ : 10 kΩ (marron, noir, orange)
 R₃ : 2,7 kΩ (rouge, violet, rouge)
 R₄ : 1 MΩ (marron, noir, vert)
 R₅ : 10 kΩ (marron, noir, orange)
 R₆ : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
 R₇ : 12 kΩ (marron, rouge, orange)
 R₈ : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)
 R₉ : 1,8 kΩ (marron, gris, rouge)
 R_{9r} : 68 kΩ (bleu, gris, orange)
 R₁₀ : 47 Ω (jaune, violet, noir)
 R_{10r} : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)

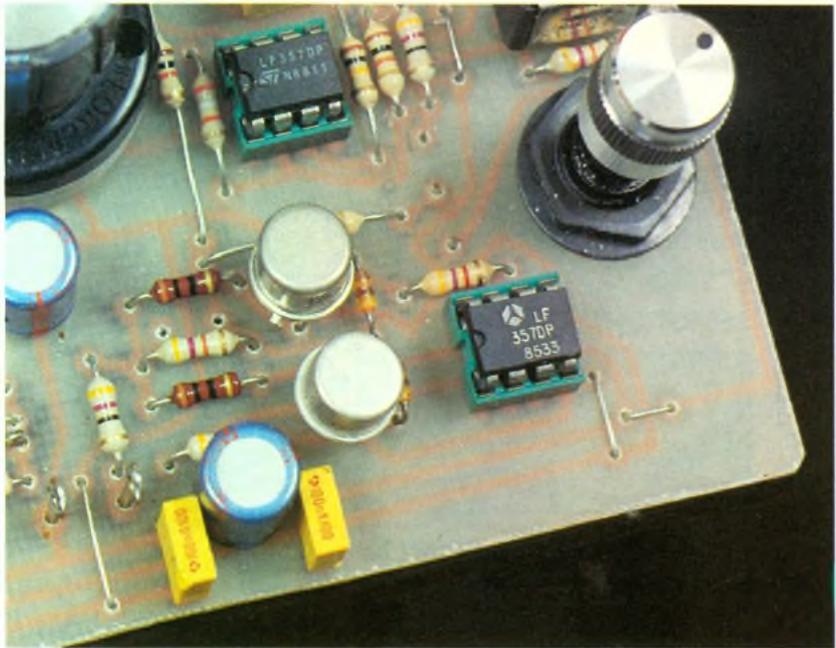


Photo 4. – L'étage de sortie se compose d'une paire de transistors complémentaires.

R₁₁ : 33 kΩ (orange, orange, orange)
 R₁₂ : 180 kΩ (marron, gris, jaune)
 R₁₃ : 33 kΩ (orange, orange, orange)
 R₁₄ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
 R₁₅ : 10 kΩ (marron, noir, orange)
 R₁₆ : 39 kΩ (orange, blanc, orange)
 R₁₇ : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
 R₁₈ : 470 kΩ (jaune, violet, jaune)
 R₁₉, R₂₀ : 33 kΩ (orange, orange, orange)
 R₂₁, R₂₂ : 10 kΩ (marron, noir, orange)
 R₂₃, R₂₄ : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
 R₂₅, R₂₆ : 10 Ω (marron, noir, noir)
 R₂₇ : 47 Ω (jaune, violet, noir)
 R₂₈ : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
 R₂₉ : 47 Ω (jaune, violet, noir)

Ajustables et potentiomètres

P₁ : 22 kΩ ajustable horizontal
 P₂ : 470 Ω ajustable horizontal
 P₃ : 47 kΩ ajustable horizontal
 P₄ : 10 kΩ, 10 tours, ajustable horizontal
 P₅ : 220 kΩ ajustable horizontal
 P₆ : 4,7 kΩ potentiomètre linéaire (A)
 P₇ : 4,7 kΩ ajustable horizontal
 P₈ : 4,7 kΩ potentiomètre linéaire (A)

P₉ : 4,7 kΩ potentiomètre linéaire (A) avec interrupteur

Condensateurs

C₁, C₂ : 10 μF tantale (voir texte)
 C₃ : 0,47 μF (voir texte)
 C₄ : 47 nF (voir texte)
 C₅ : 4,7 nF (voir texte)
 C₆ : 470 pF (voir texte)
 C₇ : 10 μF/10 V tantale
 C₈ : 4,7 μF/10 V tantale
 C₉ : 10 μF/10 V tantale
 C₁₀ : 0,47 μF
 C₁₁ : 22 pF (voir texte)
 C₁₂ : 10 pF (voir texte)
 C₁₃ : (voir texte)
 C₁₄, C₁₅, C₁₈, C₁₉ : 10 à 47 μF/16 V
 C₁₆, C₁₇, C₂₀, C₂₁ : 0,1 μF/63 V

Composants actifs

D₁, D₂ : 1N4148
 IC₁ : XR2206 + 1 support 16 broches
 IC₂ : TL082 + 1 support 8 broches
 IC₃, IC₄ : LF357 + 2 supports 8 broches
 T₁ : 2N2222
 T₂ : 2N1711
 T₃ : 2N2905

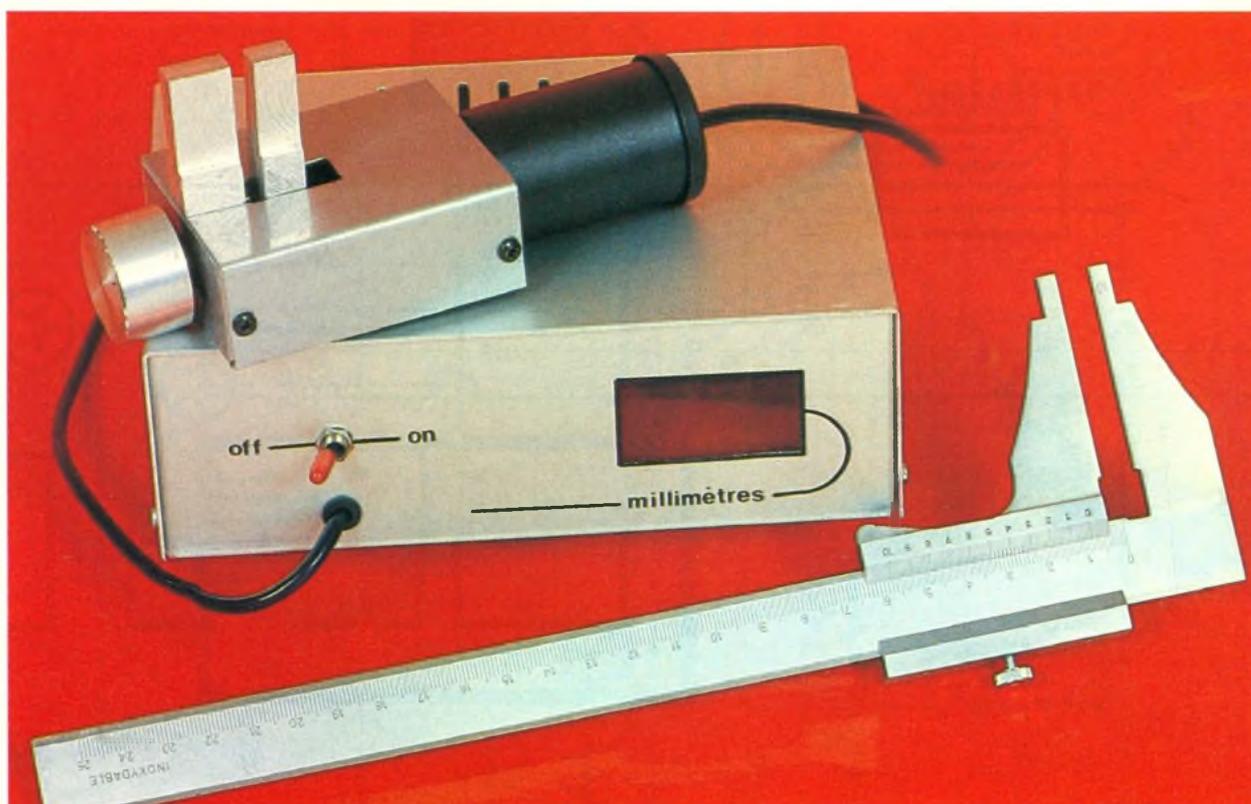
Divers

K_a : commutateur, 4 circuits-3 positions + 1 bouton
 K_b : commutateur, 2 circuits-6 positions + 1 bouton
 K_c : inverseur simple à 3 positions
 Cosses-poignards, époxy, soudure, fils, etc.

UN PIED A COULISSE DIGITAL



Sans vouloir atteindre la précision des appareils disponibles dans le commerce, il est tout de même possible de procéder à l'affichage électronique direct d'une faible longueur, au moyen de notre réalisation. Vous pourrez par exemple retrouver instantanément le diamètre effacé d'un foret quelconque ou la dimension normalisée d'un écrou inconnu.



A - PRINCIPE DU MONTAGE

L'amateur d'électronique que vous êtes est quelquefois confronté à la mesure d'un diamètre de foret ou d'une vis, de grosseur d'un fil ou encore de l'épaisseur d'un matériau quelconque. Le régleur classique habituellement utilisé ne convient pas vraiment et ne se révèle pas très pratique.

L'outil idéal est bien entendu le pied à coulisse, qui permet dans sa version la plus rudimentaire d'estimer des mesures au dixième de millimètre. Nous n'évoquerons pas l'instrument de précision du mécanicien, qui atteint allégrement 1/50^e voire

1/100^e de millimètre. La version traditionnelle de cet instrument gradué en acier. L'ensemble comporte une partie fixe et un bec mobile. On peut très rapidement mesurer un petit objet grâce à la molette qui fait coulisser la partie mobile. Il est quelquefois encore prévu un dispositif pour effectuer la mesure d'une profondeur. Comme vous le voyez, cet instrument devrait figurer dans la panoplie de tout bricoleur digne de ce nom.

C'est le mathématicien Pierre Vernier qui inventa en quelque sorte cet instrument dès le XVI^e

siècle. Actuellement, on en trouve une version digitale qui dispose d'un petit module électronique d'affichage à cristaux liquides, à peine plus encombrant que le boîtier de votre bracelet, montre. Une précision de mesure de 1/100^e de millimètre est atteinte avec une facilité déconcertante, et surtout aucun effort de lecture comme sur le modèle manuel. Il fallait en effet lire sur l'échelle principale la longueur en millimètres, puis rechercher grâce au vernier le nombre de 1/10^e ou de 1/20^e de millimètre à ajouter, en cherchant attentivement la coïncidence de deux graduations.

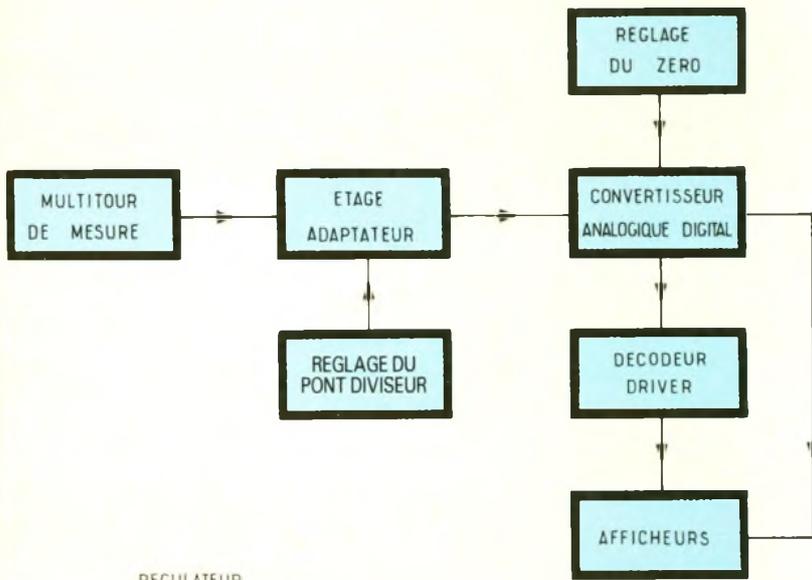
Nous vous proposons dans notre réalisation de construire une ver-

1

Schéma synoptique

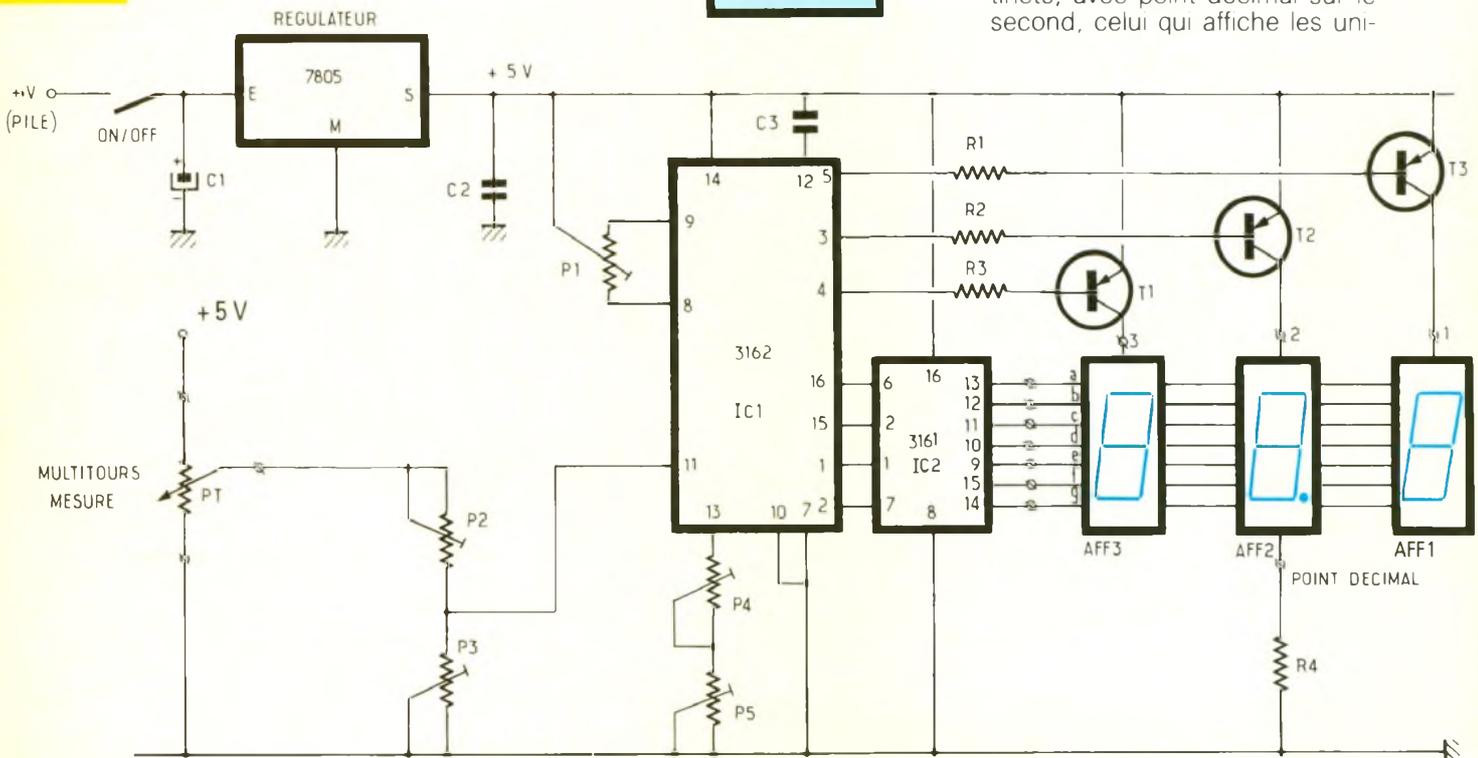
2

Schéma électronique du montage regroupant principalement un voltmètre 3 digits



pareil totalement autonome, ce qui implique une alimentation portable sur piles ou accumulateurs. Une valeur de 6 V nous convient bien ici, mais il faudra veiller à délivrer une tension parfaitement stable pour tout le dispositif de mesure.

A l'aide du régulateur intégré 7805, nous obtenons une tension stable de 5 V précisément. Le fait de n'avoir à effectuer que des mesures rapides nous laisse présager une autonomie raisonnable, si l'on songe toutefois à couper l'alimentation à l'aide de l'interrupteur prévu à cet effet. En souhaitant faire apparaître le dixième de millimètre, nous devons utiliser trois afficheurs distincts, avec point décimal sur le second, celui qui affiche les uni-



sion simple d'un pied à coulisse en adoptant pour principe la conversion d'un déplacement en résistance, donc en variation de tension, puis à procéder à l'affichage en millimètres et dixième de millimètres, la longueur mesurée sur quelques afficheurs. Cela revient simplement à construire un voltmètre digital gradué en unité de longueur. Le cœur du dispositif est un potentiomètre de précision ou multitour. Un modèle rotatif sera nécessairement doté d'un dispositif de conversion de la rotation en translation à l'aide d'un simple couple vis-écrou. Il serait également envisa-

geable de faire appel à un potentiomètre à déplacement linéaire, mais si la course est plus élevée, on peut déplorer la plus mauvaise précision. Bien entendu, un modèle à variation linéaire sera à retenir dans les deux cas.

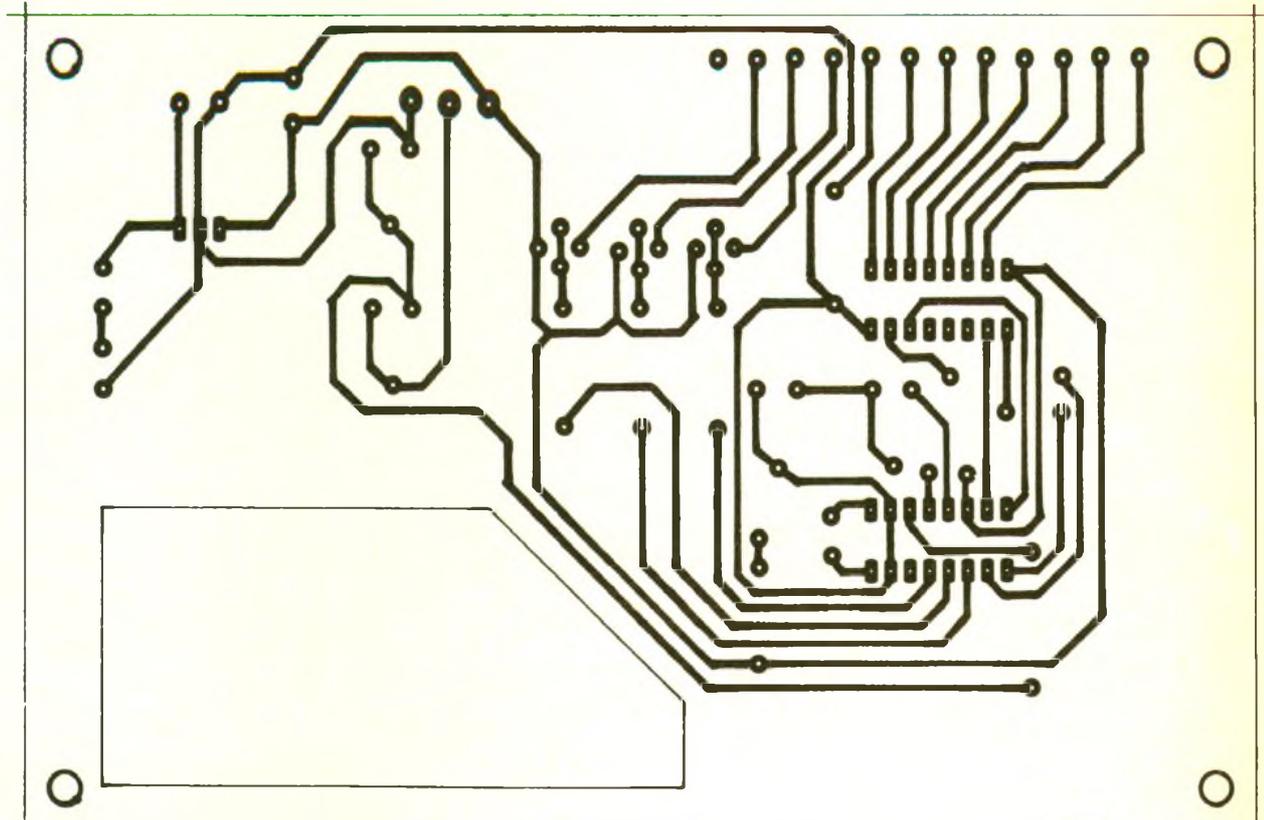
B - ANALYSE DU SCHEMA ELECTRONIQUE

Le schéma synoptique est donné à la figure 1. La quasi-totalité du schéma électronique se trouve en figure 2. Nous avons bien entendu choisi de rendre notre ap-

tes. Nous retrouvons sans grande surprise notre couple plus infernal que jamais, à savoir les circuits CA 3161 et 3162 du constructeur RCA. Il s'agit ni plus ni moins de construire un voltmètre digital de résolution 1 mV, dont la plage de mesure est comprise entre - 99 mV et + 999 mV. Le circuit IC₁, CA 3162, est un circuit intégré convertisseur analogique-numérique, qui se charge de convertir la tension présente sur son entrée 11 en un nombre de trois chiffres BCD multiplexé. Il utilise le principe de conversion double rampe, souvent rencontré dans

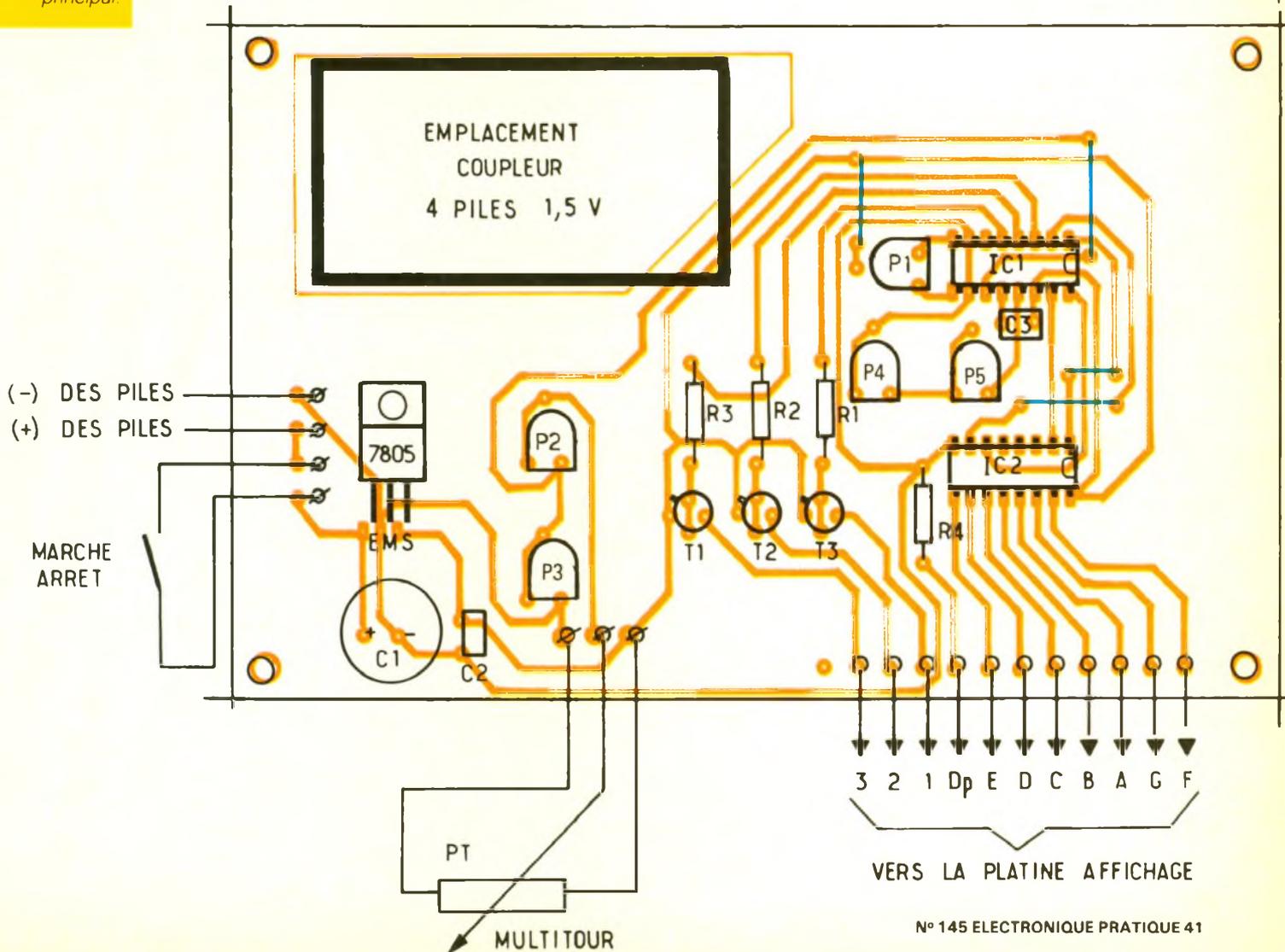
3

Circuit imprimé principal à l'échelle 1.



4

Implantation et câblage du C.I. principal.



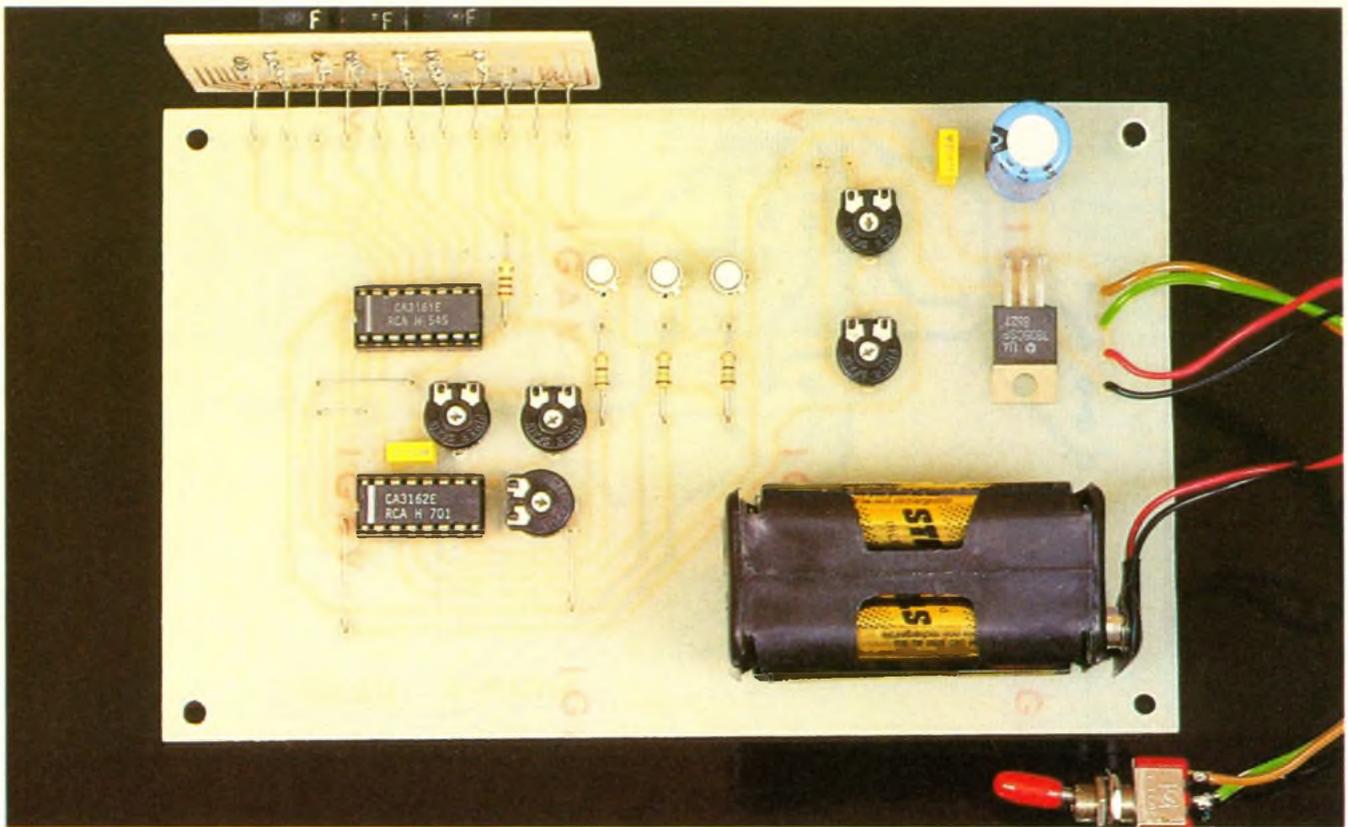
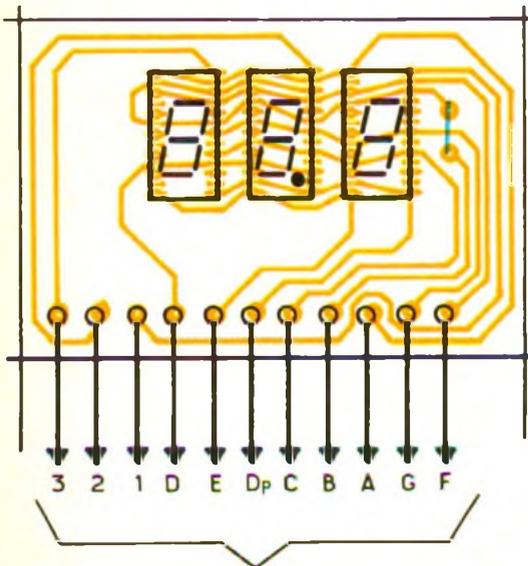
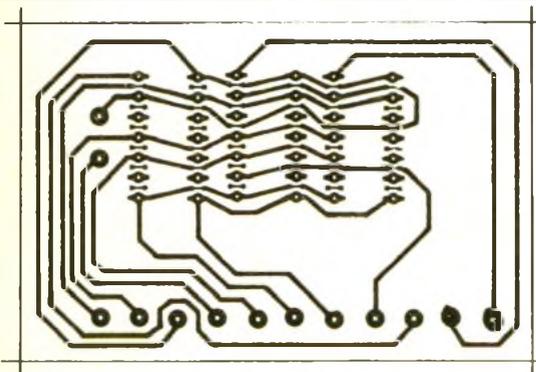


Photo 2. – L'alimentation du système pourra être réalisée par un générateur de tension d'au moins 6 V.



VERS LA PLATINE PRINCIPALE

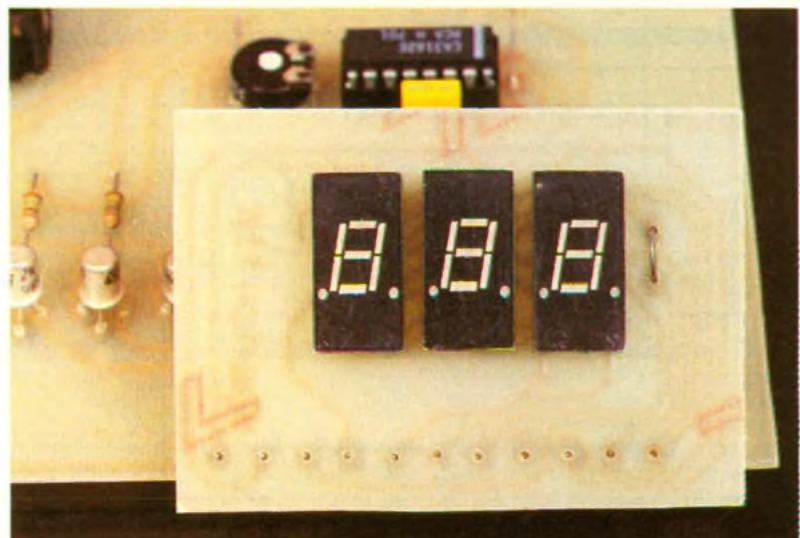
5-6 *Circuit imprimé et
implantation de la
platine d'affichage*

bon nombre d'appareils de mesure numériques disponibles sur le marché. Le multiplexage permet de limiter au strict minimum le nombre de liaisons avec les trois afficheurs, et permettra de n'avoir que dix fils (sept segments et trois cathodes communes) au lieu de vingt et un habituellement. L'économie est appréciable et la réalisation simplifiée. La possibilité d'entrer en différentiel ne sera pas utilisée ici, ni le blocage éventuel de la lec-

ture au moyen de la borne 6 (Data Hold).

Le circuit effectue 4 ou 96 mesures par seconde, d'une durée de 5 ms à chaque fois. Celui-ci se contente d'une tension de 5 V, dont le plus sera appliqué à la borne 14 et la masse à la borne 7. La borne 10, habituellement utilisée pour le niveau bas d'une entrée flottante, est dans notre cas reliée elle aussi à la masse. Le circuit intégré IC₂, le CA 3161, est donc un ensemble

Photo 3. – L'affichage s'effectue sur trois digits



décodeur-driver BCD (binaire codé décimal), dont le niveau des entrées est compatible TTL. Il n'est point besoin de prévoir des résistances de limitation vers les afficheurs grâce au générateur interne de courant constant. La valeur typique se situe autour de 25 mA. Dans le cas, fort peu probable ici, où il y aurait dépassement de calibre en tension positive ou négative, on pourra constater l'affichage d'un E (pour Error). Ce circuit sera alimenté sur les bornes 16 et 8. Il possède donc d'une part 7 sorties correspondant aux segments des afficheurs et trois autres sorties pour la commande des transistors de multiplexage T_1 , T_2 et T_3 . On constate encore que nous avons affaire à des afficheurs d'un modèle à anodes communes. La résistance R_4 se charge d'alimenter en permanence le point décimal du pavé des unités de millimètres, soit le deuxième afficheur.

Le multiplexage consiste à connecter successivement à la ligne positive de l'alimentation l'anode commune de chaque display. La persistance rétinienne de l'œil humain s'accommode fort

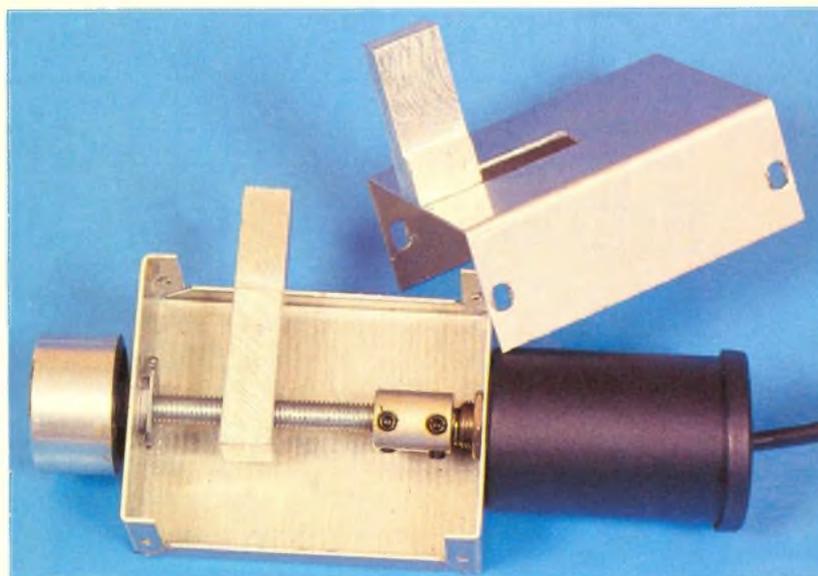


Photo 4 - Vue du système mécanique constituant les becs de mesure.

bien de cet artifice, très souvent utilisé dans bon nombre de circuits intégrés complexes.

C - REALISATION PRATIQUE

La plaquette principale se trouve à la figure 3 et son tracé à l'échelle 1, relativement aéré, ne

devrait poser aucun problème de reproductibilité. Un emplacement a été réservé pour la mise en place du bloc de quatre piles LR6.

Deux piles plates de 4,5 V peuvent également faire l'affaire avec une autonomie plus longue encore. Une pile miniature de 9 V pourra convenir, mais bien entendu au détriment de la durée

TESTEURS UNIVERSELS

NOUVEAUTÉS
elec 90

INDISPENSABLES :
Deux testeurs de poche professionnels pour les contrôles rapides en toute sécurité. Fiables, très simples d'emploi. Définis suivant normes NFC 18.310, CEI 348...

CDA 100

CDA 100 P



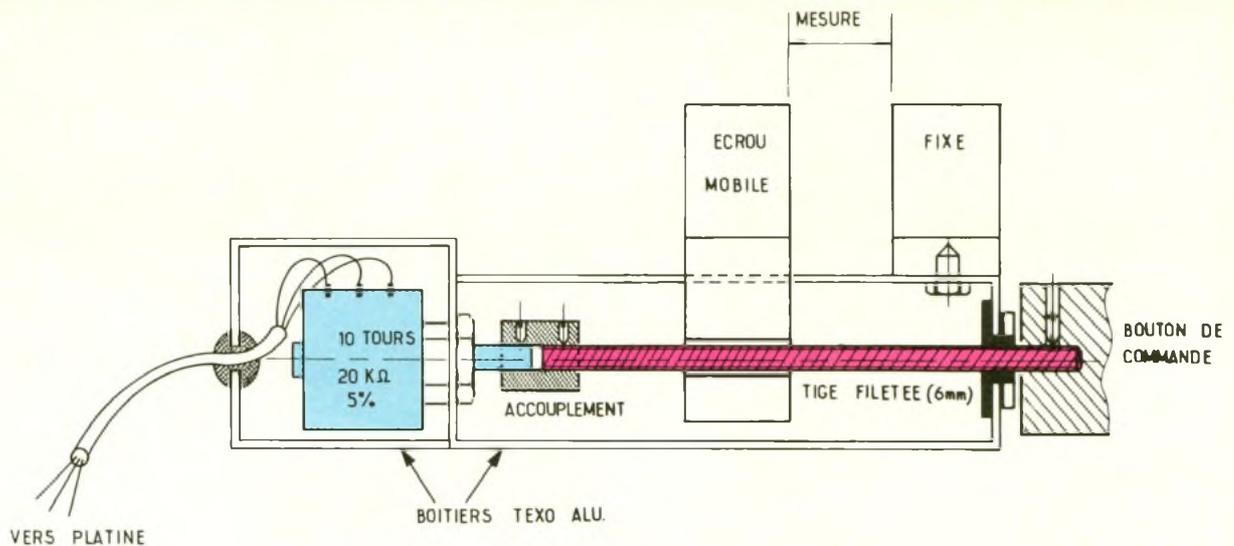
- Tests tensions de 6V à 660V $\overline{-}$ et \sim
- Tests de continuité sonore et visuel
- Tests de résistances de 10k Ω à 10M Ω
- Autotest de la pile (9V standard)
- Protection jusqu'à 1000V en tension et 550V en résistance

CDA LA MESURE DES PROFESSIONNELS

Liste des distributeurs et documentation détaillée sur demande
CDA - 5, rue du Square Carpeaux 75018 PARIS - Tél. : (1) 46.27.52.50 - Télex 772 081 - Télécopie : (1) 46.27.73.89



la mesure française



de fonctionnement utile ; la place ne manque pas pour implanter l'une ou l'autre des solutions. Le boîtier ESM en aluminium que nous avons choisi est particulièrement esthétique et très facile à mettre en œuvre. Le dispositif de mesure sera éloigné du boîtier principal et relié à celui-ci par un câble souple de trois fils. Sa réalisation mécanique reste relativement délicate, mais ne devrait pas vous arrêter longtemps si vous consultez la **figure 7** et les photographies. Les quelques composants sont implantés selon les indications des **figures 4 et 6**. Le circuit d'affichage, séparé et monté à la verticale, sera relié à l'aide de quelques fils nus. Aucune erreur de branchement n'est donc possible !

D - REGLAGES

Après un sérieux contrôle des pistes, des soudures et de la bonne implantation des composants, on peut procéder à la mise en place du bloc de piles. Une tension stabilisée de 5 V se retrouve aisément sur les circuits intégrés. L'affichage indique n'importe quoi : en shuntant les bornes 10 et 11 du convertisseur, et à l'aide de l'ajustable P_1 , on amène la valeur affichée à une valeur nulle, soit 00,0. La précision du capteur de mesure est de $\pm 5\%$ avec une linéarité de $\pm 2,5\%$. Selon le pas de la tige filetée utilisée, on procède tout d'abord à la mesure linéaire en millimètres du déplacement obtenu, et ce pour une rotation complète du potentiomètre multitour.

Nous avons obtenu environ 10 mm, soit une variation de tension comprise entre 0 et 5 V d'une butée à l'autre. Pour 5 V, on doit afficher 10,0 mm, soit 100 mV. Le pont diviseur en entrée devra donc posséder un rapport de 1 à 50. P_2 aura 100 k Ω (valeur médiane 50 k Ω) et P_1 seulement 1 k Ω . Pour 5 V sur le curseur du multitour, on doit lire 100 mV sur la borne 11 de IC₁ ; il suffit d'ajuster cette valeur à l'aide de P_2 et P_3 à l'aide d'un multimètre numérique. Diverses mesures du déplacement seront converties en une tension et ajustées

finalement à l'aide des ajustables P_4 (réglage grossier) et P_5 (réglage fin). La précision dépend pour une bonne part du dispositif mécanique ; en adoptant une vis au pas plus long, on peut espérer une échelle de mesure plus étendue.

Original, cet appareil simple constitue un bon exemple d'adaptation d'un outil existant et une solution intermédiaire satisfaisante entre le double décimètre de l'écolier et le micromètre au 1/100^e du professionnel de la mécanique.

Guy ISABEL

LISTE DES COMPOSANTS

Résistances

(toutes valeurs 1/4 W)

R_1, R_2, R_3 : 150 Ω (marron, vert, marron)

R_4 : 270 Ω (rouge, violet, marron)

Ajustables

(horizontaux pas de 5 mm)

P_1 : 30 k Ω

P_2 : 100 k Ω

P_3 : 1 k Ω

P_4 : 10 k Ω

P_5 : 470 Ω

Pt = potentiomètre multitour (10 minimum) 20 k Ω linéaire

Condensateurs

C_1 : chimique vertical 470 μ F, 16 V

C_2 : plastique 100 nF

C_3 : plastique 220 nF

Semi-conducteurs

IC₁ : convertisseur analogique-digital CA 3162

IC₂ : décodeur-driver BCD 7 segments CA 3161

Régulateur intégré 5 V positif 7805

T_1, T_2, T_3 : transistor PNP 2N 2907

3 afficheurs rouges anodes communes

Divers

Coffret aluminium ESM modèle EN 8010

Petits boîtiers Teko alu

2 supports à souder 16 broches

Coupleur pression miniature

Ensemble de couplage pour 4 piles, 1,5 V LIR6

Interrupteur miniature

Fil souple méplat

Bouton pour potentiomètre

Tige filetée 6 mm et écrou

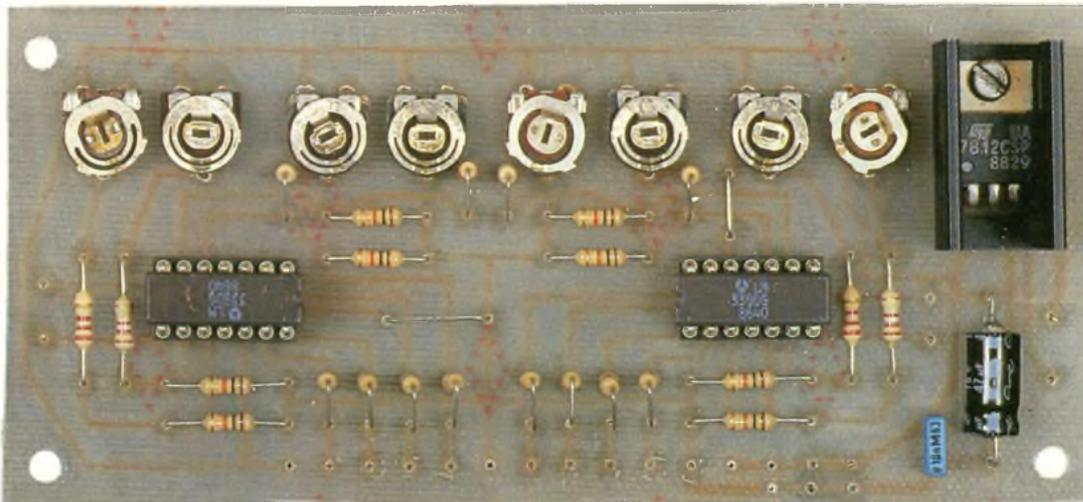
Epoxy, soudure, etc.

COMMANDE NUMERIQUE DE CONVOIS FERROVIAIRES (III) : indicateur de sens de marche



Extrêmement simple puisque ne faisant principalement appel qu'à des comparateurs de tension, ce module permet de visualiser le sens de marche de chacune des locomotives circulant sur le réseau équipé de notre système de train digital.

Nous abordons ainsi le troisième volet d'une série de cinq articles au bout desquels vous aurez à disposition un ensemble complet pour un prix relativement raisonnable.



L'INDICATEUR DE SENS DE MARCHÉ

Sa structure est très simple. En effet, chaque entrée du codeur du STD est reliée à deux compa-

rateurs, l'un détectant un seuil de tension inférieur à celui du neutre (2,5 V) correspondant à la marche arrière et l'autre un seuil supérieur correspondant à la marche avant.

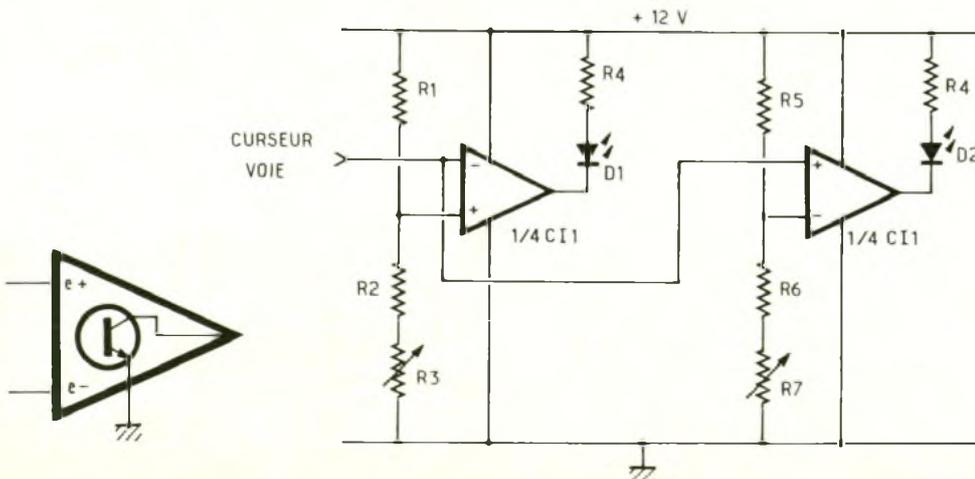
SCHEMA DE PRINCIPE

Sur le schéma de la figure 1, on voit apparaître deux ajustables qui régleront les seuils de marche avant et de marche arrière.

Ces deux seuils pourront être les mêmes pour tous les indicateurs, et il ne sera donc pas nécessaire d'implanter pour chacun d'entre eux les deux ajustables mais seulement de repiquer les seuils au moyen de straps.

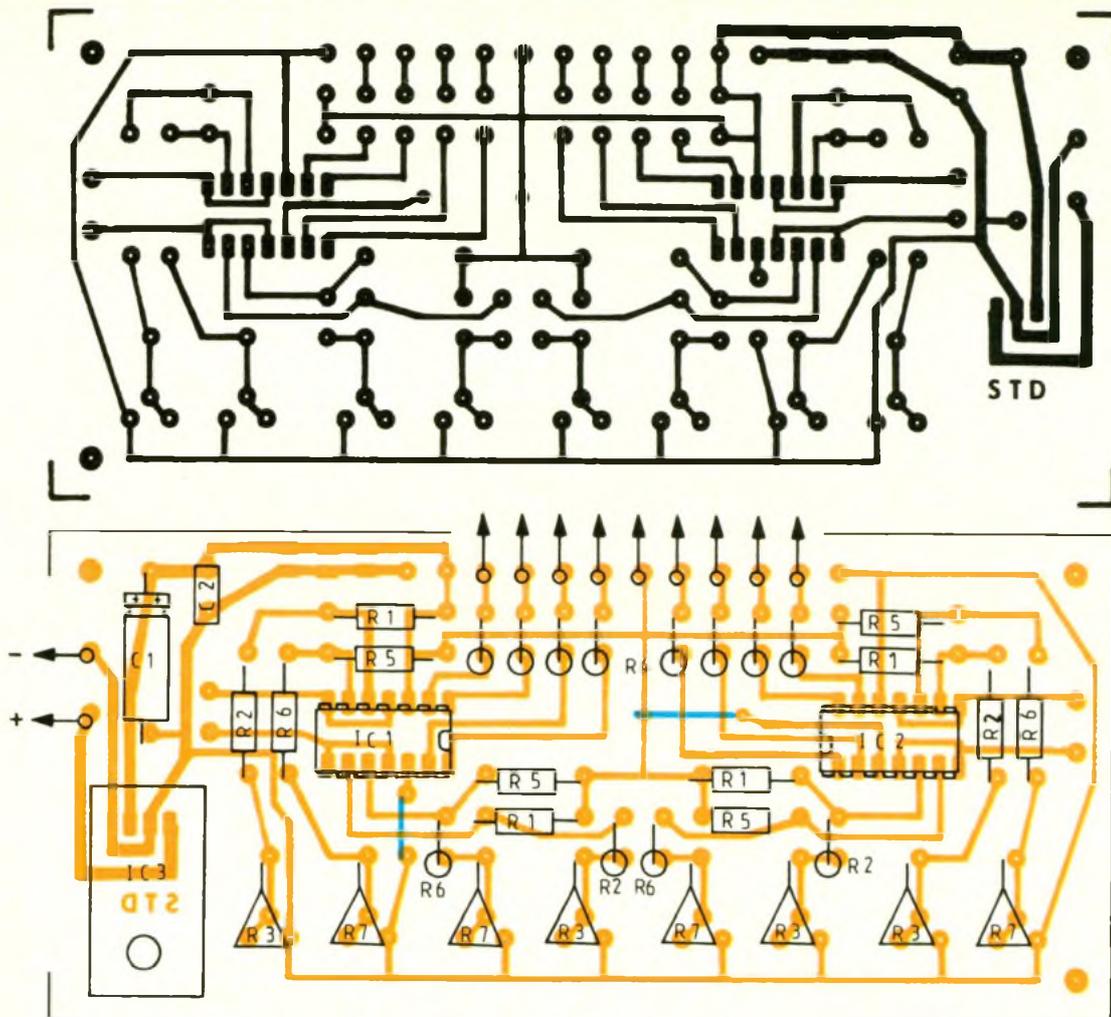
Pour la marche avant, le pont diviseur de tension R_1 , R_2 et R_3 permet d'obtenir une plage réglable entre 2,5 V et 2,9 V. Pour la marche arrière, on obtient une variation comprise entre 2,1 V et 2,5 V, le neutre étant fixe à 2,5 V.

Il est à signaler que le type de comparateur choisi (LM 339), comme beaucoup d'autres, dispose d'une sortie à collecteur ou-



1

Schéma de l'indicateur de sens de marche (pour une voie)

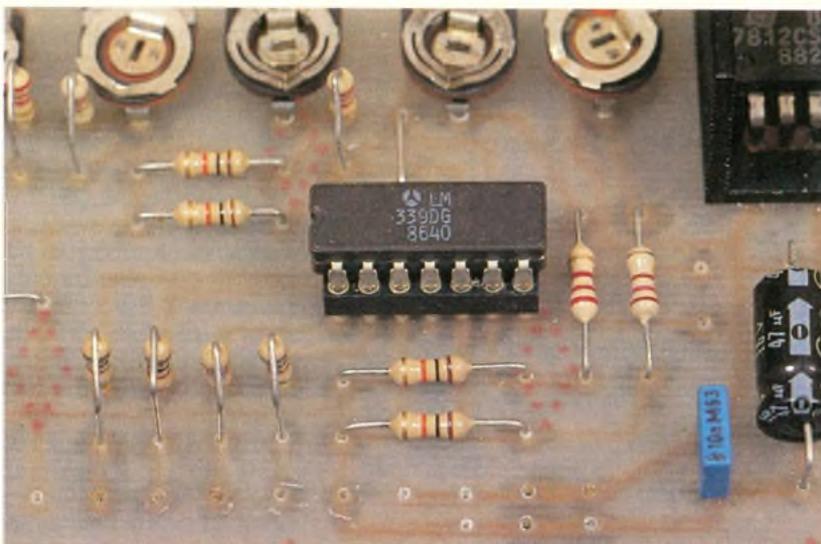


vert. Ceci signifie que celle-ci se constitue d'un transistor NPN où l'émetteur est relié à la masse et où le collecteur constitue la borne de sortie. La charge de ces transistors est

constituée d'une LED et d'une résistance de limitation de courant (10 mA environ).

La première LED correspond à la marche avant et la seconde à la marche arrière.

Photo 2. - Le LM 339 intègre quatre comparateurs dont la sortie est à collecteur ouvert.



REALISATION PRATIQUE

Le tracé du CI est donné à la figure 2. On utilisera de préférence un support époxy et du perchlore de fer pour la gravure.

L'implantation des composants apparaît en figure 3.

La platine proposée en figure 2 est prévue pour supporter deux circuits intégrés LM 339 qui comportent chacun quatre comparateurs de tension. Il est donc possible d'indiquer le sens de marche de quatre locomotives.

Sont prévus également les emplacements pour les ajustables de réglage des seuils ainsi qu'un régulateur de tension, monté sur refroidisseur, permettant d'offrir une tension régulée de 12 V pour l'alimentation des diverses platines du STD.

On commencera par souder les résistances, les condensateurs se rapportant au régulateur de tension, les ajustables (2 seulement si l'on procède au repi-

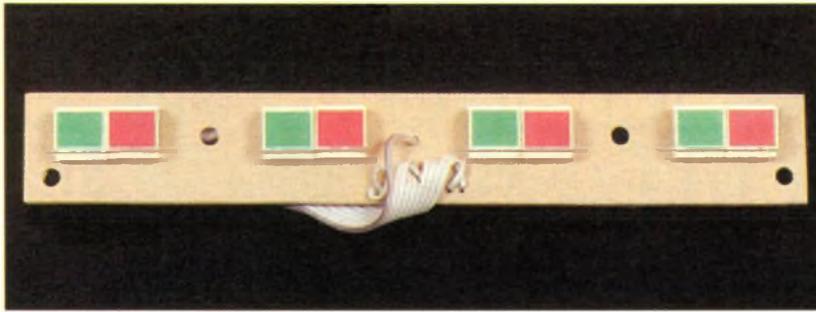


Photo 3 – L'auteur a réalisé une petite carte pour supporter les LED de signalisation.

quage des seuils), les deux supports de circuit intégré, et pour finir le régulateur monté sur son refroidisseur.

Il faudra ensuite connecter les LED selon l'une des deux méthodes suivantes : câblage séparé de chaque LED au moyen de fils souples ou montage sur un circuit imprimé qui sera relié au circuit principal par un morceau de fil en nappe.

Toutes les anodes seront à relier ensemble, et le commun (anode commune) sera connecté au

+ 12 V. Les cathodes de chaque LED seront branchées aux sorties correspondantes.

Pour le câblage de celles-ci, on se reportera au brochage du LM 339 indiqué à la fin de l'article. L'ordre de branchement sur les sorties des comparateurs dépendra de l'ordre de branchement des entrées.

Les entrées seront à relier directement sur le module du codeur STD à l'endroit des connexions des potentiomètres de voie.

La platine est prévue pour sup-

porter le module du codeur (même largeur), et il devient donc plus facile d'effectuer les interconnexions électriques.

Jean-Luc TISSOT

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

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

R_2 : 2,7 k Ω , 1/4 W (rouge, violet, rouge)

R_4 : 1 k Ω , 1/4 W (marron, noir, rouge)

R_6 : 2,2 k Ω , 1/4 W (rouge, rouge, rouge)

R_3, R_7 : ajustable horizontale ou verticale 470 Ω

C_1 : 2,2 μ F 16 V axial

C_2 : 10 nF, 63 V, pas de 5,08 mm

CI_1, CI_2 : LM 339

CI_3 : 7812

D_1 : LED de couleur au choix

D_2 : LED d'une autre couleur

Refroidisseur pour boîtier TO 220

Fil de câblage, époxy, soudure, etc.

Multimètres analogiques/numériques

MAX 1000 - MAX 2000 - MAX 3000

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

GARANTIE 3 ANS

Multimètres série MAX



La mesure efficace



**CHAUVIN
ARNOUX**

190, rue Championnet 75876 PARIS Cedex 18 - France

Tél. 33 (1) 42 52 82 55

Telex 772081 - Télécopieur 33 (1) 46 27 73 89

**Documentation
sur demande**

UN DETECTEUR DE NON FERMETURE DE PORTE DE CONGELATEUR



Voici un montage simple et à la portée de tous. Il rendra service à tous les distraits qui oublient de refermer la porte de leur congélateur ou de leur réfrigérateur. Mais il peut également être détourné de sa mission originale et constituer un signal d'alarme à enclenchement temporisé en contrôlant la fermeture d'un contact quelconque.

LE PRINCIPE

Le montage se raccorde directement, en parallèle, sur l'ampoule du congélateur ou du réfrigérateur. En ouvrant la porte, le dispositif est alors alimenté. Au bout d'une durée réglable de quelques secondes à près de deux minutes, un buzzer émettant un énergique « bip-bip » entre en action et ne cesse que si l'on referme la porte.

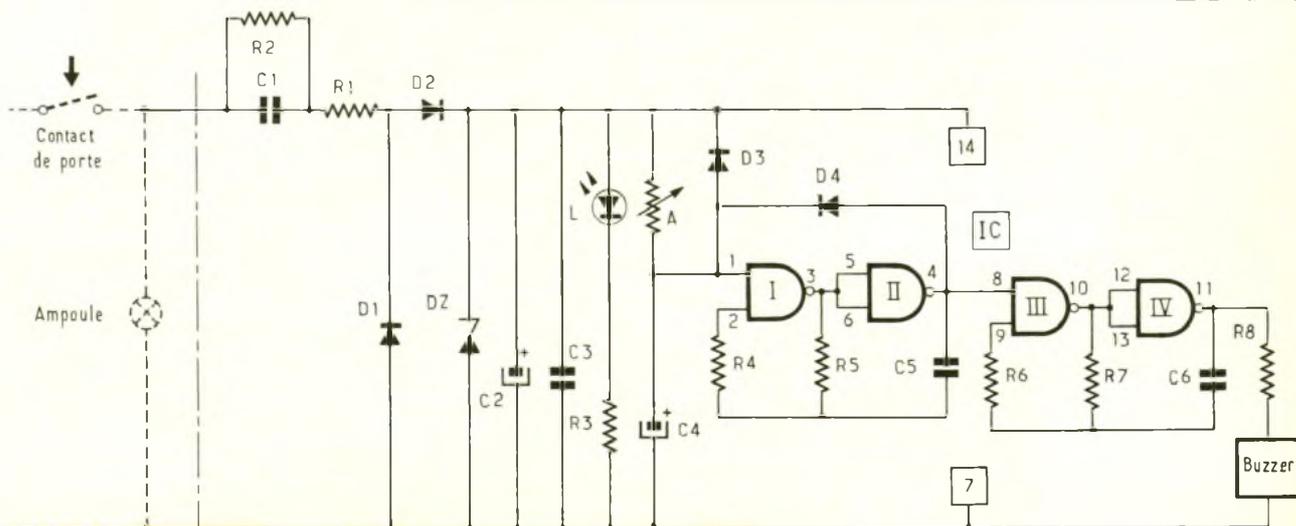
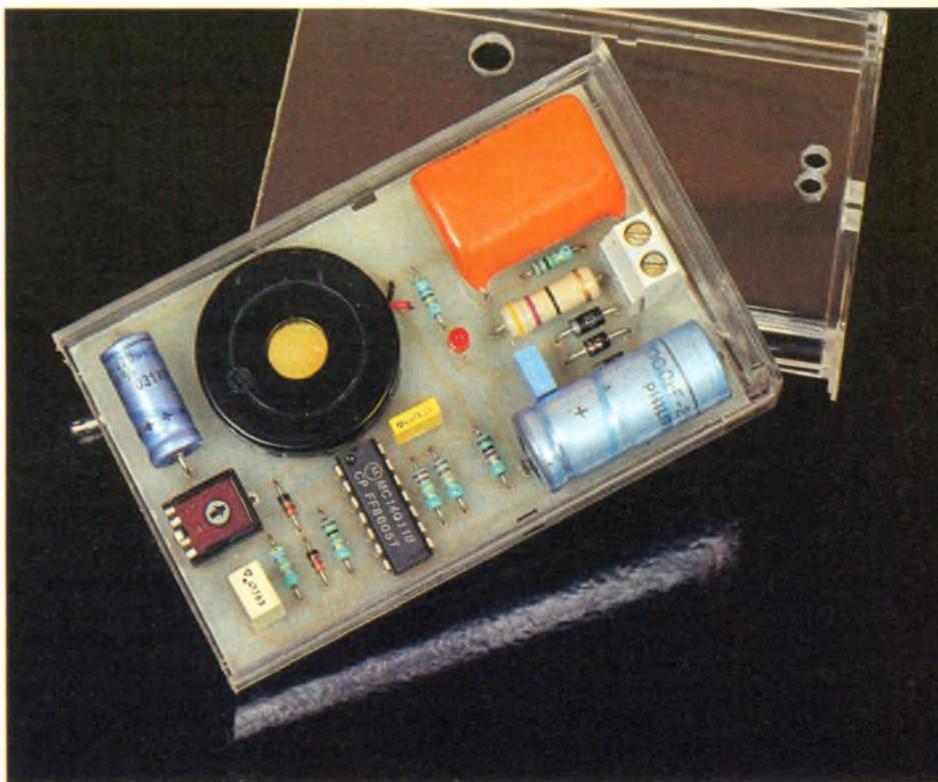
De plus, il s'agit d'un montage très économique, étant donné qu'en dehors de toute ouverture de porte il ne consomme aucune énergie.

LE FONCTIONNEMENT

(fig. 1 et 2)

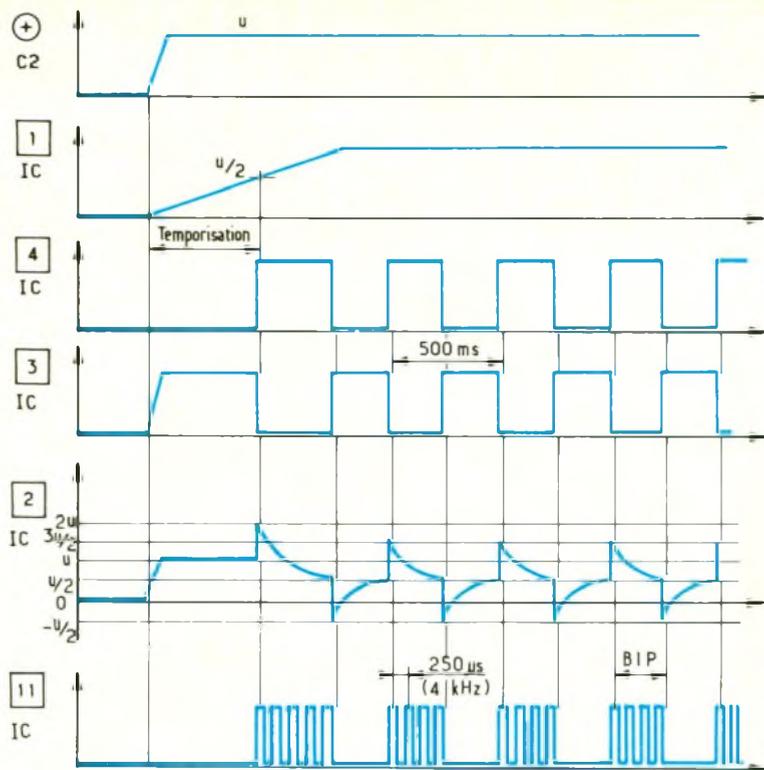
a) Alimentation

L'énergie nécessaire au fonctionnement du dispositif est directement prélevée du 220 V disponi-



Installation d'éclairage du congélateur ou du réfrigérateur

1 Le schéma de principe s'articule autour d'un très classique 4011, associé à un buzzer.



ble aux bornes de la douille de l'éclairage du congélateur, sans l'intermédiaire d'un transformateur. Le courant transite par le biais d'un couplage capacitif assuré par C_1 , à travers une résistance de limitation R_1 .

Lors d'une alternance, le courant charge la capacité électrolytique C_2 , avec un écrêtage, effectuée par la diode zener de 10 V, et en transitant par la diode D_2 .

Lors de l'alternance suivante, toute la partie située en aval de l'anode de D_2 se trouve shuntée par la diode D_1 qui permet ainsi à C_1 de se décharger afin d'être prête à transmettre l'alternance suivante.

La résistance de valeur importante R_2 effectue la décharge C_1 dès que le montage n'est plus sous tension. Cette disposition évite à l'amateur imprudent qui toucherait une connexion ou une piste du circuit imprimé d'être la victime d'une désagréable secousse une fois le montage débranché.

Enfin, la capacité C_3 , de faible valeur, assure le découplage de l'alimentation du montage aval d'utilisation.

Dès que l'on branche le montage, on enregistre un potentiel continu d'environ 10 V sur l'armature positive de C_2 . La présence de cette tension est maté-

rialisée par l'allumage de la LED rouge L dont le courant est limité par R_3 .

b) Temporisation avant enclenchement

Les portes NAND I et II constituent un multivibrateur astable commandé. Tant que l'entrée 1 est soumise à un potentiel dont la valeur est inférieure à la demi-tension d'alimentation, cet oscillateur est bloqué. En effet, la sortie de la porte I est à un état haut tandis que celle de la porte II présente un état bas permanent.

Dès la mise sous tension du montage, et au fur et à mesure de la charge de C_4 à travers l'ajustable A, le potentiel sur l'entrée de commande du multivibrateur croît. Quand il atteint la demi-tension d'alimentation, la porte I bascule : sa sortie passe à l'état bas tandis que celle de la porte II passe à l'état haut. La capacité C_5 se charge alors à travers R_5 , si bien que le potentiel mesuré sur l'entrée 2 décroît progressivement. Dès qu'il arrive à la demi-tension d'alimentation, la porte I bascule encore : sa sortie repasse à l'état haut et celle de la porte II passe à l'état bas. La capacité C_5 se charge alors dans l'autre sens, toujours par l'intermédiaire de R_5 . Le potentiel

sur l'entrée 2 croît ; dès la valeur de la demi-tension d'alimentation, la porte I bascule, et ainsi de suite. Les oscillogrammes de la figure 2 illustrent les évolutions des différents potentiels de ce multivibrateur astable.

On peut définir, par le calcul, la durée de la temporisation avant enclenchement de cet oscillateur. En effet, la relation qui relie l'évolution du potentiel sur l'armature positive de C_4 en fonction du temps est la suivante :

$$u = u_0 \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right)$$

u_0 : potentiel positif de l'alimentation.

t : temps en secondes de la charge de C_4

C : capacité en farads du condensateur

R : résistance en ohms de la résistance de charge

e : base du logarithme népérien ($e \approx 2,7$)

Le problème consiste alors à déterminer le temps « t » au bout duquel le potentiel u atteint la valeur $u_0/2$, c'est-à-dire qu'il faut résoudre l'équation :

$$\frac{u_0}{2} = u_0 (1 - e^{-t/RC}) \rightarrow 2 - 2e^{-t/RC} = 1 \rightarrow 2e^{-t/RC} = 1$$

ce qui donne :

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

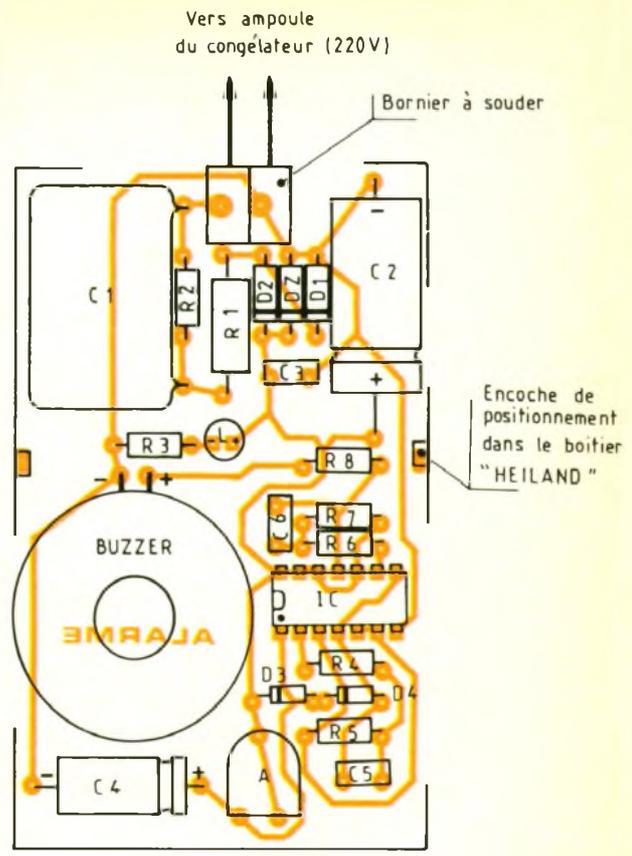
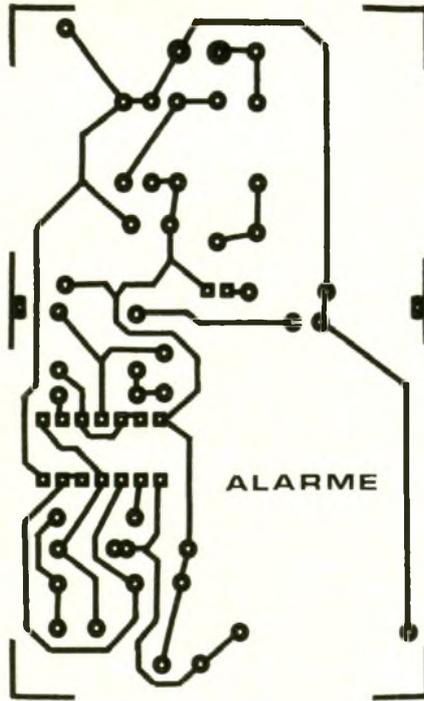
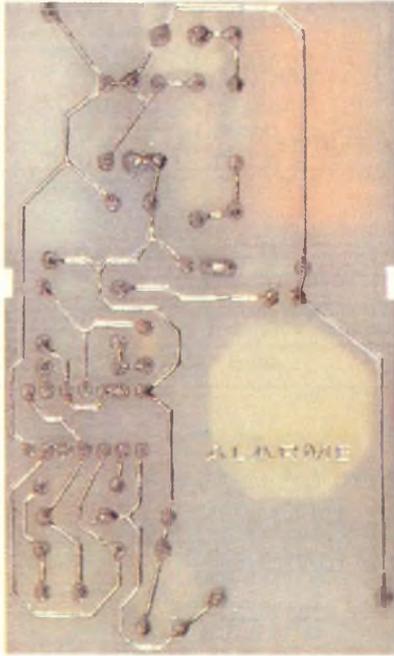
Or, $\ln 2$ (logarithme népérien) = 0,69314718.

En conséquence :

$$t \approx 0,7 RC$$

Ainsi, si le curseur de l'ajustable A est positionné à mi-course ($R = 470 \text{ k}\Omega/2 = 235 \text{ k}\Omega$) la temporisation est égale à 36 secondes.

La diode D_4 apporte, au moment du démarrage du multivibrateur, un surcroît de potentiel sur l'entrée 1, ce qui permet un basculement plus franc de la porte NAND I. Le début de la signalisation sonore devient ainsi plus net. Quant à la diode D_3 , elle shunte l'ajustable A lorsque l'on coupe l'alimentation et, de ce fait, permet une décharge plus rapide de la capacité C_4 . Ainsi, en cas de réouverture immédiate de la porte du congélateur, le temporisateur fonctionne à nouveau dans de bonnes conditions et reste calé sur la même valeur de réglage.



c) Dispositif sonore

Dès que la temporisation après mise sous tension est atteinte,

des oscillations deviennent donc disponibles sur la sortie du multi-vibrateur NAND I et II. La période de ces créneaux est définie par la

relation $T \approx 2,2 \times R_5 \times C_5$. Dans le cas présent, cette période est de l'ordre de 0,5 seconde, ce qui correspond à une fréquence de

Selectronic

BP 513 59022 LILLE Tél. : 20.52.98.52

NOUVEAUTÉS

MODULE SUBMINIATURE DE DETECTION I.R. SGM 5910

A peine plus grand qu'un timbre-poste, ce nouveau module est équipé d'origine d'une lentille de FRESNEL hémisphérique
 Dim : 30 x 35 mm e = 22 mm
 - Alim : 5 à 10 V/1mA
 - Temporisation laissée au choix de l'utilisateur
 - Portée : 6 m. Sortie : collecteur ouvert
 Idéal pour l'allumage automatique de lampes, ouverture de portes, surveillance, etc. (Ne convient pas pour système d'alarme)
 2 versions sont disponibles :

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

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

- Montage en plafonnier : SGM 5910 SB
 Cône de détection de 100° d'ouverture.

Détecte sur 360° en horizontal
 Le module SGM 5910 SB 121.9415 **149,50 F**

COFFRET SIG-BOX :

Il remplace désormais le coffret GIL - BOX - Même utilisation

Pour lentille CE 24/CE 26

Dimensions : 103 x 52 x 62 mm

Couleur : crème

le coffret SIG-BOX 121.9379 **30,00 F**



GENERATEUR DE FONCTIONS WOBBLER

(Décrit dans ELEKTOR 143)

Le générateur que l'on attendait avec impatience !

- Gamme de fréquence : 10 Hz à 200 kHz en 4 gammes

- Fréquence de balayage : 0,1 à 100 Hz

- Sinus, carré, triangle

- Taux de distorsion en sinus : < 0,5 %

- Impédance de sortie : 50 Ω

- Etc...

Fourni avec coffret percé et sérigraphié, alimentation, boutons et accessoires

Le kit complet 121.9350 **739,00 F**



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

CONDITIONS GÉNÉRALES DE VENTE : Voir notre publicité annexe

FIATLUX

Système miniature d'allumage automatique de lampes, basé sur le SGM 5910 décrit ci-contre
 - Minuterie programmable intégrée
 - P max. 800 W
 - Dimensions : 85 x 56 x 35 mm
 La solution à vos problèmes de couloir, palier, etc...

Le Kit complet avec boîtier :

Version Murale 121.9346 **249,00 F**

Version Plafond 121.9353 **249,00 F**



GENERATEUR DE COURANT

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

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

- De 1 mA à 1,2 A réglable par potentiomètre multitours

- Affichage LCD

Le kit complet avec tôle percée et sérigraphiée

121.9340 **825,00 F**



KIT VOLTMETRE + AMPEREMETRE NUMERIQUE A LED



Ce double module d'affichage 1000 points à LED vous sera précieux pour mesurer simultanément une tension et un courant (0 à 999,9 V et 0 à 999 A)

- Encombrement : 48 x 158 mm

- Fourni avec : fenêtre spéciales, pleux rouge, etc.

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

POURQUOI S'EN PRIVER ?

L'OSCILLOSCOPE CI 94

+ KIT D'EXTENSION

BICOURBE

+ SONDE

..... 121.0087 **1350,00 F**
FRANCO



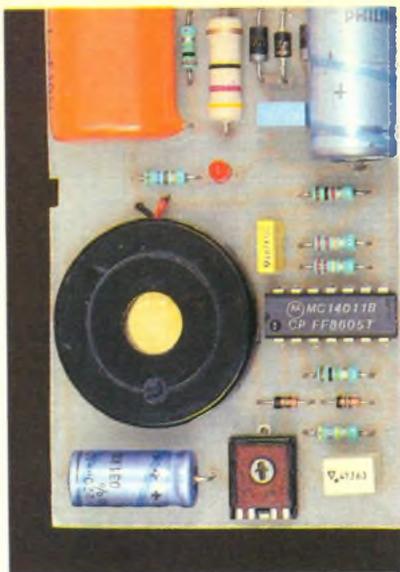


Photo 3. – Gros plan sur le buzzer.

2 Hz. La valeur de R_4 n'entre pas dans la détermination de la période ; on la choisit généralement de façon à représenter de deux à dix fois celle de R_5 . Elle confère au montage une meilleure fiabilité. Il convient également de noter qu'en raison du mode de fonctionnement de la capacité C_5 , celle-ci ne saurait être du type polarisé.

Les portes NAND III et IV forment à leur tour un multivibrateur astable commandé. Pour chaque état haut issu du premier multivibrateur et présenté sur l'entrée de commande 8, l'oscillateur NAND III et IV génère des créneaux dont la période est définie par les valeurs de R_7 et de C_6 . Ces créneaux, de l'ordre de 3 à 4 kHz, font vibrer la membrane d'un buzzer piézo-électrique, qui se trouve raccordé sur la sortie de la porte IV par l'intermédiaire de la résistance R_8 .

La sonorisation émise est alors une série de « bip », au rythme des oscillations du multivibrateur NAND I et II.

LA REALISATION

a) Circuit imprimé (fig. 3)

De configuration très simple, il peut être reproduit par simple application des différents éléments de transfert Mecanorma sur le cuivre préalablement bien dégraissé de l'époxy. Après gravure dans le perchlorure de fer et un abondant rinçage à l'eau tiède, toutes les pastilles seraient percées à l'aide d'un foret de 1 mm de diamètre. On peut alors étamer toutes les pistes pour une meilleure conservation du circuit imprimé.

b) Implantation des composants (fig. 4)

Après la mise en place des diodes et des résistances, on implantera les capacités, l'ajustable et le circuit intégré. Attention au respect de l'orientation des composants polarisés. De même, lors de la mise en place du circuit intégré, il convient de ménager un temps de refroidissement suffisant entre deux soudures consécutives de broches. Le buzzer peut être collé directement sur le module en utilisant par exemple de l'adhésif double face.

Le montage est maintenant opérationnel et prêt à être inséré dans le boîtier Heiland. Le module reçoit, de part et d'autre des bords, une encoche de positionnement à cet effet.

Enfin, il est important de garder à l'esprit que toutes les parties conductrices de ce montage sont en permanence sous une tension de 220 V par rapport à la terre. Il est donc important de le manipuler avec précaution, en le débranchant avant toute intervention éventuelle. ■

COMPOSANTS

R_1 : 47 Ω /1 W (jaune, violet, noir)

R_2 : 1 M Ω (marron, noir, vert)

R_3 : 560 Ω (vert, bleu, marron)

R_4 : 1 M Ω (marron, noir, vert)

R_5 : 470 k Ω (jaune, violet, jaune)

R_6 : 220 k Ω (rouge, rouge, jaune)

R_7 : 22 k Ω (rouge, rouge, orange)

R_8 : 1 k Ω (marron, noir, rouge)

A : ajustable de 470 k Ω (noyau isolé), implantation horizontale, pas de 5,08

D_1 et D_2 : 2 diodes 1N4004, 1N4007

D_3 et D_4 : 2 diodes signal 1N4148, 1N914

D_Z : diodes Zener de 10 V, 1,3 W

L : LED rouge \varnothing 3

C_1 : 1 μ F/400 V, mylar

C_2 : 1 000 μ F/16 V, électrolytique

C_3 : 0,22 μ F, milfeuil

C_4 : 220 μ F/16 V, électrolytique

C_5 : 0,47 μ F, milfeuil

C_6 : 4,7 nF, milfeuil

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

Bornier soudable de 2 broches

Buzzer (sans oscillateur incorporé)

Boîtier « Heiland » coupé à la longueur du module

LES 50 PRINCIPAUX CIRCUITS INTEGRES

FICHES TECHNIQUES ET APPLICATIONS



LES 50 PRINCIPAUX CIRCUITS INTEGRES

ROBERT KNOERR

Editions Techniques et Scientifiques France

ETSF

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

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

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

E.T.S.F. Prix : 193 F

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

UN TESTEUR DE GAIN DE TRANSISTOR

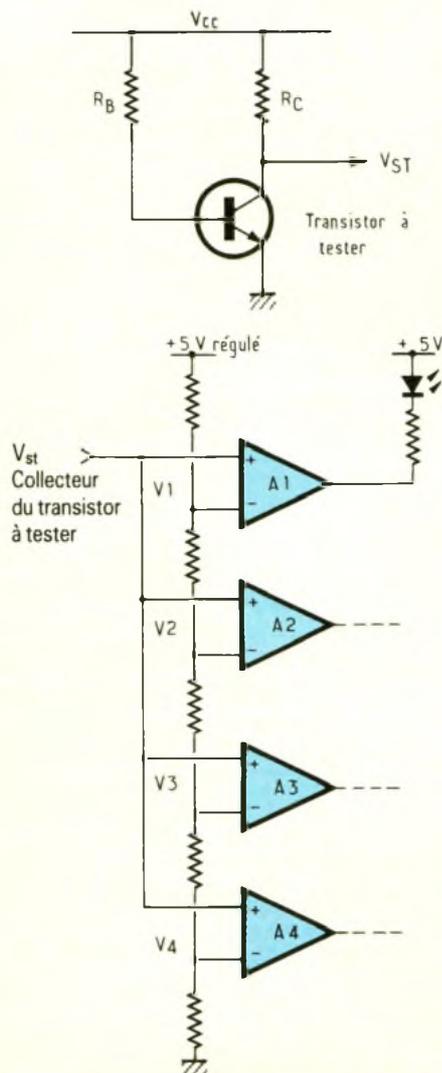


Ce montage a pour rôle dévolu de permettre la détermination du gain d'un transistor, tout en indiquant son type (NPN ou PNP). Simple d'emploi et autonome, il trouvera son utilité au laboratoire.

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

1 - Mesure (fig. 1) :

Si on alimente un transistor avec une résistance de base et une résistance de collecteur, on obtient aux bornes de R_C , une tension V_{st} (tension de sortie du transistor à tester).



A présent, gardons les résistances et changeons le transistor. On obtient une tension V_{st} différente, fonction du gain, en fait. On remarque que si BETA augmente, V_{ce} donc V_{st} diminue dans les mêmes proportions. Ce qui implique que V_{st} est inversement proportionnelle au BETA.

2 - Affichage du BETA :

Le principe est le suivant :
Gamme **X1** : si BETA est supérieur à

- 10 \Rightarrow 1 LED allumée
- 15 \Rightarrow 2 LED allumées
- 25 \Rightarrow 3 LED allumées
- 50 \Rightarrow 4 LED allumées

Gamme **X10** : si BETA est supérieur à :

- 100 \Rightarrow 1 LED allumée
- 150 \Rightarrow 2 LED allumées
- 250 \Rightarrow 3 LED allumées
- 500 \Rightarrow 4 LED allumées

L'allumage des LED s'effectue à l'aide d'AOP montés en comparateurs (fig. 2). Si la tension V_{st} est supérieure à V_1 , donc ($e_+ - e_-$) positive, la sortie de A_1 devient positive et la LED reste éteinte. Si le gain est supérieur à 10, alors V_{st} reste inférieure à V_1 . La tension différentielle d'entrée de A_1 devient négative et la tension de sortie passe à 0 V. Ce qui allume la LED correspondante, et ainsi de suite pour les quatre gains.

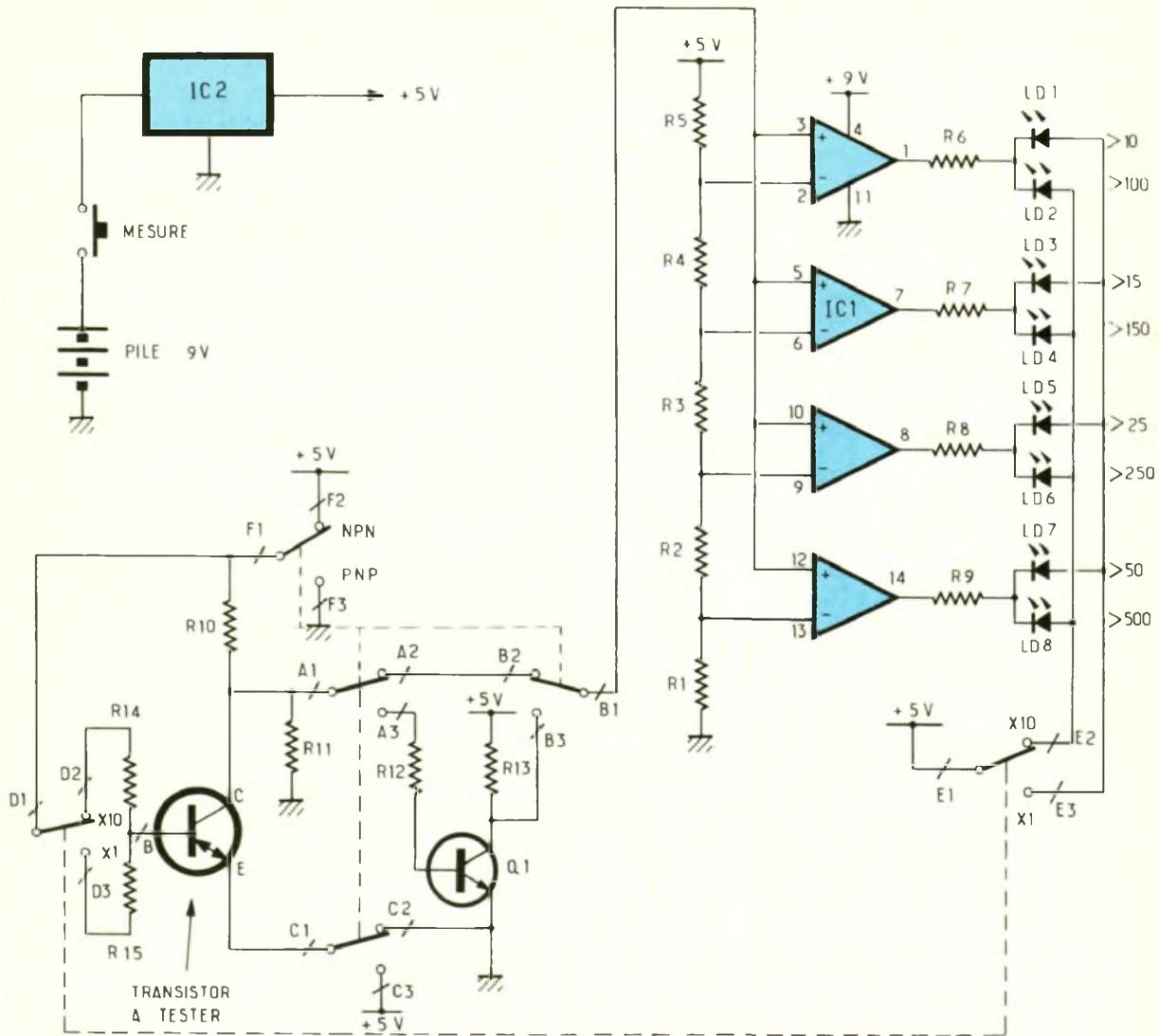
Les seuils sont obtenus simplement par un pont diviseur de tension, alimenté par le 5 V réglé.

ETUDE DU SCHEMA : (fig. 3)

Pour obtenir les deux calibres X1 et X10, il suffit d'attaquer le transistor à tester par des résistances

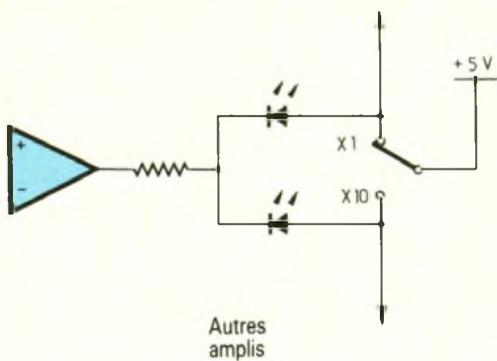
3

Schéma électronique complet du contrôleur.



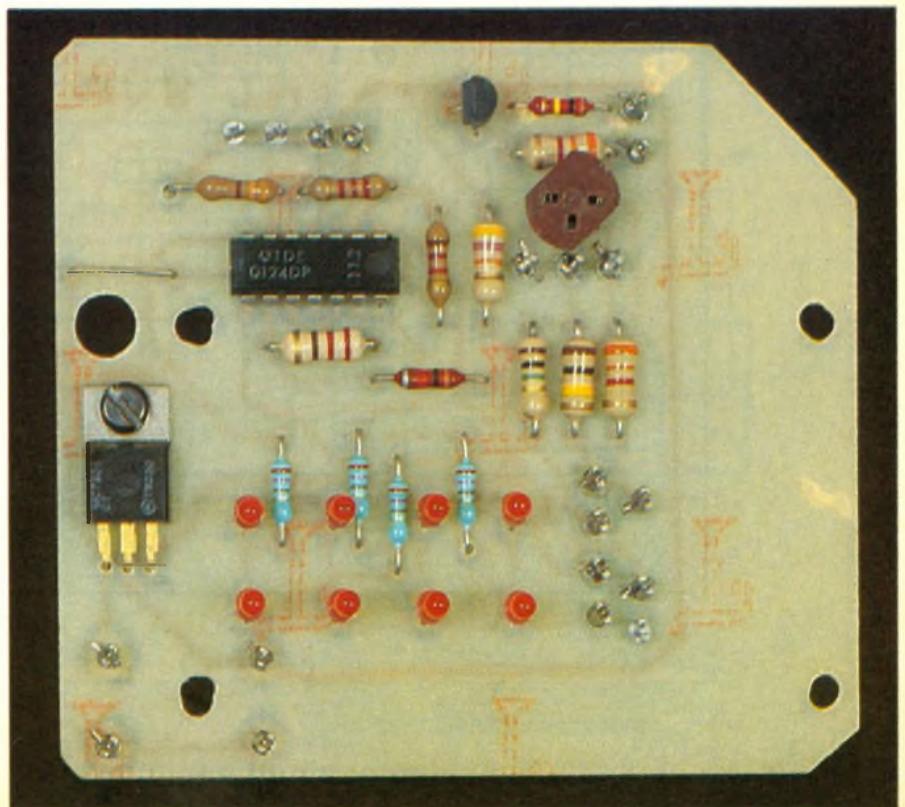
4

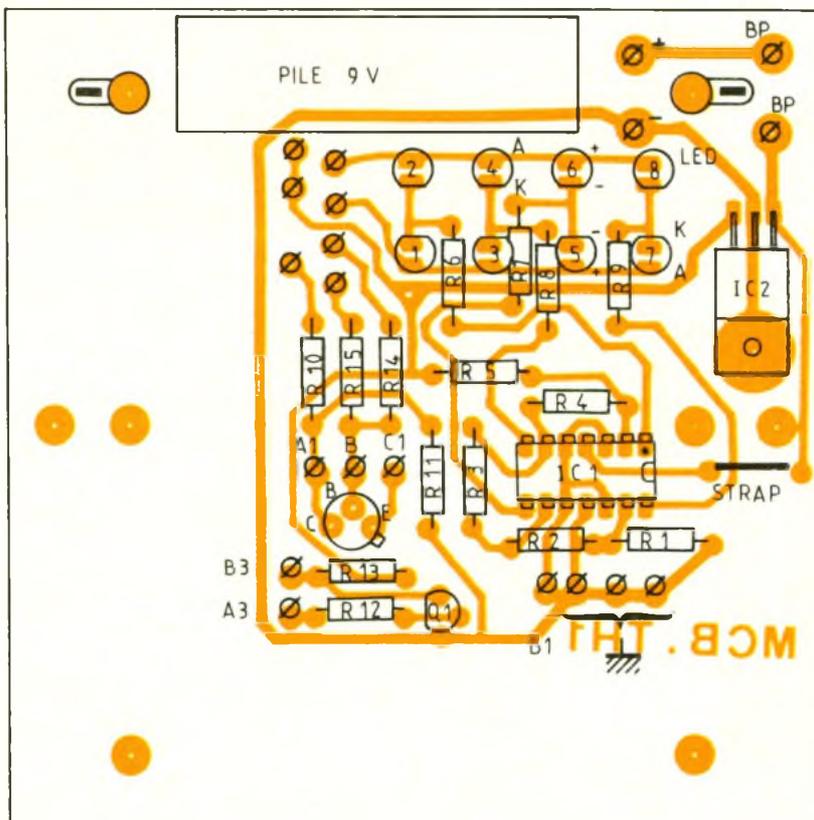
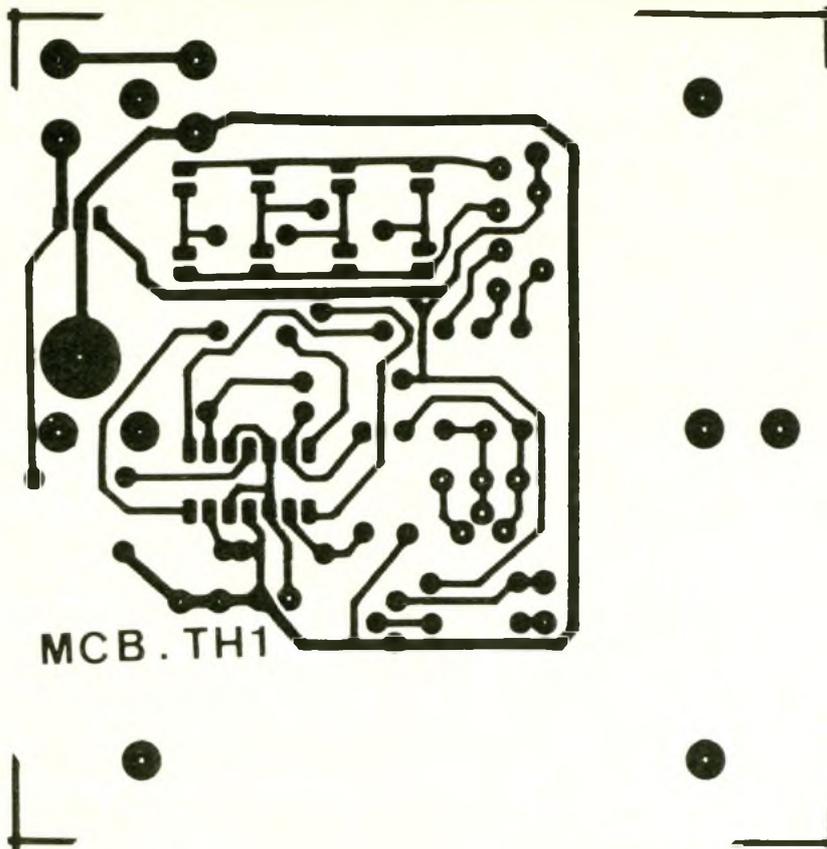
Commutation de l'affichage des gammes de mesure



de base ayant un rapport de 10 ($R14/R15 = 10$). Afin d'éviter une échelle multiple, le commutateur de gamme sélectionne une rangée de LED (fig. 4). Le commutateur de type (NPN/PNP) inverse les courants

Photo 2. - Le support de test du transistor pourra être directement soudé sur l'époxy.





du transistor à tester. Dans le cas du PNP, on remarquera que la tension est inversée (par Q₁), cela pour conserver le même sens d'affichage.

Un bouton-poussoir assure l'alimentation du montage pour effectuer la mesure. Cela évite d'oublier le montage sous tension et oblige à connecter le transistor à tester hors tension.

Le régulateur permet d'obtenir une tension de référence indépendante de l'état de la pile, qui malgré tout souffrira peu.

REALISATION PRATIQUE

a) Le circuit imprimé (fig. 5)

On utilisera de préférence un support en matière époxy, beaucoup plus solide et résistant aux assauts de l'électronicien que la Bakélite. Vu la simplicité du C.I., il sera possible de redessiner sur le cuivre, préalablement dégraissé, le tracé à l'aide de bandes et de pastilles, type Mécanorma.

La gravure sera effectuée à l'aide de perchlorure de fer tiède, préalablement chauffé au bain-marie. En effet, l'attaque s'effectue plus rapidement aux alentours de 40 °C.

Après un rinçage abondant à l'eau claire, on procédera à l'opération de perçage, à l'aide d'une mini-perceuse et de forets 0,8 de diamètre et 1 mm pour les composants, 1,2 mm pour les cosses-poignard.

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

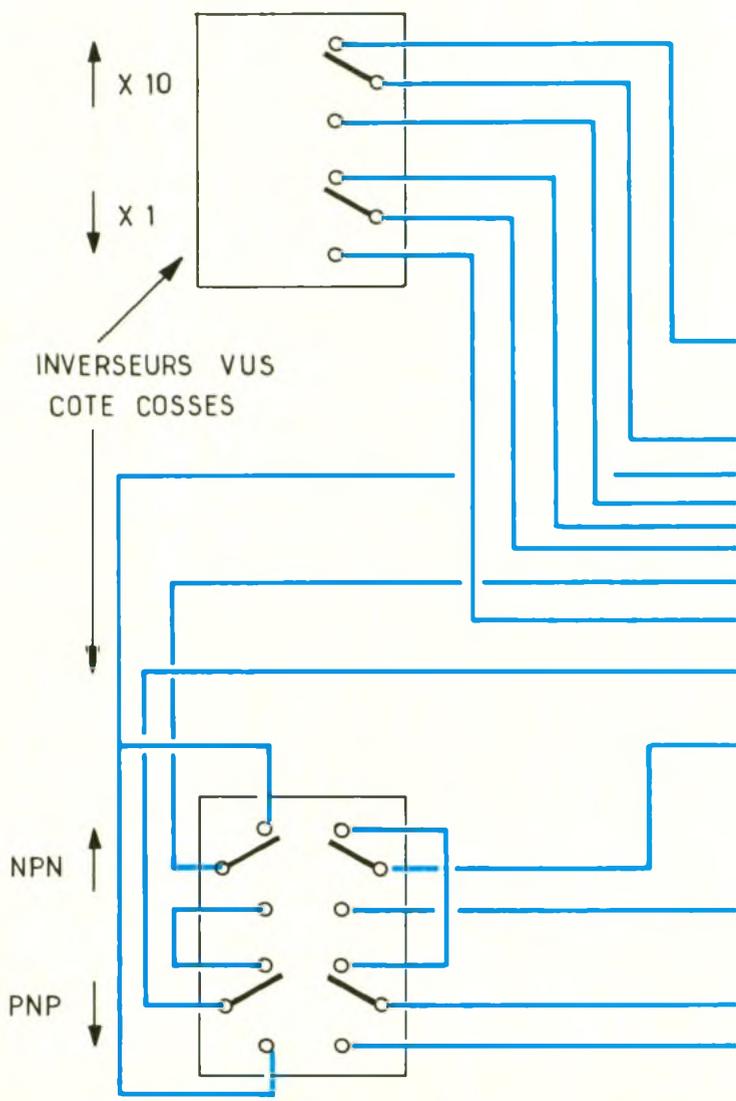
On insérera tout d'abord l'ensemble des résistances, puis le support de CI, et les cosses-poignard, pour finir par Q₁ et IC₂.

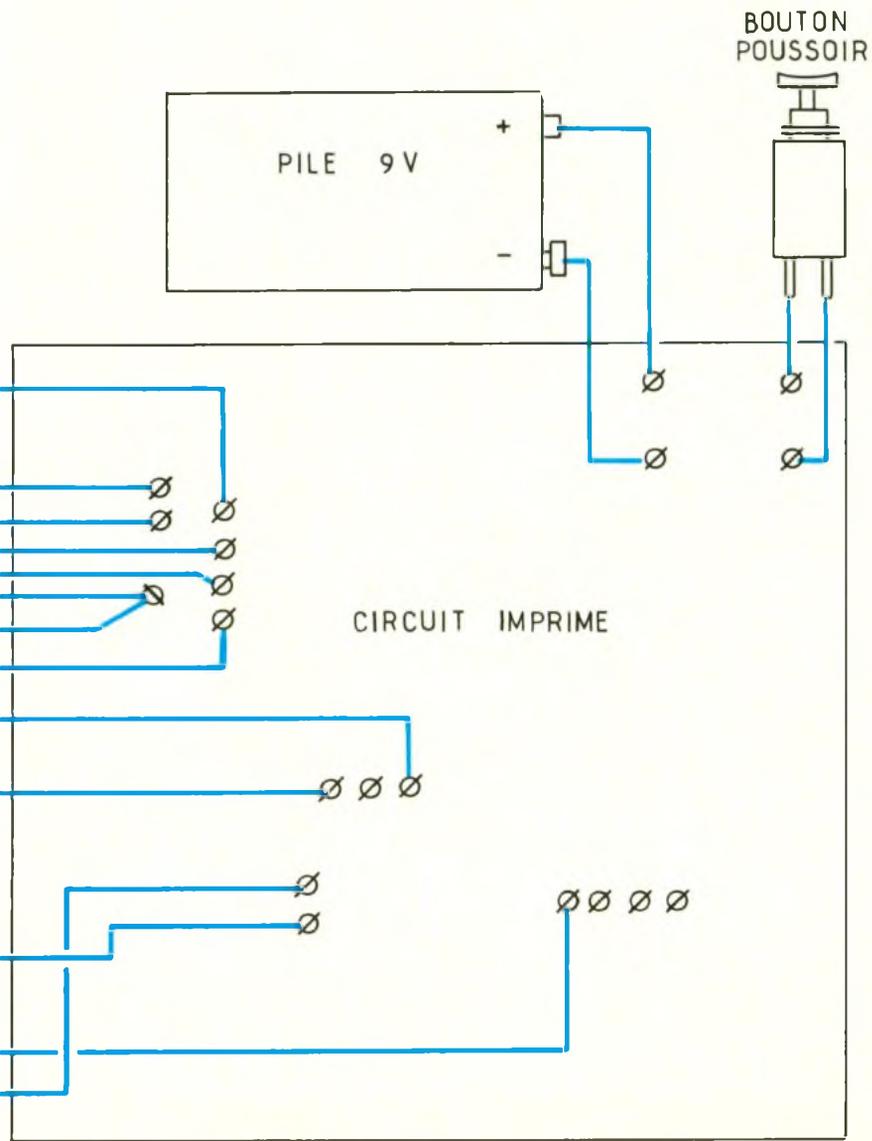
La figure 7 donne le câblage de la maquette.

Les douilles-banane de 2 mm permettent le contrôle des transistors de puissance. Pour s'y connecter, il suffit de réaliser trois petits cordons, équipés chacun d'une fiche-banane et d'une mini-pince-crocodile.

Aucun réglage ne sera à effectuer, l'ensemble devant fonctionner dès la mise sous tension.

P. THIENNOT





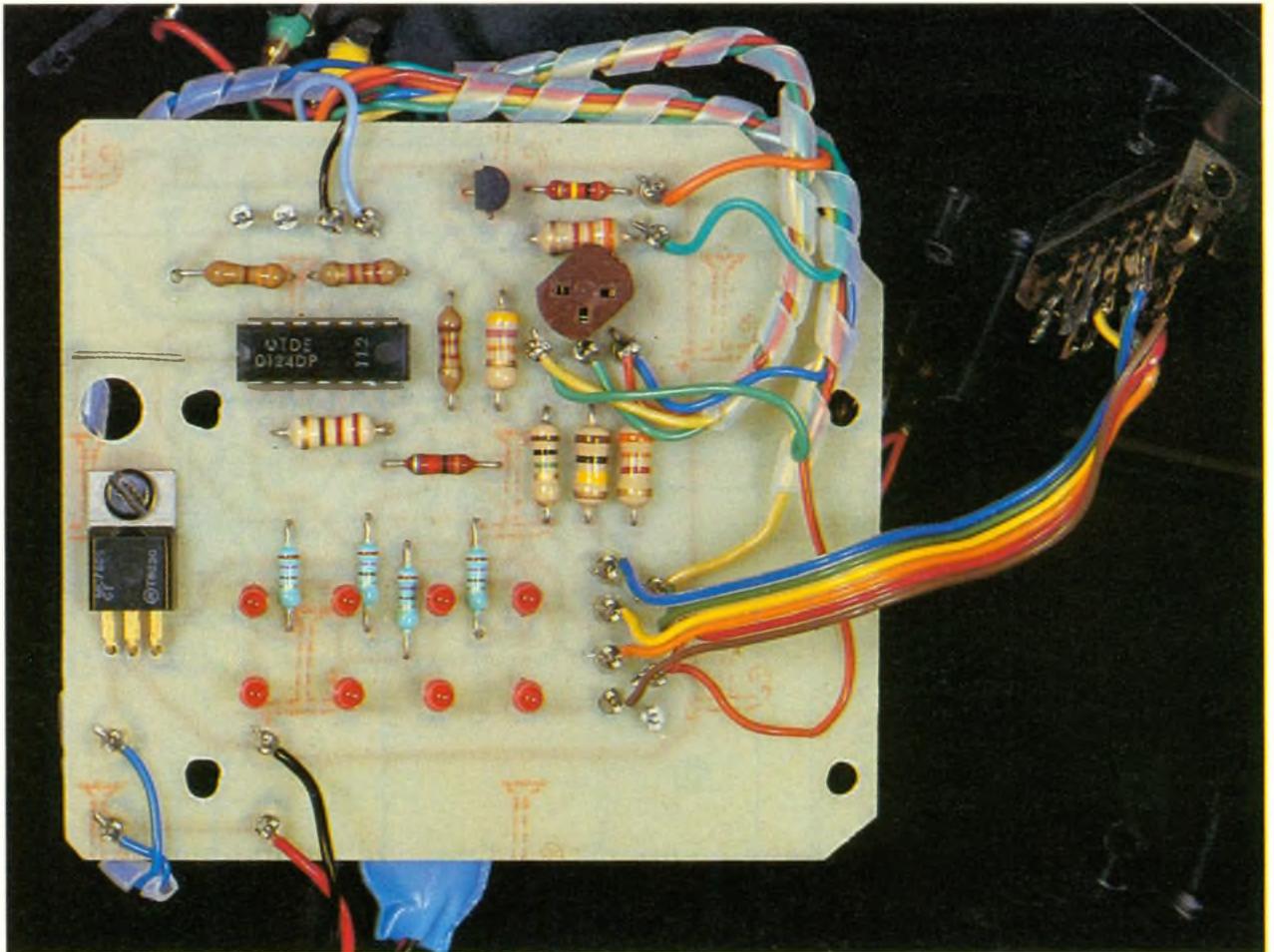


Photo 3. – Vue du circuit imprimé câblé.

LISTE DES COMPOSANTS :

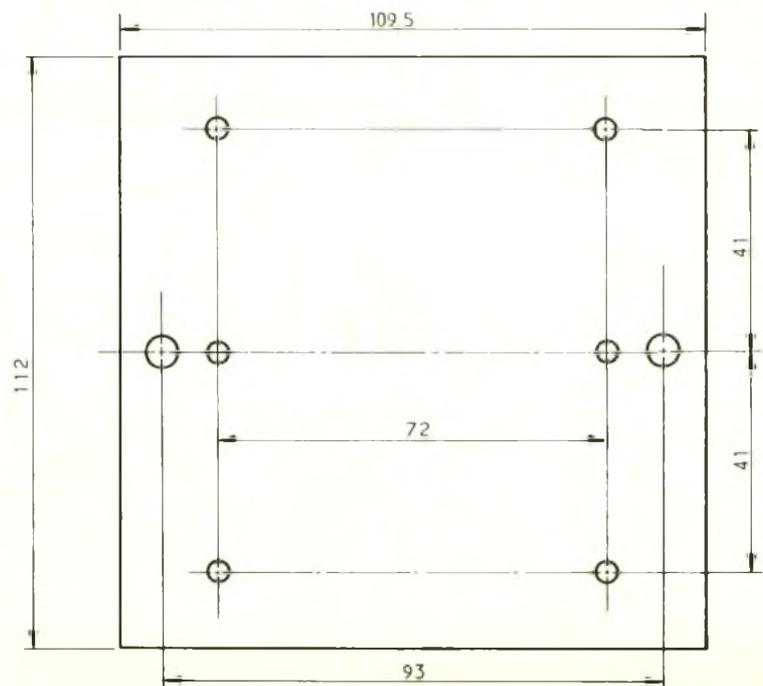
*R*₁ : 330 Ω (orange, orange, marron)
*R*₂ : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)
*R*₃ : 1,2 kΩ (marron, rouge, rouge)
*R*₄ : 220 Ω (rouge, rouge, marron)
*R*₅ : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
*R*₆ à *R*₉ : 270 Ω (rouge, violet, marron)
*R*₁₀ : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)
*R*₁₁ : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
*R*₁₂ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
*R*₁₃ : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)
*R*₁₄ : 1 MΩ (marron, noir, vert)
*R*₁₅ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)

*IC*₁ : LM324 – quadruple ampli-opérationnel
*IC*₂ : 7805 – régulateur 5 V

*Q*₁ : BC537 ou équivalent
 8 LED de couleur rouge
 Pile 9 V + connecteur pression

Bouton-poussoir (contact travail)
 Support de transistor
 3 fiches-banane de 2 mm
 3 fils avec 3 pinces-crocodile

Commutateur à 2 positions
 – 4 contacts
 Commutateur à 2 positions
 – 2 contacts



UN CHIFFREUR TELEPHONIQUE A MEMOIRE



Cet appareil est capable de mémoriser 128 numéros de téléphone, chacun pouvant comporter jusqu'à 15 chiffres. Il fonctionne suivant le principe de la numérotation par fréquences vocales, technique qui équipera dans peu de temps l'ensemble des standards téléphoniques.

Après une sélection par l'intermédiaire de roues codeuses, le numéro désiré se compose automatiquement, sans risque d'erreur. Un montage intéressant donc, qui constituera un précieux accessoire à la maison ou au bureau.



H _Z	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄
	1209	1336	1477	1633
F ₁	1	2	3	A
697				
F ₂	4	5	6	B
770				
F ₃	7	8	9	C
852				
F ₄	*	0	#	D
941				

I - LE PRINCIPE

a) La numérotation par fréquences vocales (fig. 1)

Le système de numérotation par fréquences vocales, DTMF (Dual Tone Multi-Frequency) relève au rayon des techniques dépassées le traditionnel chiffrage par impulsions dont nous avons souvent parlé dans nos colonnes.

Pour un chiffre donné, le principe consiste à générer un son musical qui est en fait le résultat d'une addition de deux fréquences de base parfaitement calibrées, ce qui donne un surcroît de fiabilité. Mais ce système a d'autres avantages :

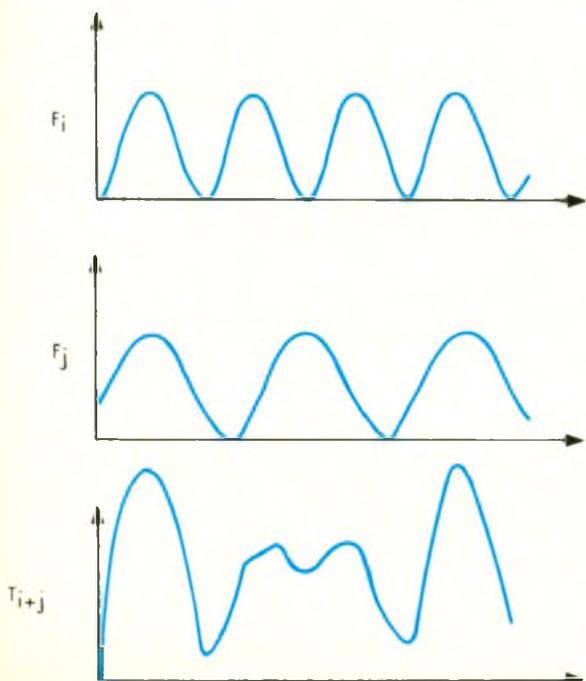
- il est possible de composer un numéro de téléphone avec les combinés de deux (ou plusieurs) postes décrochés simultanément, ce qui est impossible en numérotation par impulsions ;

- toujours dans le cas de plusieurs postes montés sur la même ligne, le tintement désagréable que produit un chiffrage sur la sonnerie du poste non décroché n'existe plus ;

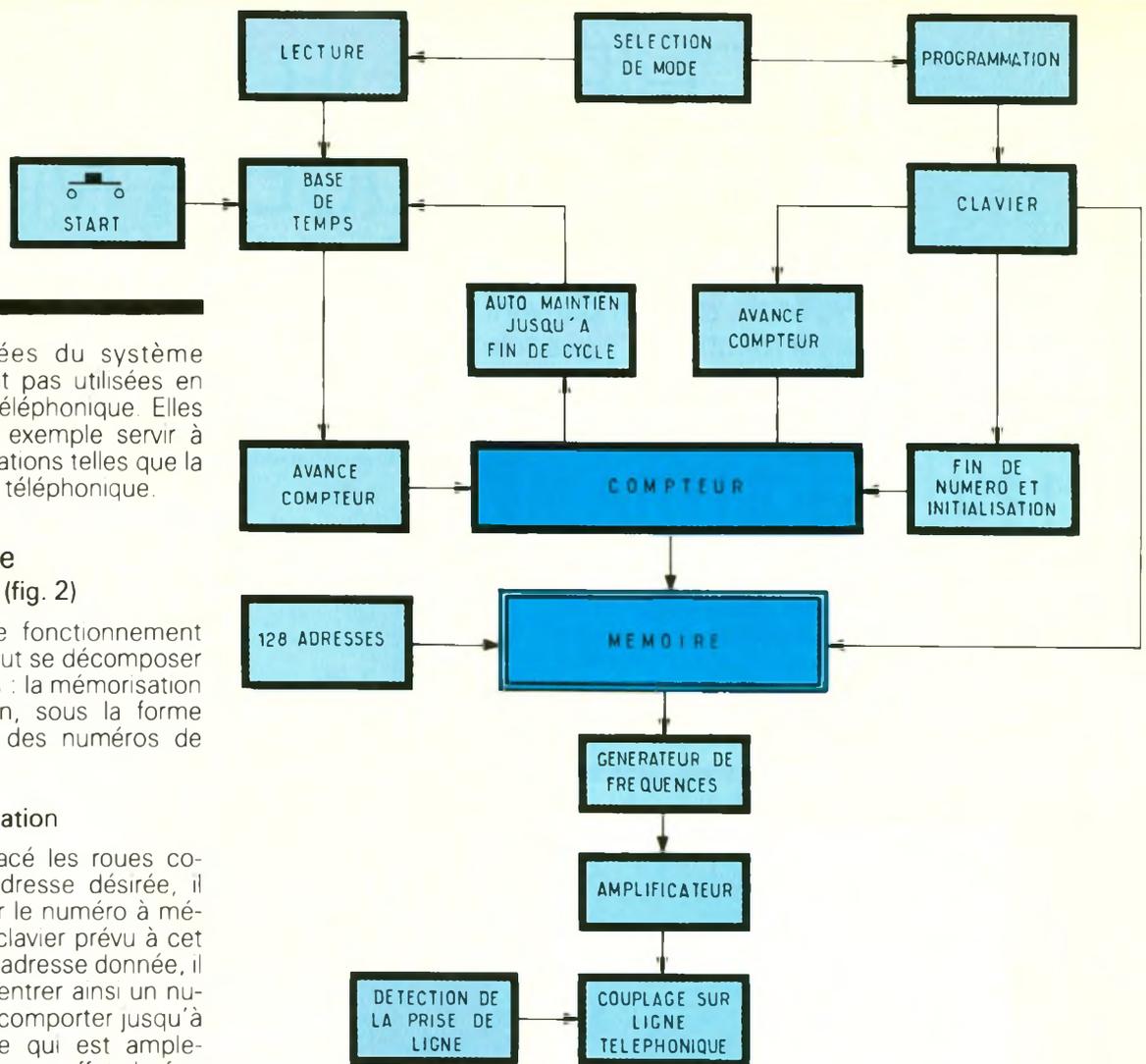
- la vitesse de composition d'un numéro de téléphone est bien supérieure à celle qui caractérise la numérotation par impulsions

Le tableau de la **figure 1** indique les combinaisons des fréquences de base pour chaque chiffre ou symbole. Ainsi le « huit » est le résultat de l'addition de deux fréquences musicales sinusoïdales de 1 336 Hz et 852 Hz. Les valeurs retenues ont été choisies de manière à éviter les harmoniques qui risqueraient de générer des erreurs.

Les oscillogrammes de la même figure illustrent cette sommation de fréquences. A noter que les valeurs notées A, B, C et D, tout en correspondant à des fréquences



1 Principe de la numérotation par fréquences vocales.



ces normalisées du système DTMF, ne sont pas utilisées en numérotation téléphonique. Elles pourraient par exemple servir à d'autres applications telles que la télécommande téléphonique.

b) Le principe du montage (fig. 2)

Le principe de fonctionnement du montage peut se décomposer en deux parties : la mémorisation et la restitution, sous la forme d'un chiffage des numéros de téléphone.

1° La mémorisation

Après avoir placé les roues codeuses sur l'adresse désirée, il suffit de former le numéro à mémoriser sur le clavier prévu à cet effet. Pour une adresse donnée, il est possible d'entrer ainsi un numéro pouvant comporter jusqu'à 15 chiffres, ce qui est amplement suffisant ; en effet, la formation d'un numéro de téléphone à partir d'un poste situé en province vers la région parisienne ne requiert que 11 chiffres (16-1 suivis de 8 chiffres).

Une fois le dernier chiffre du numéro entré, il suffit, en guise de confirmation, d'appuyer sur l'une ou sur l'autre des touches * (astérisque) ou # (dièse). A noter également que toute sollicitation d'une touche a pour résultat l'émission d'un « bip » sonore de contrôle.

Le système d'adressage est basé sur la mise en œuvre de deux roues codeuses hexadécimales. Chaque roue peut occuper 16 positions différentes (0, 1, 2... 9, A, B, C, D, E et F). Il existe donc 256 positions possibles. Seules les 128 premières sont utilisées, la seconde roue codeuse étant uniquement opérationnelle pour les 8 positions 0 à 7. Les 128 adresses s'étalent donc dans un champ de numérotation hexadécimale allant de la position 00 à la position 7F.

2° Le chiffage automatique

Une fois le commutateur de sélection de mode placé dans la position convenable et après avoir sélectionné l'adresse désirée, il suffit d'appuyer sur le bouton-poussoir « START » pour que l'opération de chiffage démarre. A noter cependant que la séquence de numérotation ne peut prendre son départ que si la ligne est « prise », c'est-à-dire le combiné téléphonique décroché. Enfin, en cas de panne secteur, une pile de secours assure la sauvegarde des numéros mémorisés.

II – LE FONCTIONNEMENT

a) Alimentation (fig. 3)

En règle générale, le montage est branché en permanence sur le secteur 220 V qui fournit l'éner-

gie nécessaire au fonctionnement et à la sauvegarde des informations mémorisées. Un transformateur fournit sur son enroulement secondaire une tension alternative de 9 V dont un pont de diodes assure le redressement des deux alternances. Après un filtrage efficace effectué par la capacité C_1 , un régulateur 7805 délivre sur sa sortie un potentiel régulé à 5,6 V, à cause de la diode D_4 , montée dans le sens direct entre la référence du régulateur et le « moins » de l'alimentation. Cet artifice est destiné à compenser le potentiel de jonction de la diode D_1 si bien que, sur l'armature positive de la capacité C_2 , on relève un potentiel filtré et régulé à une valeur de 5 V.

La même valeur se retrouve d'ailleurs également sur l'armature positive de C_4 , par l'intermédiaire de la diode D_2 . Il s'agit du point A du montage ; nous verrons ulté-

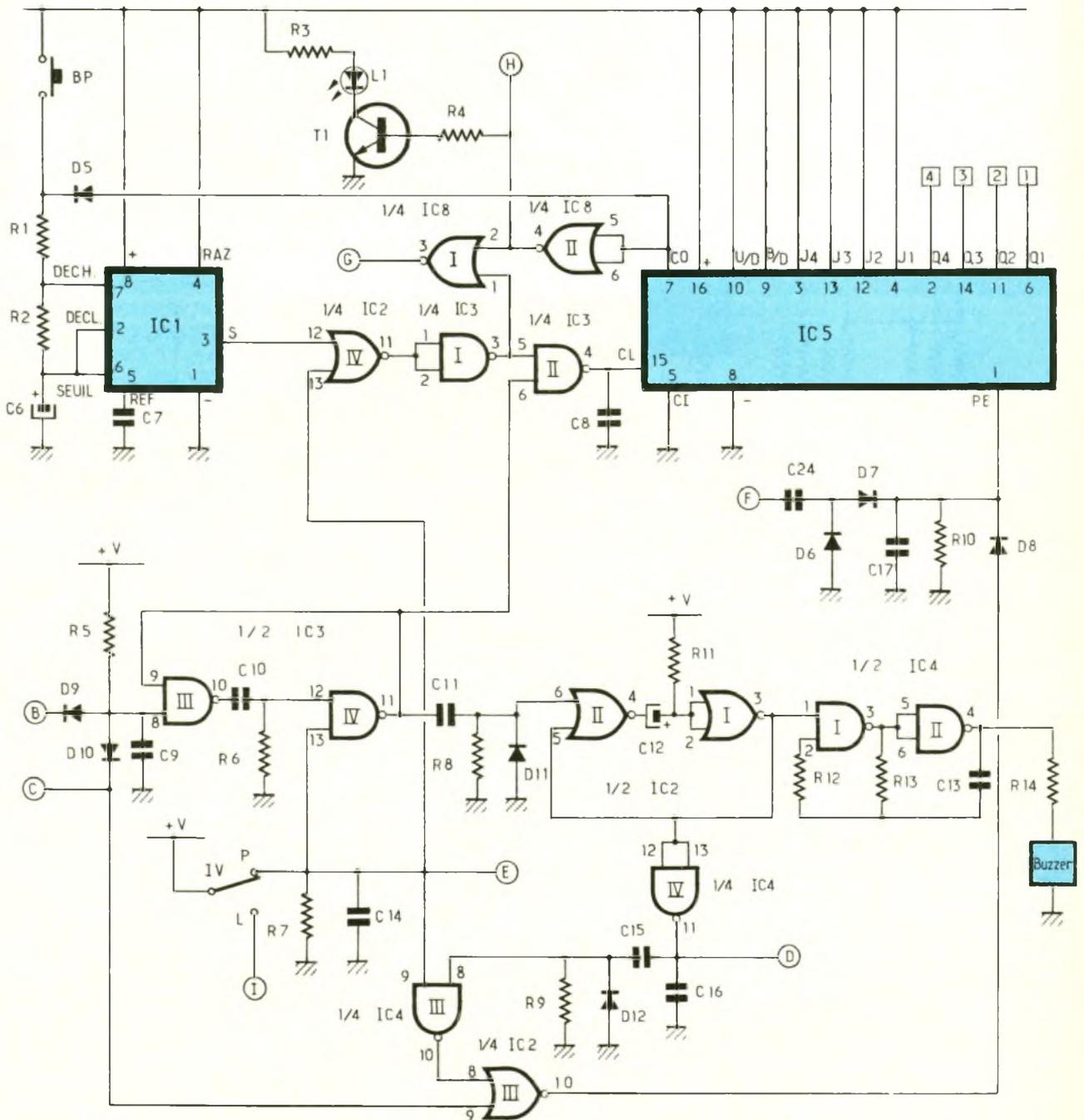
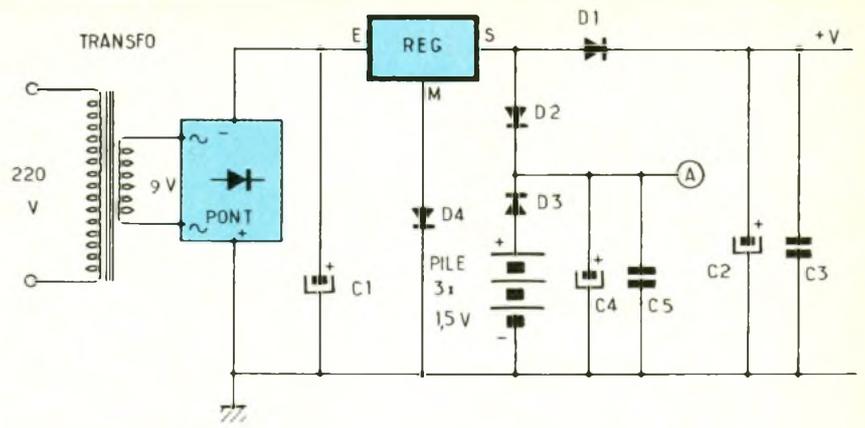
3

Schéma de principe de la section d'alimentation et des commandes diverses.

rieurement que ce dernier est relié à l'alimentation positive de la mémoire statique.

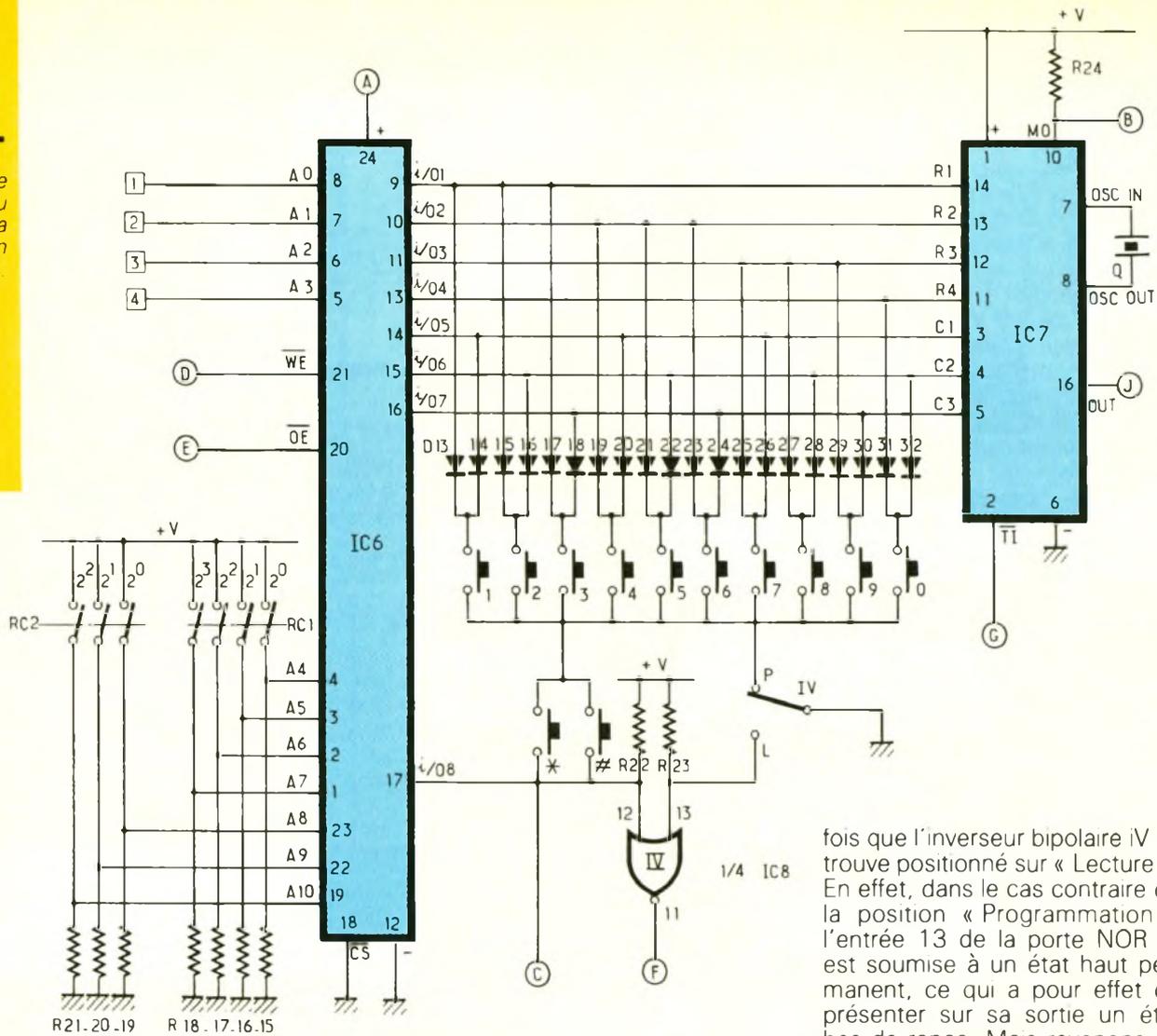
En cas de panne du secteur, ou encore lors d'un débranchement volontaire, une pile de 4,5 V assure la sauvegarde de la mémoire statique en maintenant, à travers la diode D3, un potentiel de l'ordre de 3,9 V, ce qui est suffisant, compte tenu des caractéristiques de la mémoire.

Enfin, les capacités C3 et C5 découplent le montage de l'alimentation et assurent son antiparasitage.



4

Schéma de principe retenu pour la programmation et la lecture.



b) Base de temps de la lecture (fig. 3)

Le cœur de la base de temps de lecture de la mémoire est un « 555 » référencé IC₁. Son fonctionnement est bien connu de nos lecteurs ; rappelons simplement que la période des créneaux générés est proportionnelle à la quantité $(R_1 + 2 R_2) \times C_6$. Les oscillogrammes de la figure 6b en illustrent l'allure. En position de repos, la sortie présente en permanence un état haut.

Nous verrons au paragraphe suivant comment cette base de temps devient opérationnelle. Compte tenu des valeurs de R₁, de R₂ et de C₆, la période des oscillations délivrées est d'environ 400 ms, avec 220 ms d'état haut et de 180 ms d'état bas.

c) Cycle de lecture (fig. 3)

Le circuit intégré repéré IC₅ est un compteur CD 4029. Il fonctionne ici en mode de comptage

binaires ; de ce fait, il peut occuper 16 positions différentes. Les quatre sorties de comptage sont référencées Q₁ à Q₄. Ce compteur présente également une autre caractéristique : celle d'être « prépositionnable ». En effet, grâce aux quatre entrées JAM₁ à JAM₄, il est possible de faire apparaître sur les sorties Q₁ les mêmes niveaux logiques que sur les entrées JAM_i correspondantes. Il suffit pour cela de présenter sur l'entrée 1 (PRESET ENABLE) un état haut, même bref. Nous verrons plus loin comment cette caractéristique est exploitée.

La sortie 7 (CARRY OUT) présente un état haut pour toutes les positions binaires du compteur, sauf pour la position particulière 1111. Dans ce cas, la sortie 7 est à l'état bas. C'est la position de repos du compteur.

Pour lui faire parcourir un cycle de lecture, il est nécessaire d'appuyer sur le bouton-poussoir BP. Les créneaux alors générés par IC₁ sont inversés par la porte NOR IV de IC₂, à condition toute-

fois que l'inverseur bipolaire IV se trouve positionné sur « Lecture ». En effet, dans le cas contraire de la position « Programmation », l'entrée 13 de la porte NOR IV est soumise à un état haut permanent, ce qui a pour effet de présenter sur sa sortie un état bas de repos. Mais revenons au fonctionnement normalement prévu par la position « Lecture ». La porte NAND I de IC₃ réalise encore une inversion. Il en est de même pour la porte NAND II du même IC, étant donné que son entrée 6 reste généralement soumise à un état haut par la position « Lecture » de l'inverseur, grâce à un état haut permanent sur la sortie de la porte NAND IV de IC₃.

Dès l'apparition du premier front montant sur l'entrée « CLOCK » du compteur, ce dernier se place sur la première position binaire après la position 1111, à savoir : 0000. Cela a également pour conséquence l'apparition d'un état haut sur la sortie 7, ce qui assure l'auto-maintien de la base de temps grâce à D₅. A partir de ce moment, on peut lâcher le bouton-poussoir BP. Le compteur continue alors d'avancer pas à pas, en présentant sur ses sorties la configuration 0001, 0010... et ainsi de suite (sens de lecture Q₄ → Q₁). Quand la position binaire 1111 est de nouveau atteinte, la sortie 7 passant alors

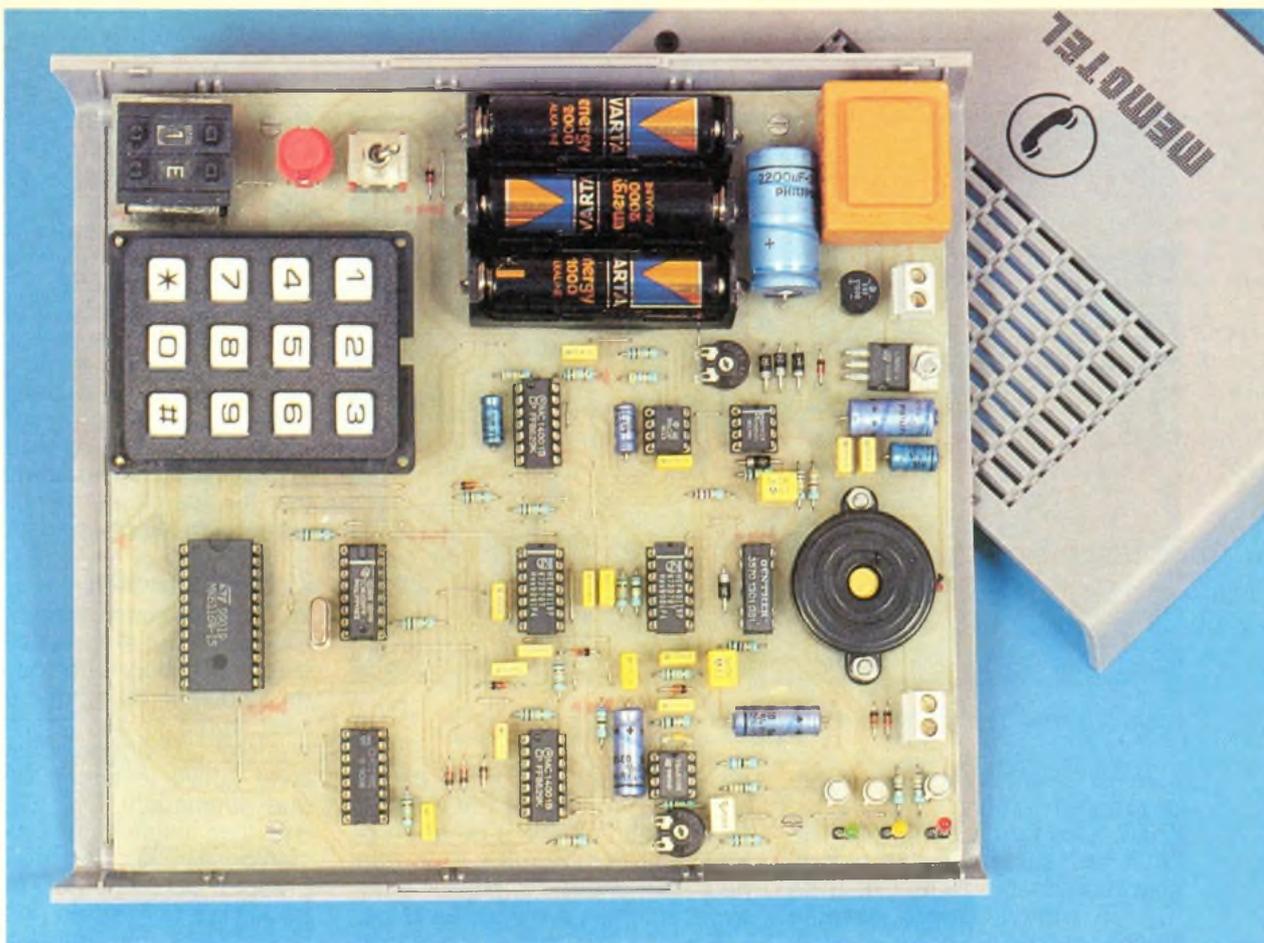


Photo 2 – Comme à son habitude, l'auteur a pratiqué une implantation des éléments claire.

à l'état bas, la base de temps cesse de fonctionner.

A noter que la position de repos 1111 peut être atteinte prématurément à tout moment : il suffit pour cela que l'entrée « PE » du compteur reçoive, à un moment du cycle, une impulsion positive. Nous examinerons plus tard comment ce phénomène se réalise après le dernier chiffre programmé du numéro de téléphone concerné.

Enfin, on remarquera que la position de repos du compteur se trouve matérialisée par l'allumage d'une LED verte L_1 . En effet, dans cette position, la sortie de la porte NOR II de IC_8 présente un état haut qui assure, par l'intermédiaire de R_4 , la saturation du transistor T_1 .

d) Commande de la programmation (fig. 3)

Les portes NAND III et IV de IC_3 forment une bascule astable. Deux conditions sont nécessaires pour la déclencher :

- une impulsion négative doit être présentée sur l'entrée de commande 8 ;

- l'entrée 13 doit être soumise à un état haut permanent, faute de quoi la bascule est neutralisée et présente sur sa sortie un état haut de repos.

Cette seconde condition est remplie dès lors que l'inverseur est positionné sur « PROGRAMMATION ». Quant à l'impulsion négative que reçoit l'entrée 8, elle peut avoir deux origines différentes :

- par l'intermédiaire de D_9 (point B du montage) ;
- par l'intermédiaire de D_{10} (point C du montage).

Nous verrons au paragraphe consacré au générateur des fréquences vocales que le point B passe à l'état bas dès que l'on sollicite un bouton 0 à 9 du clavier téléphonique de programmation. Le point C, quant à lui, passe également à l'état bas si on appuie sur l'une des touches « astérisque » (*) ou « dièse » (#).

Ainsi, pour chaque passage de l'entrée 8 de la bascule monostable à l'état bas, cette dernière délivre sur sa sortie une impulsion négative de durée fixe et calibrée à environ $650 \mu s$, étant donné les valeurs de C_{10} et de R_6 . A noter que la durée de l'appui sur un

bouton du clavier est très largement supérieure à cette brève impulsion.

En position « PROGRAMMATION » de l'inverseur IV, la base de temps de lecture est neutralisée, et la sortie de la porte NAND I de IC_3 présente un état haut permanent. De ce fait, l'impulsion négative précédemment évoquée se transforme en impulsion positive disponible sur la sortie de la porte NAND II de IC_3 . Cette impulsion a pour conséquence l'avance d'un pas du compteur IC_5 , dès que l'on sollicite une touche du clavier.

La fin de l'impulsion négative délivrée par la bascule monostable se concrétise par un front ascendant qui est pris en compte par le dispositif dérivateur formé par C_{11} , R_8 et D_{11} . Il en résulte l'apparition d'un bref état haut pendant la charge de C_{11} à travers R_8 . Cette impulsion active la bascule monostable que constituent les portes NOR I et II de IC_2 . Sur la sortie de la bascule se trouve ainsi disponible un état haut d'une durée de l'ordre de 25 ms, qui est inversée en état bas par la porte NAND IV de IC_4 . C'est pendant cet état bas que se produit la mémorisation d'un chiffre du

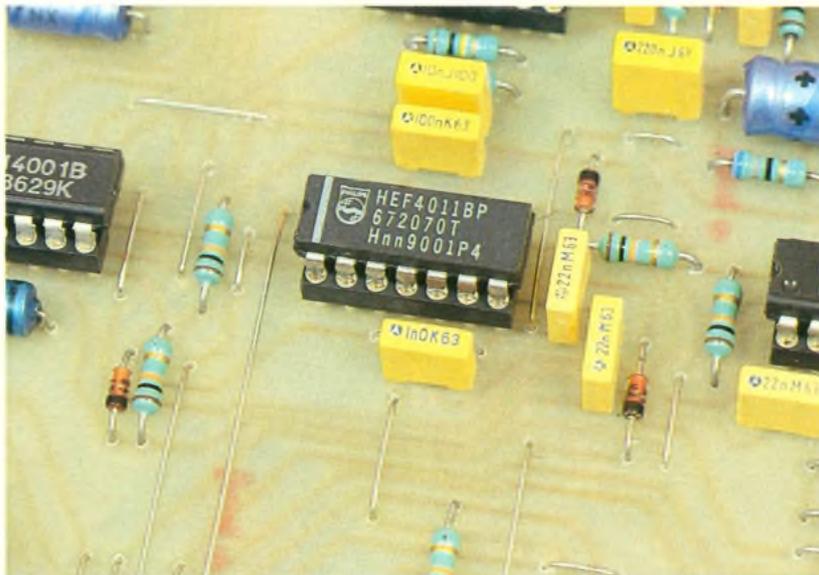


Photo 3. – Mise en place de nombreux straps de liaison.

numéro téléphonique en cours de programmation.

Enfin, pendant l'apparition de l'état haut sur la sortie de la bascule monostable NOR I et II de IC₂, le multivibrateur astable NAND I et II de IC₄ entre en oscillation grâce à son entrée de commande 1 reliée à la sortie de la bascule monostable. Ce multivibrateur génère une fréquence musicale de l'ordre de 3 à 4 kHz qui se trouve restituée par un buzzer. Grâce à cette disposition, toute action sur une touche du clavier se trouve confirmée par l'émission d'un « bip » sonore.

En résumé, toute sollicitation d'une touche du clavier téléphonique a pour effets successifs :

- l'avance d'un pas du compteur ;
- la programmation du chiffre dans des conditions que nous verrons plus loin ;
- l'émission d'un « bip » sonore.

e) Initialisation du compteur (fig. 3)

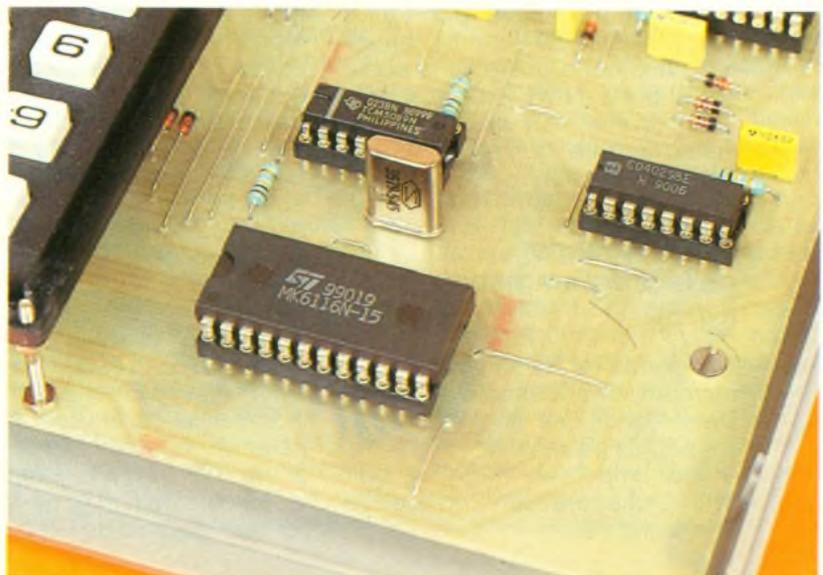
Cette opération consiste à placer le compteur IC₅ sur sa position de repos 1111. Deux possibilités peuvent se présenter : l'une en mode de programmation, l'autre en mode de lecture.

1° Mode « programmation »

A la fin de la phase de mémorisation décrite au paragraphe précédent, on enregistre un front positif sur la sortie de la porte NAND IV de IC₄ (point D du montage). Ce front ascendant active le dispositif dérivateur constitué

par C₁₅, R₉ et D₁₂. Etant donné que dans le mode « PROGRAMMATION » l'entrée 9 de la porte NAND III est soumise à un état haut permanent, l'impulsion positive transmise sur l'entrée 8 par le biais du dispositif de dérivation se retrouve sur la sortie de cette porte sous la forme d'une impulsion négative. Cette dernière est transformée à nouveau en impulsion positive par la porte NOR III de IC₂ à condition que le signal qui a donné naissance au processus de programmation soit issu du point C du montage. Nous verrons plus loin que ce cas correspond à l'appui sur l'une des touches * (astérisque) ou # (dièse). Si on sollicite une autre touche du clavier, la sortie de la porte NOR III de IC₂ présente un état bas permanent de repos.

Photo 4. – Gros plan sur la mémoire statique.



Ainsi, le fait d'appuyer sur une touche * ou # a pour effet de placer le compteur IC₅ sur sa position de repos, grâce à l'impulsion positive présentée sur l'entrée PRESET ENABLE par l'intermédiaire de D₈.

Au niveau du mode d'utilisation de l'appareil, on appuie sur l'une des touches * ou #, à la fin d'un numéro que l'on a programmé. Cette disposition assurera en mode « Lecture » le retour rapide à sa position de repos du compteur IC₅, dès le dernier chiffre du numéro de téléphone formé.

2° Mode « Lecture »

La mémorisation introduite par la touche * ou # précédemment évoquée a pour effet de présenter au point F du montage un état haut après le dernier chiffre du numéro. Le front positif qui en résulte active le circuit dérivateur que constituent C₂₄, D₆, D₇ et R₁₀. Il en résulte une brève impulsion positive sur l'entrée PRESET ENABLE du compteur, ce qui se traduit par la mise en position de repos 1111 du compteur, en fin de chiffrage, afin de rendre l'ensemble prêt à assurer un nouveau cycle de lecture.

f) Organisation des adresses de la mémoire statique (fig. 4)

Le circuit intégré IC₆ est une mémoire statique comportant 11 entrées-adresse. Il s'agit d'un circuit 6116 (ou μ PD 446) qui est constitué de $2^{11} = 2\,048$ positions de programmation. Il comporte 8 entrées/sorties dont nous verrons le processus de

mémorisation au paragraphe suivant.

Les quatre entrées-adresse A_0 à A_3 sont reliées aux sorties Q_1 à Q_4 du compteur IC_5 , qui peut ainsi « dérouler » ses 16 positions successives. Quant aux sept entrées-adresse A_4 à A_{10} , elles sont reliées à deux roues codeuses hexadécimales ; la première a ses 4 bits totalement utilisés, tandis que la seconde fait seulement appel à 3 bits. Cette disposition permet d'obtenir $2^7 = 128$ configurations binaires différentes. On obtient ainsi 128 adresses, la première se définissant par la configuration « 00 » des roues codeuses et la dernière par la position « 7F ».

Chacune de ces 128 adresses peut ainsi engranger jusqu'à 15 mémorisations des 8 sorties, si on excepte dans chaque cas la position particulière 1111 du compteur IC_5 .

On notera que la mémoire statique reste alimentée dans tous les cas, même si le secteur vient à faire défaut, grâce à la sauvegarde assurée par la pile de 4,5 V (point A du montage).

g) Programmation d'un numéro (fig. 4)

En mode de programmation, l'entrée OE de la mémoire statique doit être reliée à un état haut. Cette condition est remplie par la position même de l'inverseur \bar{V} (point E du montage). En appuyant sur l'une des touches du clavier téléphonique, on soumet les entrées/sorties i/O_1 à i/O_8 à un niveau logique haut ou bas suivant des règles que nous expliciterons plus loin. On notera simplement que la sollicitation de l'une des touches 0 à 9 a toujours pour conséquence de soumettre simultanément deux des sept entrées/sorties i/O_1 à i/O_7 à un état bas par l'intermédiaire des diodes D_{13} à D_{32} . En dehors de la sollicitation des touches 0 à 9, ces entrées/sorties restent en permanence soumises à un état haut grâce à des liaisons internes au « plus » de l'alimentation par le biais de résistances, dans le générateur de fréquences vocales, IC_7 .

En appuyant sur la touche « astérisque » ou « dièse » du clavier, seule l'entrée i/O_8 est soumise à

un état bas. Cette dernière est constamment reliée à un état haut grâce à la résistance R_{22} . Rappelons que l'une ou l'autre de ces deux touches correspond à la matérialisation volontaire d'une fin de programmation de numéro.

Comme nous l'avons déjà explicité au paragraphe « d », le moment précis correspondant à la programmation est celui où, sur l'entrée « WE » de IC_6 (point D du montage), apparaît un état bas.

h) Lecture d'un numéro (fig. 4)

Pour faire restituer à la mémoire statique des informations précédemment introduites, il est nécessaire de positionner l'inverseur \bar{V} sur « LECTURE ». Dans cette situation, la base de temps IC_1 transmet ses oscillations au compteur IC_5 . On notera que, par ailleurs, le « commun » des touches du clavier se trouve « en l'air » dans cette position, ce qui le neutralise.

En appuyant sur le bouton-poussoir BP, le cycle de lecture prend

LE PREMIER MULTIMETRE ANALOGIQUE DE

Beckman Industrial™

Affiliée à Emerson Electric Co.



AM12

- Tension DC 5 gammes, 1 200 V/DC
- Tension AC (RMS) 5 gammes, 1 200 V/AC
- Courant DC : 6 gammes, 12 Amp.
- Courant AC : 1 gammes, 12 Amp.
- Résistance 6 gammes, 1 000 MΩ

AM12 : 449 TTC

Accessoire :

PINCE CT200
200 Amp/AC.

- Etendue de mesure nominale : 100 mA à 200 A permanents
- Surcharges admissibles :
 - 2 In (400 A eff.) durée 3 mn
 - Fréquences : 40 Hz à 10 KHz
- Sortie tension : 200 A/2 V
- Rigidité diélectrique : 3 000 V - 50 Hz - 1 mn.

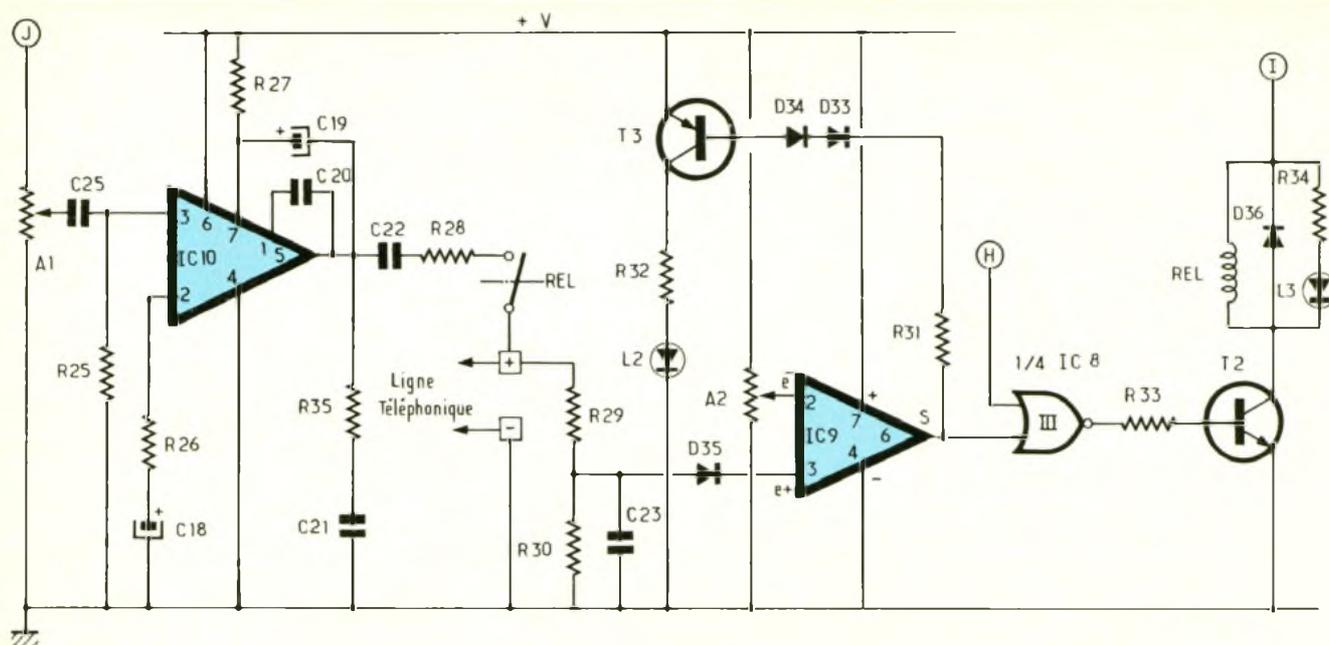
410 TTC



Beckman Industrial™

Affiliée à Emerson Electric Co.

EST EN VENTE CHEZ VOTRE
DISTRIBUTEUR HABITUEL



son départ, ainsi que nous l'avons déjà vu au paragraphe « c ». Sur les sorties $i/01$ à $i/08$ de la mémoire statique sont ainsi disponibles les niveaux logiques précédemment engrangés pour l'une des 128 adresses données et pour chacune des positions du compteur IC₅. Ces états logiques sont présentés sur les entrées de IC₇ qui est le générateur de fréquences vocales dont nous parlerons au prochain paragraphe. Dès que la sortie $i/08$ de IC₆ présente un état bas, la sortie de la porte NOR IV de IC₈ passe à l'état haut et assure la mise en position de repos de IC₅ (point F du montage), ainsi que nous l'avons déjà décrit au paragraphe « e ». Ce phénomène arrête le cycle de lecture correspondant au numéro de téléphone programmé à l'adresse concernée.

i) Génération des fréquences vocales (fig. 4)

Le circuit IC₇ est un composant extrêmement élaboré. Il génère les fréquences indiquées dans le tableau de la figure 1 suivant une logique définie par le système DTMF. Les entrées R₁, R₂, R₃ et R₄ correspondent aux rangées du clavier téléphonique. Quant aux entrées C₁, C₂ et C₃, elles sont à relier aux colonnes du même clavier. Un chiffre est défini si on relie *simultanément* une rangée et une colonne à un état bas. Dans ce cas, on enregistre sur la sortie 16 (OUT) un signal

sinusoidal qui est l'addition, point par point, de deux signaux sinusoidaux de base et de fréquences différentes définies par le tableau de la figure 1. Si on sollicite plus de deux entrées, ou une seule entrée, la sortie 16 ne délivre aucun signal. On remarquera que ce générateur de signaux comporte sa propre base de temps interne, pilotée par un quartz monté entre les broches 7 et 8. Toute présentation d'un ordre de génération d'un signal sur les entrées R_i, C_j, a pour conséquence immédiate le passage de la sortie 10 (MO) à un état bas. C'est d'ailleurs cette propriété qui est utilisée pour faire démarrer le processus de mémorisation, ainsi que nous l'avons vu au paragraphe « d » (point B du montage). A noter que cet état bas se produit également en phase de lecture, mais n'est suivi d'aucun effet à cause de la neutralisation volontaire de la bascule monostable NAND III et IV de IC₃. Le générateur IC₇ ne délivre de signal qu'à la condition supplémentaire que l'entrée 2 (Ti) se trouve soumise à un état haut. En phase de lecture, où la sortie de la porte NOR II de IC₈ présente un état bas en dehors de la position de repos du compteur, la porte NOR I de IC₈ inverse les oscillations issues de la sortie de la porte NAND I de IC₃. Ces dernières sont alors les mêmes que celles qui sont présentées sur l'entrée « CLOCK » de IC₅. Ainsi, aussitôt après l'avance du compteur, la sortie de la porte NOR I

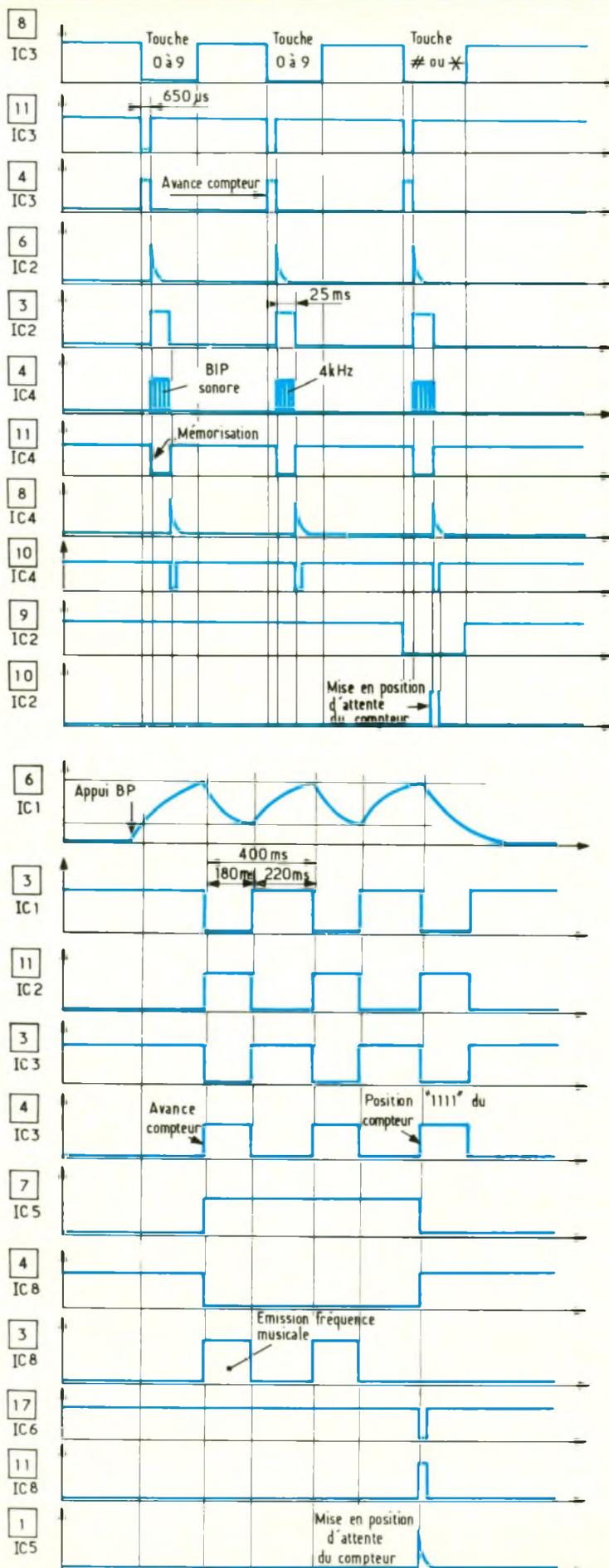
de IC₈ présente un état haut de l'ordre de 180 ms de durée sur les 400 ms qui caractérisent la période d'avance de IC₅. L'entrée 2 (Ti) de IC₇ se trouve ainsi soumise à des états hauts uniquement pendant une partie de la durée d'une position donnée du compteur (point G du montage). Cette disposition introduit alors des coupures entre deux fréquences musicales consécutives, ce qui donne à l'ensemble une meilleure fiabilité de fonctionnement.

j) Amplification (fig. 5)

Le circuit intégré référencé IC₁₀ est un amplificateur audio de faible puissance (environ 1,5 à 2 W). Par l'intermédiaire de l'ajustable A₁, une fraction du potentiel correspondant au signal délivré par IC₇ est prélevée et se trouve acheminée sur l'entrée de IC₁₀ à travers C₂₅. La puissance délivrée par le générateur IC₇ est en effet insuffisante pour être injectée dans la ligne téléphonique, d'où la nécessité de ce petit amplificateur. Par ailleurs, grâce à l'ajustable A₁, il est possible de régler la puissance recueillie sur la sortie de IC₁₀. Ce réglage est nécessaire afin d'obtenir un signal dont la puissance réponde aux spécifications.

k) Détection de prise de ligne (fig. 5)

Le circuit IC₉ est un amplificateur opérationnel bien connu de nos



lecteurs : il s'agit d'un « 741 » monté ici en comparateur de potentiel. Lorsque le combiné de téléphone est raccroché, on relève sur la ligne un potentiel de l'ordre de 50 V.

Cela se traduit, sur l'entrée directe de IC₉, par un potentiel qui correspond au maximum de l'alimentation : à savoir 5 V. Grâce à l'ajustable A₂, l'entrée inverseuse est soumise à un potentiel de l'ordre de 3 à 4 V. Dans cette situation, la sortie de IC₉ présente un état haut. Le transistor PNP T₃ est alors bloqué et la LED L₂ rouge est éteinte.

Dès que l'on décroche le combiné, le point médian du pont de résistances R₂₉/R₃₀ passe à 2 V, étant donné que le potentiel de la ligne tombe à environ 10 V. La sortie de l'ampli-op IC₉ présente alors un état bas. La LED L₂ s'allume, suite à la saturation de T₃, ce qui matérialise la prise de ligne.

C'est dans cette position seulement que la porte NOR III de IC₈ peut être activée. En effet, dans le cas contraire, cette dernière présente un état bas de blocage sur sa sortie.

1) Couplage avec la ligne téléphonique (fig. 5)

Lorsque le combiné téléphonique est décroché, et que la sortie de la porte NOR II de IC₈ présente un état bas (point H du montage), la sortie de la porte NOR III de IC₈ passe à un état haut. Cette situation se réalise uniquement lorsque, en mode « lecture », le compteur IC₅ a quitté sa position de repos, c'est-à-dire lors de son cycle de lecture. Le transistor T₂ se sature. Le relais monté dans le circuit collecteur se ferme étant donné le « plus » de son alimentation issu de la position « LECTURE » de l'inverseur IV. Cette fermeture du relais est matérialisée par l'allumage de la LED jaune L₃, montée en parallèle sur le relais par l'intermédiaire d'une résistance de limitation R₃₄.

Les signaux délivrés par IC₁₀ sont alors injectés dans la ligne téléphonique par le biais de C₂₂ et de R₂₈. Le relais s'ouvre à nouveau, de même que L₃ s'éteint, dès que IC₅ a achevé son cycle de lecture.

III – LA REALISATION

a) Circuit imprimé (fig. 8)

La configuration des pistes est plutôt serrée, aussi est-il plus intéressant de reproduire directement le tracé du circuit imprimé par la méthode photographique. Pour cela, il suffit de se constituer un « mylar », qui est un support transparent que l'on peut obtenir par reproduction, en photocopie sur translucide et en partant du modèle publié. Après exposition de l'époxy présensibilisé aux rayons ultraviolets, le mylar y étant interposé, la plaque est à révéler. Ensuite, le module est plongé dans un bain de perchlore de fer pour gravure. Après un rinçage abondant, toutes les pastilles sont à percer à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre. Certains seront à agrandir afin de les adapter au diamètre des connexions des composants auxquels ils sont destinés. Une découpe rectangulaire est à pratiquer pour permettre le passage des deux roues codeuses.

A la fin de tous ces travaux, il est toujours intéressant d'étamer les pistes, directement au fer à souder, pour leur donner une meilleure résistance aux effets mécaniques et surtout chimiques. Enfin, avant d'entreprendre un circuit imprimé, il est toujours

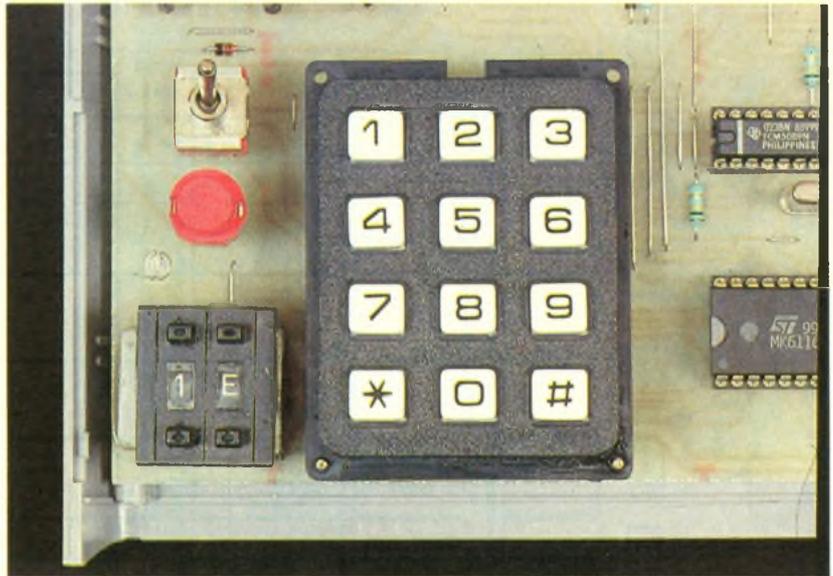


Photo 5. – Aspect du clavier téléphonique non matricé.

conseillé de se procurer auparavant les divers composants. Ainsi, en cas de brochage ou de configuration différente des connexions, il est encore possible de modifier le tracé en conséquence.

b) Implantation des composants (fig. 9)

Il convient de débuter par la mise en place des nombreux straps de liaison : l'implantation de ces derniers est en effet nécessaire si on veut éviter le recours au problématique circuit double face

Ensuite, ce sera le tour des diodes et des résistances. On poursuivra par la soudure des capacités, des transistors et des supports de circuits intégrés.

Attention à l'orientation des composants polarisés. L'inverseur sera choisi parmi les modèles destinés à une implantation directe sur circuit imprimé, avec des connexions suffisamment longues. La même remarque s'applique au bouton-poussoir que l'on pourra, le cas échéant, monter sur « échasses » ; ces dernières peuvent être constituées par exemple de supports à wrapper. Les roues codeuses ont été fixées par collage de leurs joues latérales sur le circuit imprimé par le biais de petites équerres provenant de chutes de boîtiers. Le coupleur de piles est directement collé sur l'époxy.

Enfin, lorsque toutes les soudures sont achevées, et afin de procéder à un contrôle final de leur qualité et de l'absence de contact accidentel entre pistes voisines, on peut les traces de vernis à l'aide d'un pinceau imbibé d'un peu d'acétone.

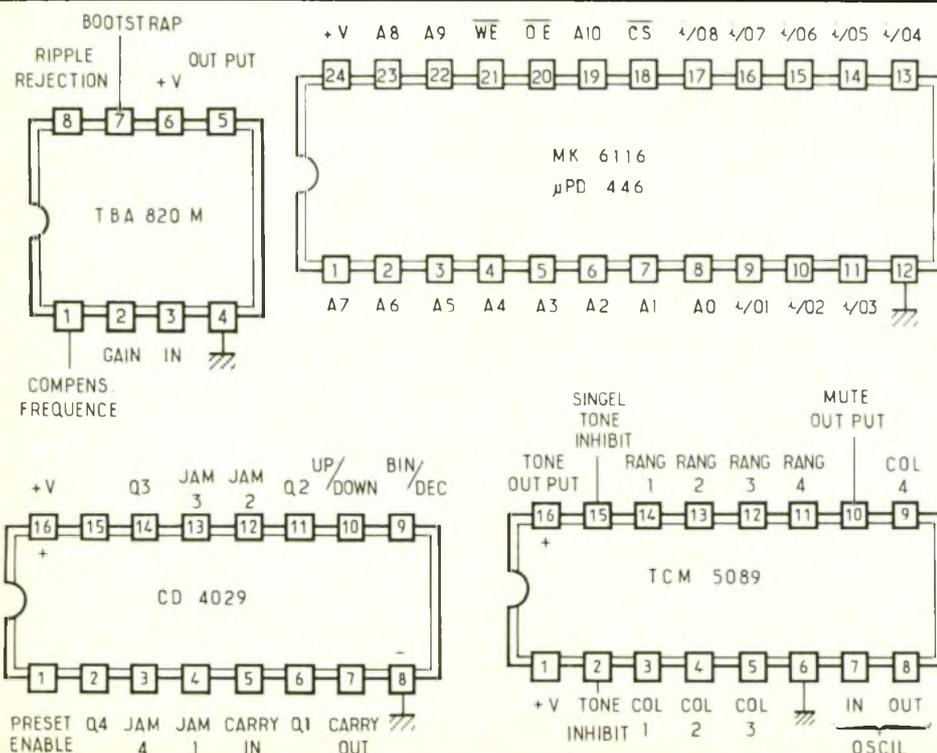
c) Essais et mises au point

Les mises au point se réduisent à trois points :

- le branchement correct de la ligne téléphonique ;
- le réglage de l'ajustable A₁ ;
- le réglage de l'ajustable A₂.

1° Branchement de la ligne téléphonique

Compte tenu du mode de détection de la prise de ligne dont nous



avons parlé au paragraphe k du second chapitre, il est nécessaire de respecter la polarité du branchement téléphonique. Cette polarité peut tout simplement se relever à l'aide d'un contrôleur.

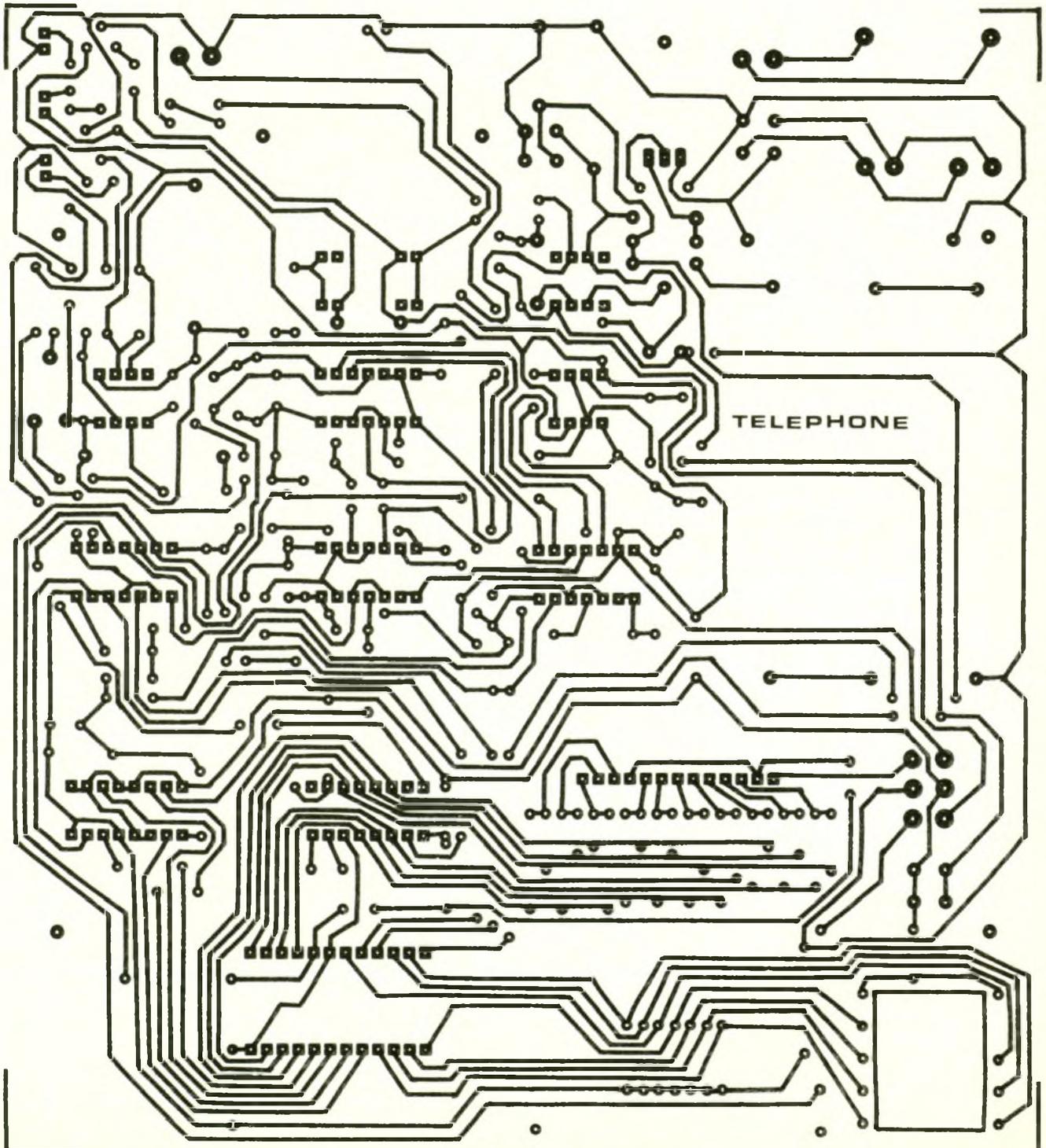
2° Réglage du curseur de l'ajustable A₁

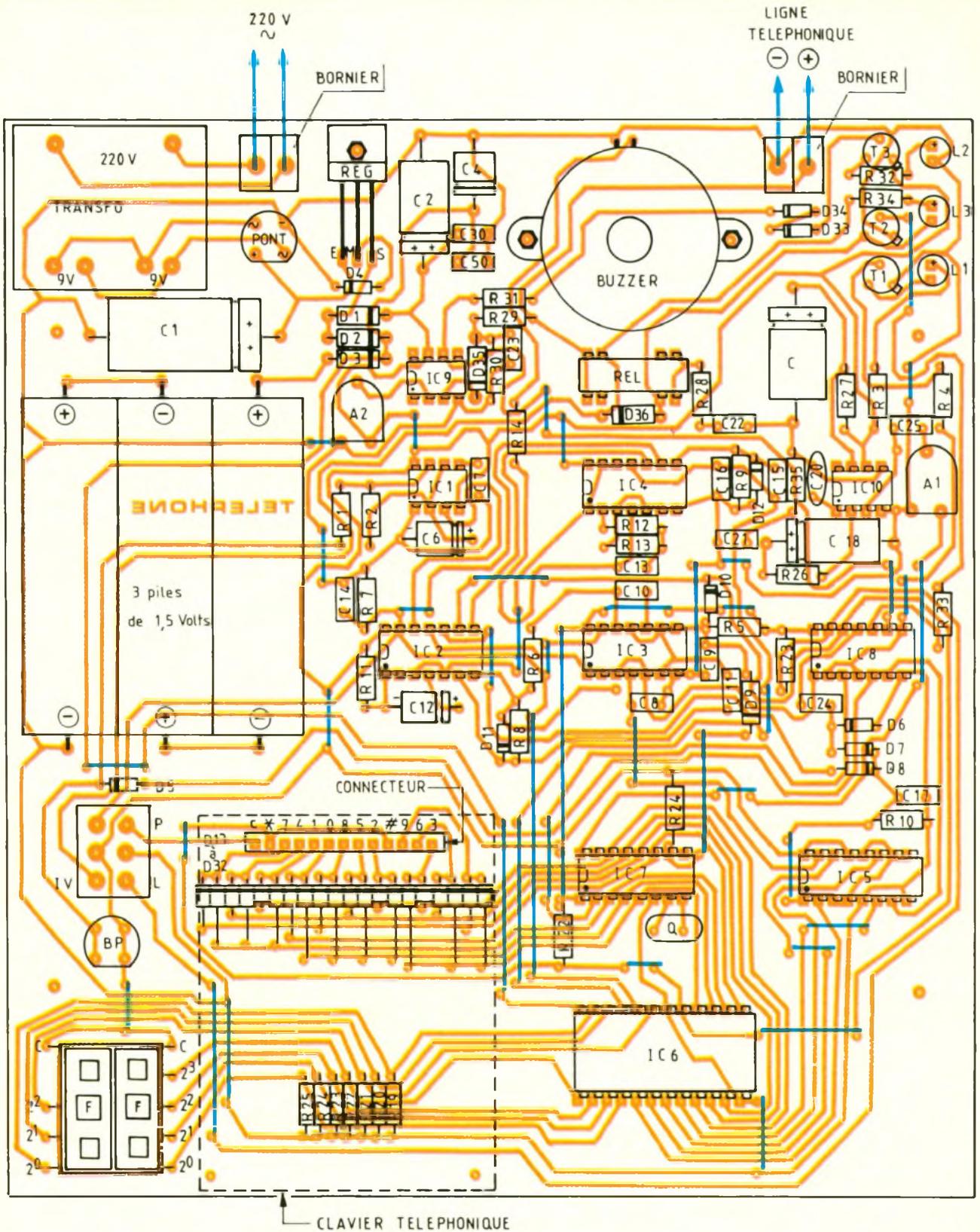
En laissant le combiné raccroché, on doit relever sur l'entrée directe de IC₉ (broche 3) un potentiel de

l'ordre de 5 à 5,5 V. En décrochant le combiné, cette valeur tombe à une valeur d'environ 2 à 2,5 V. Il suffit donc de régler le potentiel disponible sur l'entrée inverseuse de IC₉ (broche 2) à une valeur d'environ 3,5 à 4 V. Cette valeur augmente si on tourne le curseur dans le sens des aiguilles d'une montre et, inversement, si on désire la diminuer.

En décrochant le combiné, on doit alors constater l'allumage de la LED rouge L₂.

A noter que si on ne respecte pas la polarité de la ligne téléphonique, rien de préjudiciable ne peut arriver au montage, mais la LED rouge reste allumée en permanence, que le combiné du téléphone soit raccroché ou décroché. Il en est de même si on débranche la ligne téléphonique.





3° Réglage du curseur de l'ajustable A2

L'ajustable A2 sert à doser la puissance des signaux correspondant aux fréquences vocales que l'on injecte dans la ligne.

Si cette puissance est trop importante, le chiffage ne se réalisera pas ; les limites des spécifications imposées par le standard téléphonique sont dépassées.

Il convient de procéder par ap-

proches successives, en programmant auparavant un numéro de téléphone. L'expérience montre que le curseur de l'ajustable A2 doit être placé relativement proche de la limite gauche, donc du côté de la puissance mini-

male, pour un bon fonctionnement du montage.
Rappelons, pour terminer cette description, que tout montage téléphonique reste normalement soumis à l'obtention d'une autorisation de France Telecom.

Robert KNOERR

LISTE DES COMPOSANTS

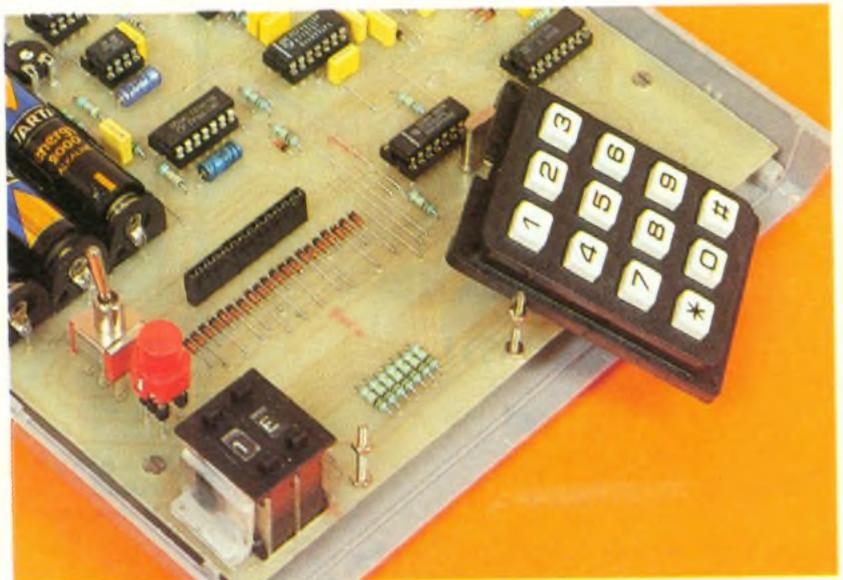
42 straps (13 horizontaux, 29 verticaux)
*R*₁ : 10 kΩ (marron, noir, orange)
*R*₂ : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
*R*₃ : 330 Ω (orange, orange, marron)
*R*₄ à *R*₁₀ : 7 × 10 kΩ (marron, noir, orange)
*R*₁₁ : 33 kΩ (orange, orange, orange)
*R*₁₂ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
*R*₁₃ : 10 kΩ (marron, noir, orange)
*R*₁₄ : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)
*R*₁₅ à *R*₂₅ : 11 × 10 kΩ (marron, noir, orange)
*R*₂₆, *R*₂₇ : 2 × 68 Ω (bleu, gris, noir)
*R*₂₈ : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
*R*₂₉ : 220 kΩ (rouge, rouge, jaune)
*R*₃₀ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
*R*₃₁ : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)
*R*₃₂ : 330 Ω (orange, orange, marron)
*R*₃₃ : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)
*R*₃₄ : 330 Ω (orange, orange, marron)
*R*₃₅ : 1 Ω (marron, noir, or)
*A*₁, *A*₂ : 2 ajustables de 47 kΩ, implantation horizontale, pas de 5,08
*D*₁ à *D*₃ : 3 diodes 1N4004, 1N4007
*D*₄ à *D*₃₄ : 31 diodes-signal 1N4148, 1N914
*D*₃₅, *D*₃₆ : 2 diodes 1N4004, 1N4007
*L*₁ : LED verte ø 3
*L*₂ : LED rouge ø 3
*L*₃ : LED jaune ø 3
Pont redresseur 500 mA
REG : régulateur 5 V 7805
*C*₁ : 2 200 μF/25 V électrolytique
*C*₂ : 220 μF/10 V électrolytique
*C*₃ : 0,22 μF milfeuil
*C*₄ : 47 μF/10 V électrolytique
*C*₅ : 0,22 μF milfeuil
*C*₆ : 4,7 μF/10 V électrolytique

*C*₇ : 4,7 nF milfeuil
*C*₈ : 1 nF milfeuil
*C*₉ : 22 nF milfeuil
*C*₁₀ : 0,1 μF milfeuil
*C*₁₁ : 22 nF milfeuil
*C*₁₂ : 1 μF/10 V électrolytique
*C*₁₃ : 10 nF milfeuil
*C*₁₄ : 47 nF milfeuil
*C*₁₅ : 22 nF milfeuil
*C*₁₆, *C*₁₇ : 2 × 1 nF milfeuil
*C*₁₈, *C*₁₉ : 2 × 100 μF/10 V électrolytique
*C*₂₀ : 680 pF céramique
*C*₂₁ : 0,22 μF milfeuil
*C*₂₂ : 1 μF/100 V milfeuil
*C*₂₃ : 1 μF milfeuil
*C*₂₄ : 22 nF milfeuil
*C*₂₅ : 0,47 μF milfeuil

*T*₁, *T*₂ : 2 transistors NPN BC 108, 109, 2N2222
*T*₃ : transistor PNP 2N2907
*IC*₁ : NE 555 (multivibrateur)
*IC*₂ : CD 4001 (4 portes NOR à 2 entrées)
*IC*₃, *IC*₄ : 2 × CD 4011 (4 portes NAND à 2 entrées)
*IC*₅ : CD 4029 (compteur-décompteur binaire BCD)
*IC*₆ : MK 6116, μPD 446 (mémoire statique)
*IC*₇ : TCM 5089 (générateur de fréquences vocales)

*IC*₈ : CD 4001 (4 portes NOR à 2 entrées)
*IC*₉ : μA 741 (amplificateur opérationnel)
*IC*₁₀ : TBA 820M (amplificateur)
3 supports de 8 broches
4 supports de 14 broches
2 supports de 16 broches
1 support de 24 broches
Quartz de 3,579545 MHz
Transformateur 220 V/9 V/1 VA
3 boîtiers-coupleurs pour pile de 1,5 V
3 piles de 1,5 V (LR6)
2 borniers soudables de 2 broches
Buzzer (sans oscillateur)
Relais REED 5 V/1RT
Inverseur bipolaire pour circuit imprimé
Bouton-poussoir à contact travail pour circuit imprimé
2 roues codeuses hexadécimales
Connecteur femelle de 13 broches
Clavier téléphonique non matricié à 12 touches (13 broches)
Boîtier Teko « New Model »
AUS11 (198 × 180 × 40)
Cordon secteur
Fiche secteur
Fil téléphone
Fiche mâle téléphonique

Photo 6. – Le clavier téléphonique se reliera à la carte imprimée à l'aide d'un très pratique connecteur. Aspect des deux roues codeuses hexadécimales.



MULTIGENERATEUR 6259 DE MATELCO



Présenté il y a quelques mois dans ces colonnes, le catalogue MATELCO regorge de produits électriques et électroniques, dont la société en développe une partie. La rédaction d'*Electronique Pratique* a choisi de vous présenter parmi ceux-là un appareil intégrant un générateur de fonctions et deux sources de tension dont une ajustable. Nous vous invitons à le découvrir.

PRESENTATION

L'aspect physique extérieur du générateur tranche quelque peu avec l'esthétique plus classique des modèles habituellement rencontrés.

Poussons à présent notre curiosité ô combien profonde et légitime, en *essayant* d'ouvrir l'appareil.

Surprise ! Le démontage s'avère relativement simple et ne requiert qu'un outillage restreint. Preuve en est que, après avoir subi les assauts du photographe de la revue, ce qui n'est pas peu dire, l'appareil fonctionne toujours correctement, sans aucun dommage.

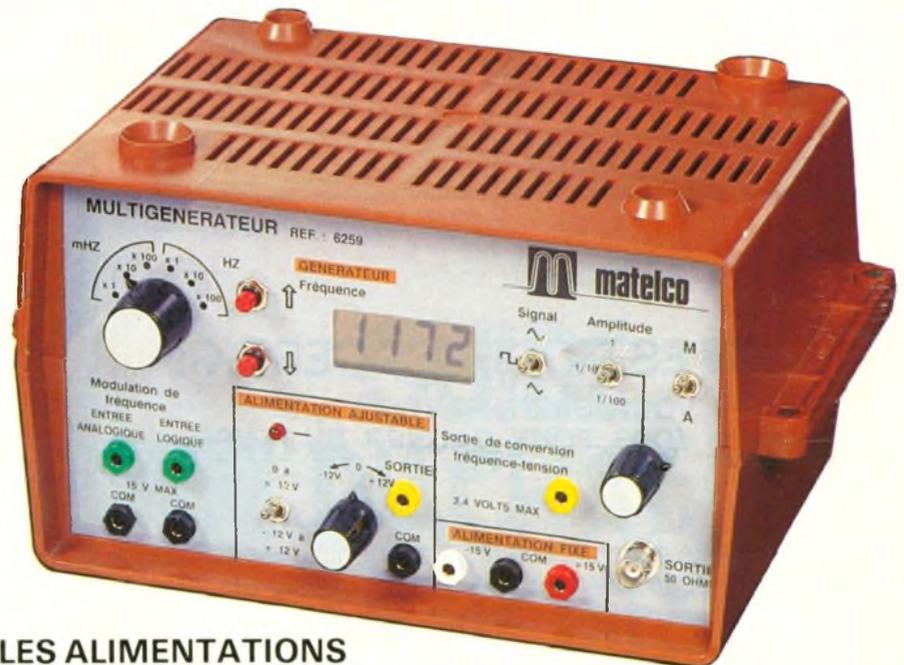
De couleur marron, le boîtier en matière plastique comporte de nombreux orifices d'aération. Il se compose de deux demi-coquilles, assemblées par des vis et des écrous. L'intérieur laisse apparaître deux platines électroniques :

- La première, fixée sur le fond, supporte le transformateur général et le gros des alimentations.

- La seconde, venant se positionner derrière la face avant, soutient l'électronique principale. Elle se fixe à l'aide des écrous des potentiomètres, interrupteurs, rotacteurs et autres, qu'elle supporte ;

Il est à noter que l'ensemble des circuits intégrés DIL, employés, n'utilise aucun support de montage, excepté les C.I. les plus onéreux - 8038 et 7106 - pour des raisons de coûts de maintenance.

Pour finir, un examen général du produit nous révèle une conception soignée et de qualité.



LES ALIMENTATIONS

Répartie d'une façon claire et intelligente, la totalité des commandes et indicateurs se situe en face avant. La prise en main s'en trouve facilitée, diminuant ainsi fausses manœuvres en tout genre.

Les alimentations, quant à elles, ont été prévues au nombre de deux :

- La première, fixe, délivre une tension symétrique - 15 V, 0 V (commun), + 15 V sous une intensité maximale de 750 mA. L'ondulation résiduelle, en l'occurrence la composante alternative 100 Hz, n'excédera pas 30 mV efficaces, tandis que la chute de tension ne dépassera pas 100 mV, toujours en charge.

- La seconde, ajustable, offre deux possibilités, soit un réglage de - 12 V à + 12 V, soit de 0 à + 12 V. Dans le premier cas, le passage à une valeur négative de

tension sera signalé par une diode électroluminescente rouge. Cependant, quelle que soit la configuration adoptée, la valeur de l'ondulation résiduelle n'excédera pas 5 mV efficaces, alors que la chute de tension restera inférieure à 50 mV. L'intensité maximale délivrée par l'appareil atteindra 750 mA.

Remarques

Les deux alimentations comportent un potentiel commun, qui est le 0 V, repéré COM en face avant. Il faudra donc y prêter attention lors des manipulations mettant en jeu les deux sources.

A noter également que le multigénérateur MATELCO ne peut délivrer plus de 0,75 A au travers de ses trois éléments - alimentations + générateur de fonctions.

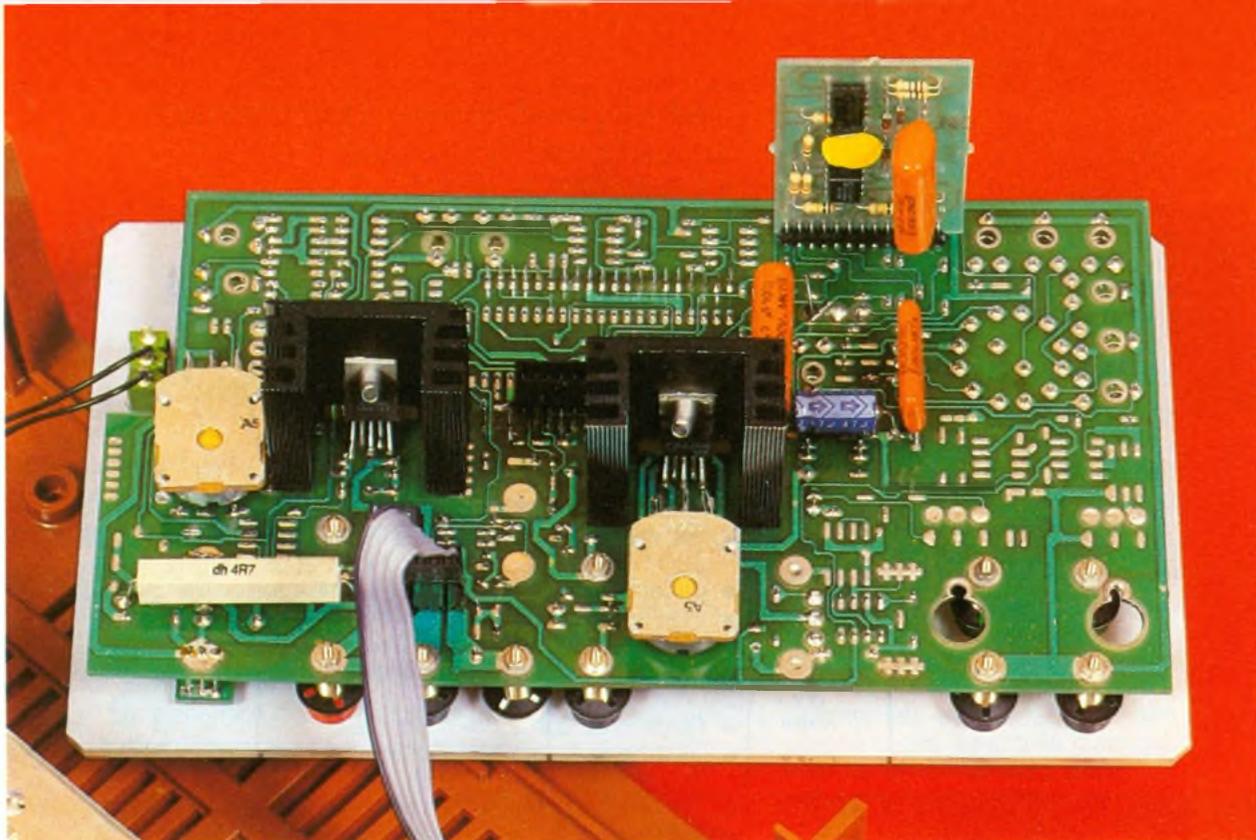


Photo 2. – L'envers du décor, minimum de liaisons et qualité.

Aussi, ce courant sera à répartir entre toutes les sorties de l'appareil.

LE GÉNÉRATEUR DE FONCTIONS

Il délivre sinus, carrés et triangles sur une plage de fréquences allant de 0,2 Hz à 200 kHz. Par l'intermédiaire d'un rotacteur, l'utilisateur accède à six gammes, avec recouvrement. Le réglage de la fréquence s'effectue de façon progressive à l'aide de deux boutons-poussoirs, telle la recherche manuelle des stations sur un tuner numérique.

Un afficheur à cristaux liquides retranscrit la valeur de la fréquence des signaux délivrés. Il permet aussi de contrôler la dérive qui, d'après le constructeur, n'excède pas 5 digits par minute. L'amplitude maximale des signaux de sortie excède 13 V crête-à-crête de 0,2 Hz à 20 kHz pour la position 1 de l'atténuateur, 1,3 V pour la position 2 et 0,13 V pour la position 3 (rapports 1/1, 1/10, 1/100).

La modulation de fréquence

Deux entrées de modulation sont disponibles.

- La première, classique, pourra être commandée à l'aide d'un signal analogique. Une amplitude de + 10 V à - 10 V sera néces-

saire pour couvrir une gamme complète.

- La seconde pourra être attaquée avec un signal logique trois états, qui permet, en **haute impédance**, de rester à la même fréquence, à l'état 0 de diminuer la fréquence et à l'état 1 de l'augmenter, le tout avec une vitesse de variation de 50 digits de l'afficheur, par seconde.

Créer une tension d'offset, dite tension de décalage

Cela devient facile en mettant en série avec la source de signaux l'alimentation ajustable, disponible sur le multigénérateur. La tension d'offset sera alors imposée par le potentiomètre de réglage de la source de tension. Cependant, si l'on désire une tension de décalage positive, il faudra mettre l'alimentation sur une valeur négative et réciproquement.

En effet, les valeurs de tension se retranchent, phénomène provoqué par la liaison interne entre la masse de la fiche BNC du générateur et la borne 0 V de l'alimentation.

PRINCIPE ELECTRONIQUE DE FONCTIONNEMENT DU GÉNÉRATEUR

Comme vu précédemment, le réglage de la fréquence des signaux de sortie s'opère manuel-

lement à l'aide de deux boutons-poussoirs. Ceux-ci ont pour rôle d'établir un circuit de façon à charger ou à décharger plus ou moins un condensateur. La tension présente à ses bornes pilotera alors un VCO (oscillateur commandé en tension).

Liberté – Egalité – $Q = I \cdot t$

Tel pourrait être le cri de ralliement du condensateur ! (remerciements à D. Paret). La valeur de sa charge est en effet égale au produit du courant de charge par le temps de charge, mais aussi égale au produit de la capacité par la tension de charge.

D'où $Q = I \cdot t = C \cdot U$.

On en déduit que $U = (I \cdot t) / C$.

Sachant que I et C restent constants, on obtient une relation directe entre U et t.

$$\rightarrow U = f(t)$$

L'ampleur de la variation de tension aux bornes du condensateur est donc proportionnelle au temps de sollicitation des poussoirs.

Cette même tension, une fois recueillie et traitée, commande un circuit référencé 8038, célèbre pour ses états de service. S'agissant d'un C.I. produisant sinusoides, triangles et carrés, il délivre, sur sa sortie, des signaux de fréquence proportionnelle à la valeur de la différence de potentiels appliquée sur son entrée.

Le réglage des gammes quant, à lui, s'opère à l'aide d'un rotacteur, dont les contacts comportent des réseaux RC électriquement solidaires du 8038.

Là où MATELCO s'affiche

S'il en avait eu la possibilité, le seigneur de La Palice aurait certainement affirmé que mesurer une fréquence nécessite un fréquencesmètre.

Le système le plus communément rencontré se compose grossièrement d'un bloc logique de compteurs, périodiquement remis à zéro et d'une fioriture d'éléments : amplificateur d'entrée ; trigger ; base de temps ; circuits d'affichage, etc

Toutefois, pourquoi faire compliqué lorsque l'on peut faire simple ?

Le constructeur a ainsi fait sien cet adage, en reprenant astucieusement la principale caractéristique précédemment explicitée : la fréquence de sortie est directement proportionnelle à une tension de commande.

A un facteur de correction près, il suffit de mesurer directement cette tension à l'aide d'un simple voltmètre.

Précise et élégante, la solution retenue met en œuvre un 7106 d'Intersil, galamment accompagné d'un afficheur à cristaux liquides.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

ALIMENTATION FIXE 2 x 15 V

- Courant nominal : 0,75 A
- Ondulation résiduelle : < 30 mV efficaces
- Chute de tension en charge : < 0,1 V
- Connexions : sur trois douilles, ϕ 4 mm

ALIMENTATION AJUSTABLE

- Réglable : de - 12 V à + 12 V ou de 0 à + 12 V
- Courant nominal : 0,75 A
- Ondulation résiduelle : < 5 mV efficaces
- Chute de tension en charge : < 50 mV
- Connexions : sur deux douilles, ϕ 4 mm

GENERA TEUR DE FONCTIONS

- Sinus ; carrés ; triangles
- Six gammes : 0,2 Hz à 2 Hz, 2 Hz à 20 Hz, 20 Hz à 200 Hz, 200 Hz à 2 kHz, 2 kHz à 20 kHz, 20 kHz à 200 kHz
- Variation de la fréquence de sortie : par boutons-poussoirs
- Vitesse de variation : 50 points d'affichage/seconde
- Fréquencesmètre de 2 000 points intégré
- Précision du fréquencesmètre : meilleure que 2 % de 20 Hz à 20 kHz
- Tension de sortie : > 13 V c à c
- Distorsion harmonique : < 1 % de 20 Hz à 20 kHz (sur une charge supérieure à 70 Ω)
- Entrée de modulation de fréquence logique : tri-état
- Entrée de modulation de fréquence analogique
- Sortie de conversion fréquence-tension.

Le tout forme un voltmètre 2 000 points, d'une résolution de base égale à 100 μ V, et remplace ainsi un bon « vieux » fréquencesmètre numérique.

CONCLUSION

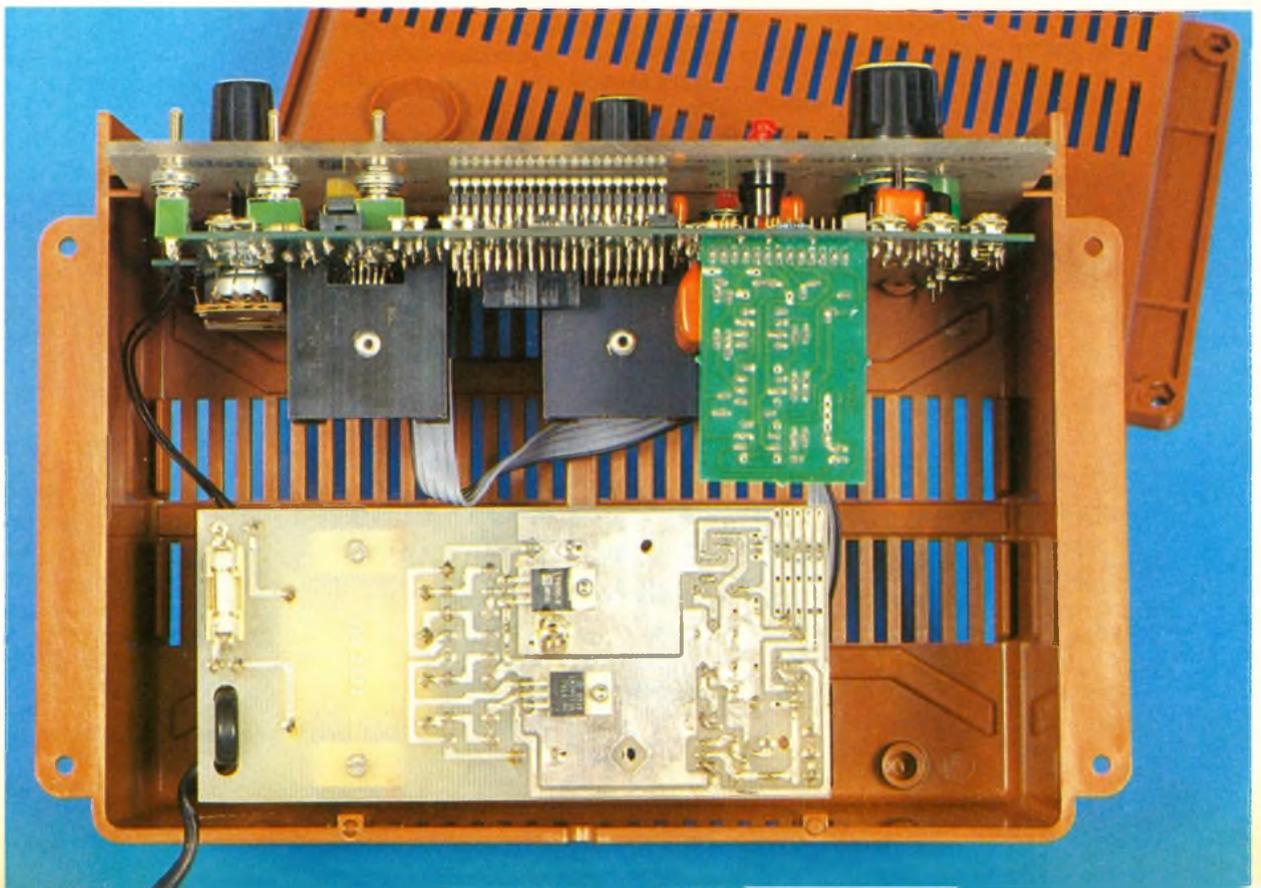
Etudié pour répondre aux normes électriques de la classe 2, cet appareil doublement isolé présente une bonne sécurité de manipulation.

Disposant de sorties protégées contre les surcharges et les courts-circuits, il pourra être utilisé sans risque aucun par l'amateur débutant ou les élèves d'une classe

Complété par un ensemble de périphériques et d'accessoires, le multigénérateur 6259 intégrera alors un système de relevés automatique et d'acquisition de données.

Christophe PICHON

Photo 3. – La section d'alimentation fait l'objet d'une autre carte imprimée



LA TECHNOLOGIE AU COLLEGE (IXX)



Après avoir fabriqué, le mois dernier, le module détecteur, sixième plaque fonction, vous avez découvert pour le projet n° 3 l'ensemble des besoins de ce nouveau montage.

Peut-être avez vous d'ailleurs recensé quelques possibilités de conception ou bien même avez-vous déjà mis au point votre propre prototype. Voici, comme prévu, la présentation d'une possible réalisation qui répond donc aux besoins exprimés.

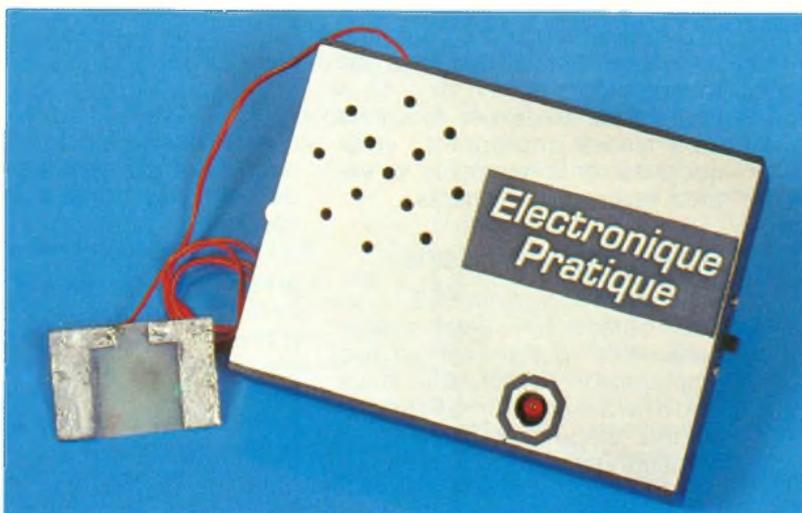
PROJET N° 3

AVERTISSEUR DETECTEUR DE LIQUIDE

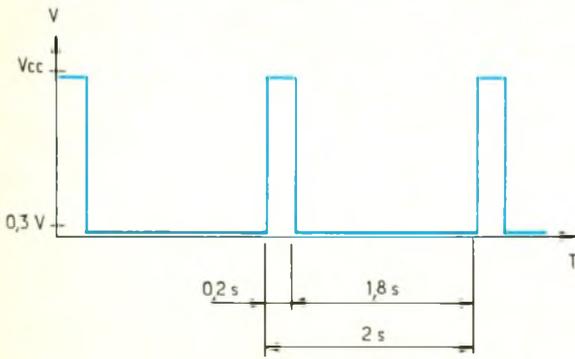
Cahier des charges fonctionnel

Nous allons réexaminer l'ensemble des fonctions contraintes présentées le mois dernier à la figure 10.

Pour chacune d'entre elles, nous chercherons la solution technique qui nous semble la mieux adaptée.



Fonction		Critère d'appréciation	Critère éliminatoire	Niveau requis
FC1	Doit assurer un signal sonore important	Amplificateur de courant	non	Signal audible depuis toutes les pièces de la maison
FC2	Doit consommer le moins d'énergie possible	Signal sonore intermittent	non	Période de 2 secondes rapport cyclique de 10 %
FC3	Doit assurer une totale sécurité électrique	Norme en matière de sécurité électrique	oui	Alimentation sur pile
FC4	Doit se régler sur différentes hauteurs possibles	Déplacement du capteur uniquement	non	de 10 cm à 50 cm
FC5	Doit être protégé des projections d'eau	Plan de perçage minimal du boîtier	non	Perçages maximum : 15
FC6	Doit être de taille réduite	Dimensions maximales	non	10 cm x 15 cm x 3 cm
FC7	Doit être esthétique	Aspect extérieur du boîtier	non	Utilisation de matière plastique
FC8	Doit pouvoir se fixer aisément sur la baignoire ou tout autre support	Forme de crochet adaptée au support	non	Utilisation de métal plastifié



Une fois ces recherches effectuées, nous obtenons alors un ensemble de caractéristiques répondant aux différentes contraintes fixées dès le départ.

Le tableau de la **figure 1** qui les énumère toutes constitue alors pour notre montage ce que l'on appelle le **Cahier des charges fonctionnel**.

Pour certaines de ces fonctions contraintes cependant, voici quelques renseignements et explications supplémentaires.

Analyse des fonctions

● Fonction contrainte FC1

Pour obtenir un signal sonore puissant, il faut prévoir un fort amplificateur de courant. Nous adopterons, bien entendu, comme étage amplificateur, un montage Darlington.

Niveau requis

La puissance d'un son se mesure en décibels (dB).

Vous ne possédez vraisemblablement pas de décibelmètre ; inutile alors de fixer, pour notre signal sonore, une puissance maximale, que vous ne pourrez pas mesurer. Par contre, comme indiqué dans le cahier des charges, pour valider la contrainte FC1, nous pouvons adopter comme niveau la condition suivante :

Le signal sonore doit être perçu depuis les autres pièces de la maison, ce que vous pouvez facilement vérifier.

Remarque

Voici néanmoins, à titre indicatif, la valeur en décibels de quelques sons plus ou moins familiers :

- chuchotement : 20 dB ;
- conversation normale : 60 dB ;
- klaxon de voiture : 80 dB ;
- marteau piqueur : 130 dB ;
- réacteur d'avion : 140 dB ;

A partir de 100 dB, seuil au-delà duquel l'on ressent une certaine douleur, les sons deviennent dangereux.

● Fonction contrainte FC2

Pour limiter la consommation d'énergie tout en conservant une puissance non négligeable, la solution du signal sonore intermittent (comme pour le projet n° 2) semble la meilleure.

Au point de vue conception, la plaque fonction clignotant permettra de répondre à cette contrainte technique.

Niveau requis

En adoptant un fonctionnement périodique de 0,5 Hz de fréquence $F = 1/P$ ($P = 2$ s) avec un rapport cyclique de 10 %, nous obtenons, comme désiré, une très faible consommation d'énergie. En effet, le son ne retentit (consommation maximale) que pendant 1/10 du temps de fonctionnement de l'avertisseur.

Quelles valeurs choisir pour les composants ?

Revoir les différents calculs concernant le multivibrateur astable d'une part, et le rapport cyclique d'autre part (*E.P.* n° 132).

La **figure 2** présente la forme du signal périodique à obtenir en sortie de notre fonction clignotant, donc au niveau du collecteur de T_5 .

Nous en déduisons que T_5 doit être bloqué pendant 0,2 s (car VCE vaut VCC) et passant pendant 1,8 s (car VCE = 0,3 V).

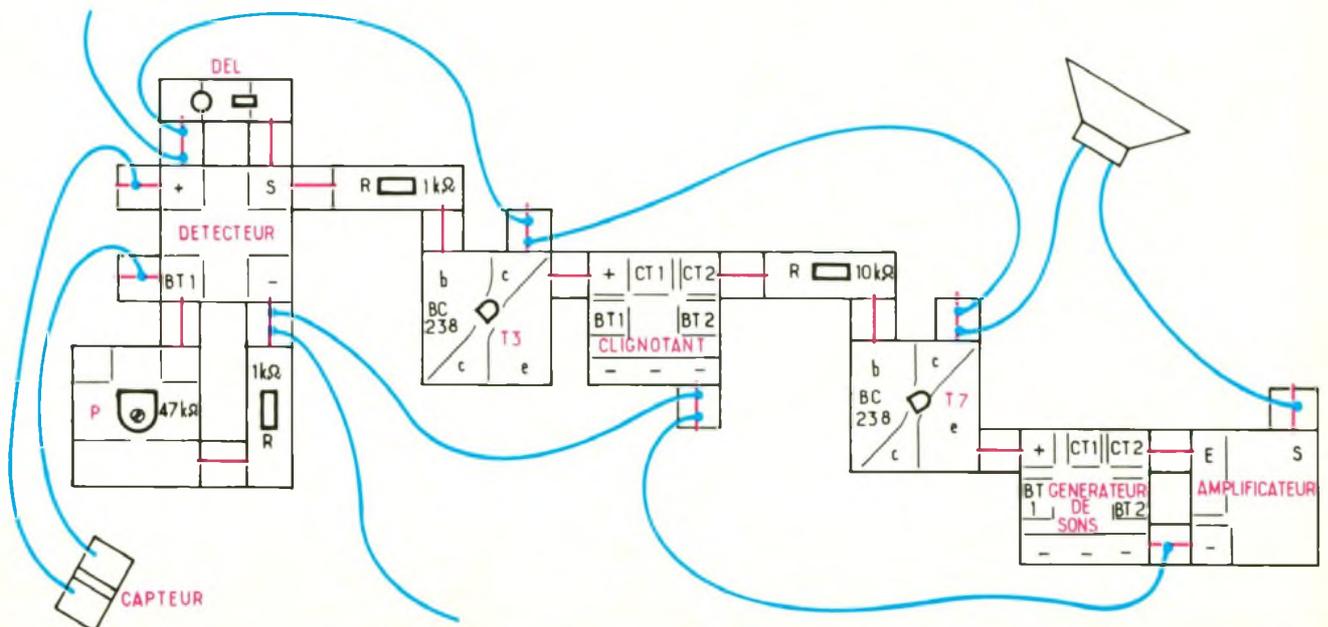
1° Choisissons tout d'abord, arbitrairement parmi les condensateurs électrochimiques courants ($1 \mu\text{F}$, $2,2 \mu\text{F}$, $4,7 \mu\text{F}$, $10 \mu\text{F}$, $22 \mu\text{F}$, $47 \mu\text{F}$, $100 \mu\text{F}$), deux valeurs de condensateurs permettant d'approcher au mieux le rapport 1/9 imposé (0,2 s/1,8 s).

Parmi plusieurs paires possibles, prenons $4,7 \mu\text{F}$ et $47 \mu\text{F}$.

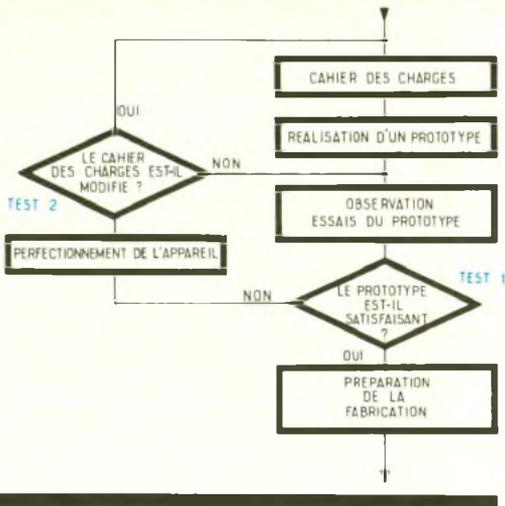
2° Calculs de R_6 et de R_7 ;

● Pour que T_5 devienne passant pendant 0,2 s, il suffit de résoudre l'égalité suivante :

$$0,2 \text{ s} = 0,69 \times C_1 \times R_6 \text{ (avec } C_1 = 4,7 \mu\text{F)}$$



4 Conception d'un montage / Logigramme de présentation.



On obtient alors :
 $R_6 = 0,2 \text{ s} / 0,69 \times 4,7 \cdot 10^{-6} \text{ F}$;
 $R_6 = 61\,671 \Omega$
 soit 62 k Ω , valeur normalisée la plus proche dans la série E24

- Pour obtenir ensuite un blocage de T₅ pendant 1,8 s :
 $1,8 \text{ s} = 0,69 \times C_2 \times R_7$ (avec C₂ = 47 μF)

On a donc :
 $R_7 = 1,8 \text{ s} / 0,69 \times 47 \cdot 10^{-6} \text{ F}$
 $R_7 = 55\,504 \Omega$,
 soit 56 k Ω .

● Fonction contrainte FC3

Tout appareil électrique, installé de surcroît dans un milieu humide, doit impérativement présenter toutes les garanties de sécurité possibles. Il faut donc recourir à une alimentation basse tension en éliminant toute liaison

(même galvanique) avec le secteur

Il faut garantir la conformité du montage avec la norme en matière de sécurité électrique.

Niveau requis

En choisissant d'alimenter notre montage avec une pile 9 V de type 6F22, on respectera ces garanties de sécurité.

Remarque

Ce critère revêt, vous vous en doutez, une importance capitale dans toute fabrication d'appareils électriques, ce qui explique son caractère éliminatoire dans le cahier des charges. Tout produit non conforme à la norme se voit alors interdit de vente et de distribution.

● Fonction contrainte FC4

Il vaut mieux, pour conserver une certaine commodité d'utilisation, garder le boîtier principal fixe et permettre, grâce à une longueur de fil d'environ 50 cm, un éloignement plus ou moins important du capteur.

● Fonction contrainte FC5

Un plan de perçage minimal, présenté à la figure 7 pour un haut-parleur de 5 cm de diamètre, doit quand même assurer une bonne diffusion du signal sonore.

A noter

Deux autres éléments nécessitent également le perçage du boîtier : il s'agit de l'interrupteur Marche-Arrêt et de la diode DEL.

Là encore, il vous faudra limiter les risques dus aux éclaboussures. Vous fixerez l'interrupteur sous le boîtier, et l'étanchéité autour de la DEL sera assurée par un clip adapté.

● Fonction contrainte FC8

Le boîtier doit pouvoir se fixer très facilement sur toutes sortes d'attaches (crochet « X » ou autres). En conséquence, pour l'installer sur une baignoire, il vaut mieux réaliser un crochet spécialement adapté à la forme de la baignoire (fig. 8). L'utilisation de métal plastifié (récupérable sur un cintre par exemple) évite, c'est préférable, de laisser des traces de rouille à l'intérieur de la baignoire !

AVANT-PROJET

Réalisation d'un prototype

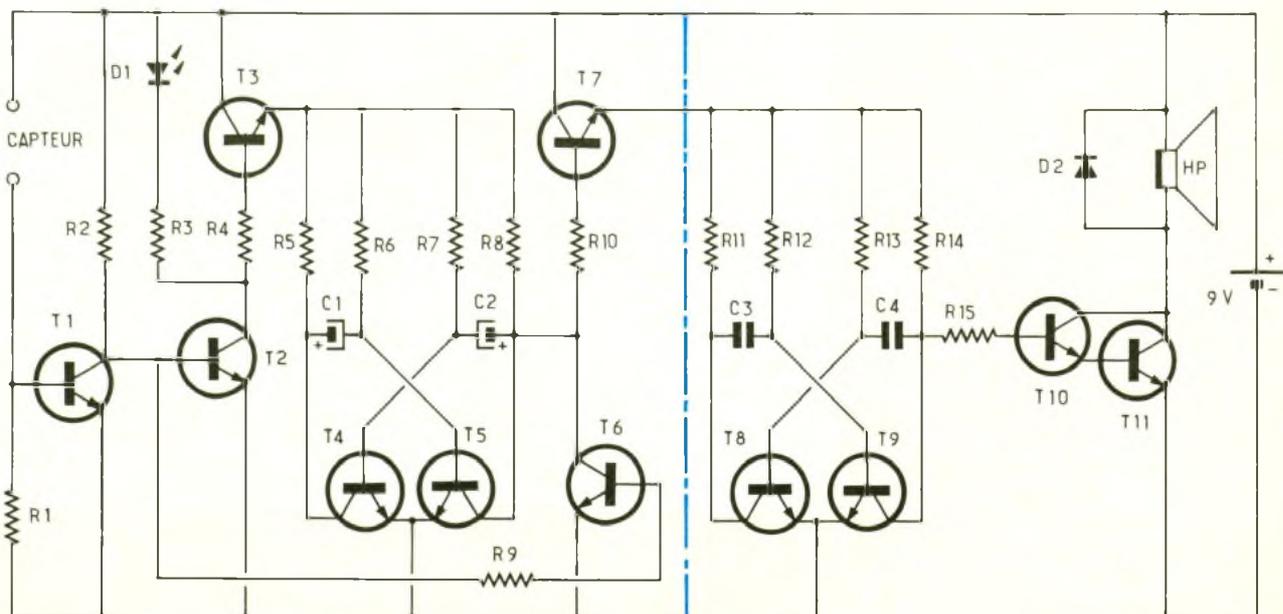
Vous voilà maintenant en mesure de réaliser un montage prototype à l'aide des différentes plaques « fonction » et « composant ».

La figure 3 présente cette première version expérimentale de notre projet.

Observation du prototype

- Les différents étages du montage électronique se repèrent très facilement.

- Les deux transistors T₃ et T₇ montés en collecteur commun contrôlent respectivement l'alimentation de la plaque fonction clignotant et l'alimentation de la plaque fonction générateur de



5 Schéma de principe.

Ref	Désignation	Valeur	Observation
R ₁ -R ₄ R ₉ -R ₁₀ R ₁₅	Résistance	10 k Ω	marron-noir-orange
R ₂ -R ₅ R ₈ -R ₁₁ R ₁₄	Résistance	1 k Ω	marron-noir-rouge
R ₃	Résistance	390 Ω	orange-blanc-marron
R ₆	Résistance	62 k Ω	bleu-rouge-orange
R ₇	Résistance	56 k Ω	vert-bleu-orange
R ₁₂ -R ₁₃	Résistance	15 k Ω	marron-vert-orange
C ₁	Condensateur	4,7 μ F-12 V	polarisé !
C ₂	Condensateur	47 μ F-12 V	polarisé !
C ₃ -C ₄	Condensateur	22 nF	type mylar
D ₁	Diode DEL		avec clip de fixation
D ₂	Diode	1N4001	
T ₁ à T ₁₀	Transistor	BC238	ou équivalent BC108, 2N2222...
T ₁₁ HP	Transistor Haut-parleur Capteur	2N1711	8 Ω – par ex. : \varnothing 5 cm plaque époxy
	Connecteur pile		à pression pour pile 9 V

sons. En effet, tant que T₃ (ou T₇) reste bloqué, à cause d'une faible tension en sortie du détecteur : collecteur T₂ (ou du clignotant : collecteur T₅), la tension nulle à l'émetteur interdit alors le fonctionnement du module clignotant (ou du module générateur de sons).

Remarque

Si vous ne possédez qu'une seule plaque transistor BC238, utilisez la plaque 2N1711 pour le deuxième transistor.

Essais et remarques

a) Lorsque l'eau atteint le capteur, le signal sonore retentit, comme prévu, de façon intermittente.

b) La diode DEL, illuminée au départ, s'éteint dès qu'une détection se produit ! Gardons-la donc à cette place, elle servira de témoin de fonctionnement.

c) Les deux DEL de la plaque fonction clignotant ne présentent pas d'intérêt dans ce montage, leur présence ne semble pas indispensable. Remplaçons donc l'ensemble DEL + résistance de protection par une seule résistance de 1 k Ω .

Rappel : cette résistance de 1 k Ω reste faible devant la valeur de la résistance de base de T₂ (10 k Ω), ce qui évite toute modification

des caractéristiques de la fonction clignotant.

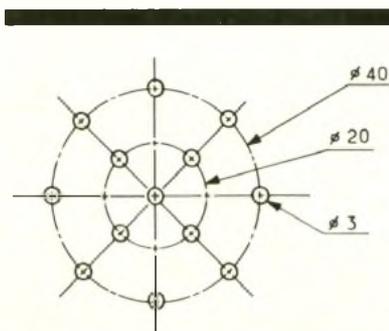
d) Un bruit désagréable se produit dès que l'on sort le capteur de l'eau.

Test

Pour poursuivre notre travail et passer ainsi à la préparation de la fabrication, il nous faut tout d'abord répondre positivement au test du logigramme présenté à la figure 4. Aucun problème majeur ne concerne les trois premières constatations « a », « b » et « c ». Par contre, le défaut constaté en « d » nécessite une modification du prototype afin d'en améliorer le fonctionnement.

Cause de dysfonctionnement

Ce bruit caractéristique, dont l'intensité s'atténue progressivement



ment telle une sirène, provient de la décharge d'un condensateur.

De quel condensateur s'agit-il ?

Il s'agit du condensateur C₂ de la plaque fonction clignotant. Le condensateur C₂, chargé, voit la tension à ses bornes décroître très lentement dès que le transistor T₃ cesse d'alimenter le module clignotant. Vous pouvez d'ailleurs aisément le vérifier en mesurant, à l'aide d'un voltmètre, la tension aux bornes de C₂ ainsi que la tension VCE du transistor T₅.

Cette tension VCE positive permet alors de maintenir T₇ passant pendant un certain temps.

Remarque

Lorsque vous ôtez le capteur alors que C₁ est chargé et donc C₂ déchargé, ce phénomène, évidemment, ne se produit pas.

Perfectionnement

Pour supprimer cet inconvénient, il suffit, dès que l'on sort le capteur de l'eau, de provoquer une décharge rapide du condensateur C₂.

1^{re} possibilité

Après avoir retiré le capteur, court-circuitons C₂ à l'aide d'un fil placé directement soit sur les bornes du condensateur, soit sur les liaisons BT₁ et CT₂ placées sur le pourtour du circuit (ce qui revient au même).

2^e possibilité

Relions maintenant le collecteur de T₅ à la masse (au « - ») ; T₇ alors se bloque obligatoirement.

Conclusion

Vous n'allez pas, bien sûr, attendre un fil à la main pour réaliser votre court-circuit !

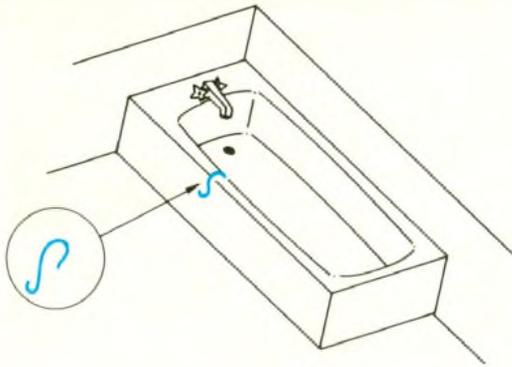
Nous devons donc trouver un système qui assure tout seul cette liaison dès que le capteur est sorti de l'eau. La jonction collecteur-émetteur d'un transistor jouera parfaitement ce rôle (revoir E.P. n° 142, expérimentation n° 5).

Rappel : la jonction collecteur-émetteur d'un transistor se comporte comme un interrupteur fermé lorsque V_{BE} = 0,7 V.

Comment brancher le transistor ?

Relions :

- son collecteur au collecteur de T₅ ;
- son émetteur au « - » ;



– sa base à travers une résistance de $1\text{ k}\Omega$ à tout point où l'on trouve une tension élevée lorsque le capteur se trouve hors de l'eau : collecteur de T_1 .

Résultat

Le défaut a disparu, nous pouvons passer à la fabrication.

DOSSIER TECHNIQUE

Schéma de principe du montage

Vous retrouvez sur le schéma de la **figure 5** les quatre fonctions de base, les liaisons assurées par les transistors T_3 et T_7 et la mise à la masse du collecteur de T_5 réalisée par le transistor T_6 .

Le montage, déjà pré-réglé pour une détection de liquide et avec un signal sonore maximal, ne

comporte pas de potentiomètre. Inutile, en effet, de régler le seuil de fonctionnement de T_1 d'une part et le volume sonore d'autre part.

Etude de fonctionnement

Toutes les fonctions de base de ce montage ont déjà fait l'objet d'une étude accompagnée de nombreuses expérimentations. Reportez-vous éventuellement aux précédents numéros d'*E.P.*

Nomenclature (fig. 6)

Circuit imprimé et implantation des composants (fig. 9 et 10).

Le dessin du circuit imprimé laisse apparaître deux sous-ensembles identiques que vous devez maintenant connaître parfaitement ; il s'agit des deux implantations des deux multivibrateurs.

Important

N'oubliez pas de toujours vérifier l'exactitude du CI et de l'implantation des composants par rapport au schéma de principe. Outre l'amélioration de votre aptitude à repérer aisément les composants, les liaisons, les points équipotentiels (points reliés ensemble), cet exercice vous permettra de corriger une éventuelle erreur d'impression. Et il est rageant, avouez-le, de constater une telle erreur après avoir tiré, gravé le circuit imprimé et soudé les composants !

FABRICATION

La fabrication ne pose guère de difficultés. Commencez, comme d'habitude, par souder les composants les plus bas, les résistances, les condensateurs... Terminez par les transistors en évitant de trop les chauffer. Soudez la diode DEL, convenablement orientée, exactement à la hauteur voulue, en tenant compte de son clip de fixation ainsi que de la position du CI dans le boîtier.

Le capteur de liquide, semblable à celui réalisé lors de la fabrication de la plaque détecteur, est soudé à l'extrémité d'un fil double de 50 cm de longueur.

Après vérification du bon emplacement de tous les éléments, du sens convenable des deux condensateurs électrochimiques, nettoyez le circuit à l'acétone et branchez votre montage sur une pile 9 V.

Essais de fonctionnement

Puisque vous n'avez aucun réglage à effectuer, votre montage doit normalement fonctionner immédiatement. Immergez le capteur...

Recherche de panne, points test

Dans le cas contraire (fonctionnement incorrect), vous vérifierez les niveaux d'entrée et de sortie de chacune des fonctions électroniques en vous référant au synoptique de la **figure 11**.

Lorsque vous aurez découvert la fonction défectueuse, comparez son fonctionnement interne à celui de la plaque fonction correspondante afin de déterminer l'élément détruit ou tout simplement... mal soudé !

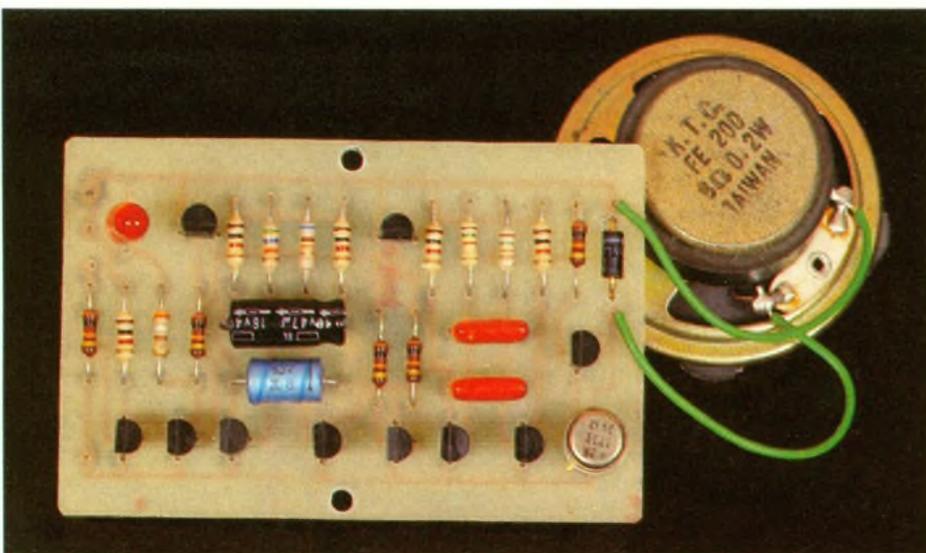
Réalisation du boîtier

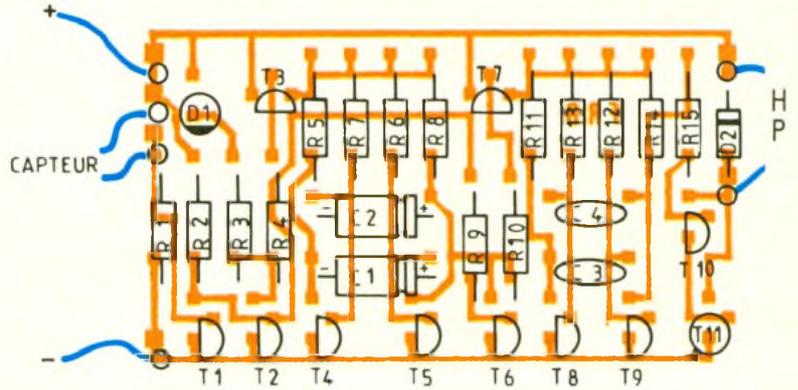
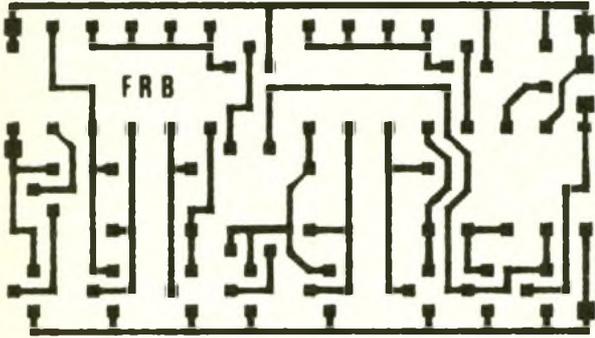
Le montage prend place dans un boîtier aux dimensions réduites. Attendez d'avoir tous les éléments (H.P., DEL + clips, interrupteur) pour effectuer vos pages.

Variante

Vous pouvez simplifier le montage si l'emploi de onze transistors vous fait un peu peur. Il vous suffit de remplacer la fonction générateur ainsi que la fonction amplificateur (à droite de

Photo 2. – Vue du projet n° 3, entièrement transistorisé.



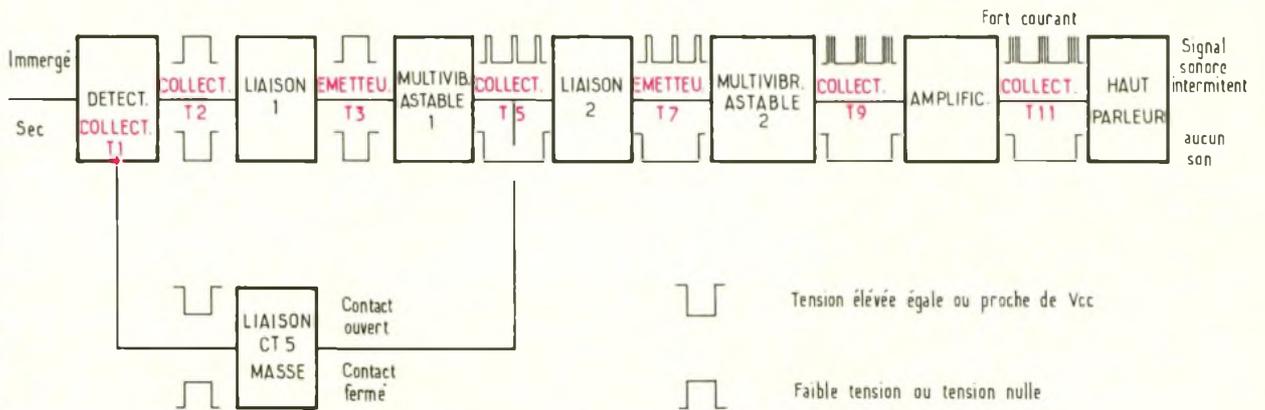


9-10

Circuit imprimé et implantation du projet n° 3.

11

Les points, en rouge, correspondent aux entrées et sorties de fonctions.

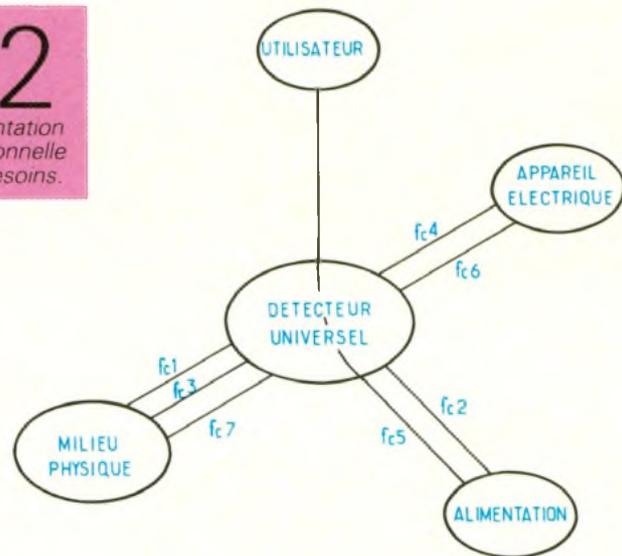


l'axe sur la figure 5) par un seul élément : un buzzer branché entre l'émetteur de T7 et le « - ».

Vous pouvez utiliser le même circuit imprimé ou le réduire en enlevant toute la partie devenue inutile : R11 à R15, C3 et C4, T8 à T11, D et la sortie HP.

12

Présentation fonctionnelle des besoins.



PROJET N° 4

DETECTEUR UNIVERSEL

Voici, comme le mois dernier, la présentation fonctionnelle des besoins d'un nouveau montage : le détecteur universel. Celui-ci fait de nouveau appel à la fonction de détection que nous allons compléter pour pouvoir garantir à ce montage une utilisation universelle.

À vous, à partir des fonctions principales présentées à la figure 12, de réfléchir à nouveau à une élaboration possible du cahier des charges, de chercher un prototype et, pourquoi pas ? de réaliser avant le mois prochain ce détecteur universel.

Francis BERNARD
Enseignant au lycée
Pierre-Mendès-France à Tunis

FONCTIONS DE SERVICE DU MONTAGE

FS1 : assurer une détection

FS2 : mettre en route ou arrêter un appareil électrique.

FONCTIONS CONTRAINTES

FC1 : doit accepter plusieurs capteurs.

FC2 : doit permettre l'inhibition du montage, après sa mise en route, pendant un temps réglable.

FC3 : doit mémoriser un changement même furtif du milieu physique.

FC4 : doit permettre, après détection, un retard réglable sans la mise en route de l'appareil électrique.

FC5 : doit assurer une totale sécurité électrique.

FC6 : doit présenter une puissance d'utilisation maximale.

FC7 : doit permettre une double configuration possible des capteurs.

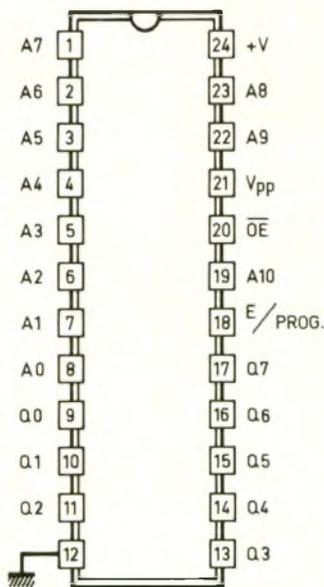
CONNAITRE ET COMPRENDRE LES CIRCUITS INTEGRES

FICHE TECHNIQUE N° 51 EPROM 2716



Une EPROM présente par rapport aux mémoires statiques l'avantage de conserver indéfiniment sa programmation, sans nécessiter une alimentation de sauvegarde, tout en restant effaçable.

L'objet de cette fiche est de décrire une EPROM très courante de 2 Ko : la 2716.



CARACTERISTIQUES GENERALES

Potentiel d'alimentation : 5 V.
Potentiel de programmation : 25 V.

Adressage : 11 entrées binaires, soit $2^{11} = 2\,048$ adresses.

Data : 8 entrées-sorties de données, soit $2^8 = 256$ valeurs (8 bits).

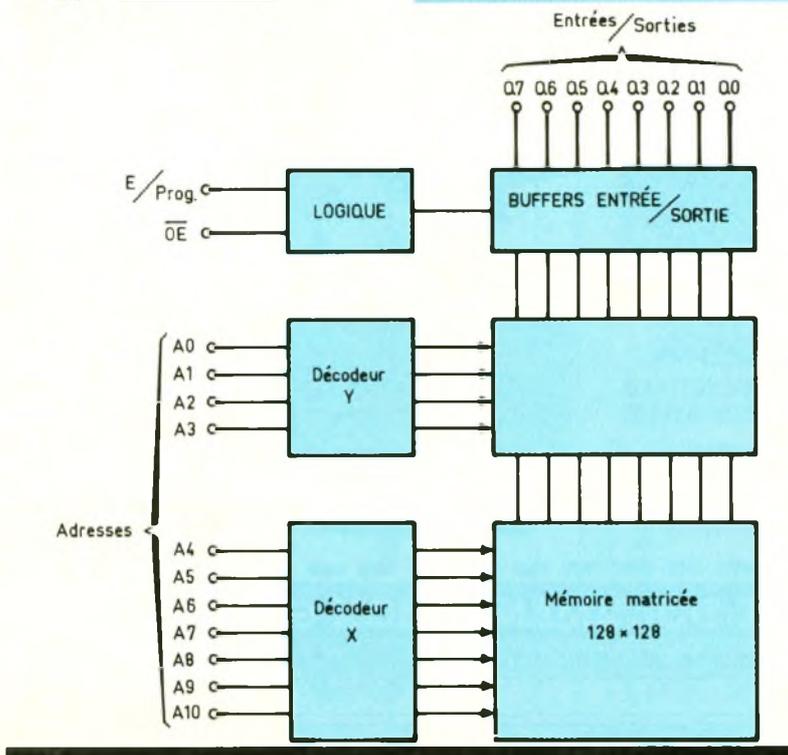
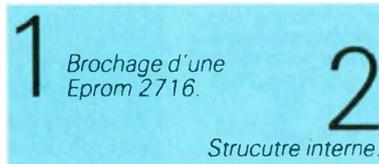
Capacité : $2\,048 \times 8$ bits = 16 384 bits. Dans la pratique on définit l'EPROM 2716 par une capacité de 16 Kbits.

BROCHAGE (fig. 1)

Le circuit se présente sous la forme d'un boîtier rectangulaire comportant 24 broches « dual in line » (2 rangées de 12).

La broche 24 est à relier au « plus » alimentation, tandis que la broche 12 correspond au « moins ». La broche 21 reçoit la tension de programmation de 25 V. La broche 20 repérée \overline{OE} est affectée à la validation des sorties, et la broche 18 E/PROGRAM commande la programmation de l'EPROM.

Les 11 entrées d'adressage correspondent respectivement aux broches 8 à 1 (A_0 à A_7), 23 et 22 (A_8 et A_9) et 19 pour l'adresse A_{10} . Les 8 entrées-sorties sont matérialisées par les broches 9 à 11 (Q_0 à Q_2) et 13 à 17 (Q_3 à Q_7).



FONCTIONNEMENT

La figure 2 reprend la structure interne de l'EPROM 2716. On distingue la logique de commande, directement en liaison avec les buffers régissant les entrées-sorties. Les adresses et les entrées-sorties sont traitées par une mémoire matricée.

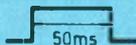
Le fonctionnement a été résumé dans le tableau de la figure 3. Dans les cas usuels de mise en œuvre, on distingue deux états principaux : la lecture et la programmation.

Lecture

Les broches V et V_{pp} sont soumises toutes les deux au potentiel nominal d'alimentation de 5 V. Les entrées E/PROG. et \overline{OE} sont soumises à un état bas. Dans cette situation, les sorties Q_i res-

3

Table de fonctionnement.

MODE	DATA Q _i	E / PROG. Validation générale et programmation	\overline{OE} Validation des sorties	V _{pp} (volt)	 (volt)	+V (volt)
Lecture	Sortie des données	0	0	5	0	5
Sorties inactivées	Haute impédance	X	1	5	0	5
Attente	Haute impédance	1	X	5	0	5
Programmation	Entrées des données		1	25	0	5
Vérification de programme	Sortie des données	0	0	25	0	5
Inactivation du programme	Haute impédance	0	1	25	0	5

(X) Etat indifférent

tiennent les niveaux logiques 0 ou 1 programmés pour chaque adresse.

Si on soumet l'entrée \overline{OE} à un état haut, les sorties sont inactivées : elles sont en état de haute impédance, appelé souvent troi-

sième état. Tout se passe comme si elles étaient entièrement isolées de la structure interne du circuit.

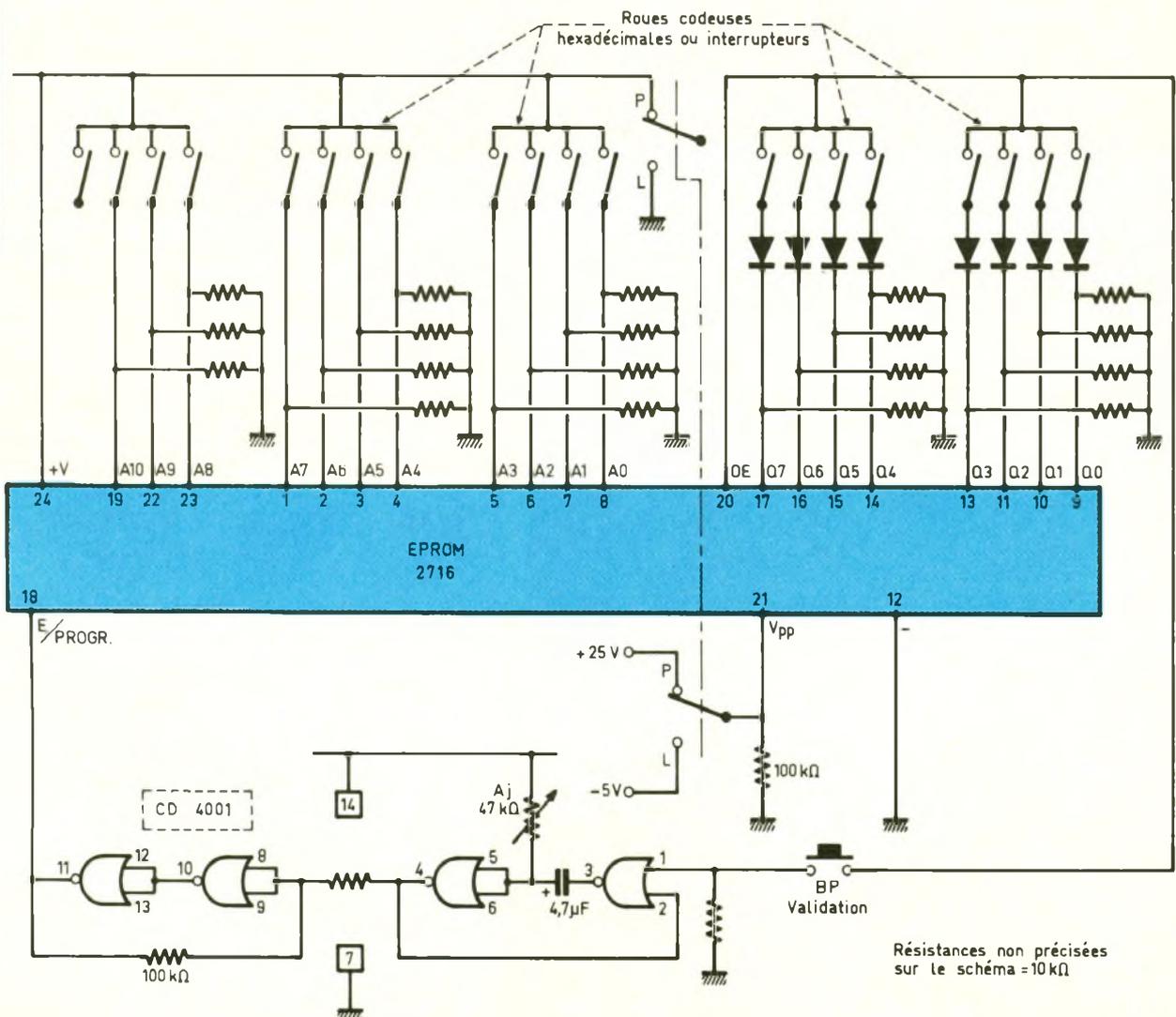
Le même phénomène se produit si on soumet l'entrée E/PROGR. à un état haut.

Programmation

La broche +V reste reliée à l'alimentation de 5 V, tandis que la broche V_{pp} est à brancher sous un potentiel continu de 25 V. Pour la programmation, il convient de soumettre l'entrée \overline{OE} à un état haut et de préparer l'opération d'entrées des données pour une adresse donnée par une présentation des valeurs binaires souhaitées sur les broches Q_i. La programmation se réalise par une impulsion positive de 5 V sur l'entrée E/PROGR., pendant une durée de 50 ms. En dehors de cette impulsion, l'EPRM est en position de vérification des états logiques sur les sorties Q_i. Egalement en programmation, ces dernières prennent systématiquement le troisième état, dès que l'on soumet l'entrée \overline{OE} à un état haut.

4

Application : un programmeur simplifié



APPLICATION : UN PROGRAMMATEUR SIMPLIFIE

La figure 4 illustre un exemple de réalisation d'un programmeur d'EPROM 2716. L'adressage et la présentation des données binaires sont réalisés par l'intermédiaire d'interrupteurs pouvant occuper chacun deux positions : l'état haut ou l'état bas. Pour davantage de commodité, ces interrupteurs peuvent être remplacés par des roues codeuses hexadécimales (à 16 positions : 0 à F).

L'adressage des 2048 pas élémentaires de programmation s'étend alors de la valeur hexadécimale 000 à 7FF.

Quant aux entrées-sorties Q_i , la plage de programmation (256 possibilités distinctes) va de la valeur hexadécimale 00 à FF. Un double inverseur commande les deux états principaux de lecture et de programmation.

Lecture

L'entrée V_{pp} est reliée à la tension positive de 5 V et les don-

nées sont directement disponibles sur les sorties Q_i , les interrupteurs de programmation étant neutralisés. Il en est de même pour le bouton-poussoir de validation de la programmation, dont la sollicitation reste sans effet dans cette situation. L'entrée \overline{OE} est alors soumise à un état bas.

Programmation

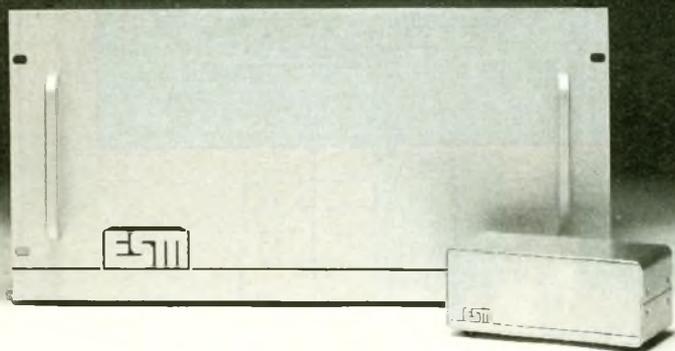
L'entrée V_{pp} se retrouve cette fois soumise au potentiel de 25 V. De plus, les interrupteurs de programmation permettent la présentation des données binaires requises sur les entrées Q_i ; l'entrée \overline{OE} est reliée à un état haut. En appuyant sur le bouton-poussoir, une bascule monostable, constituée de portes NOR, génère une impulsion positive qu'il faut régler sur 50 ms, grâce au curseur de l'ajustable de 47 k Ω . Cette impulsion positive est acheminée sur l'entrée E/PROGRAM par un trigger de Schmitt, que constituent les deux autres portes NOR du circuit CD 4001.

EFFACEMENT DE L'EPROM

Les boîtiers des EPROM comportent une lucarne transparente destinée au passage d'un rayonnement ultraviolet d'effacement. Ce rayonnement peut être obtenu à l'aide d'un minitube actinique de 210 mm de long et de 15 mm de diamètre, souvent disponible auprès des fournisseurs sous forme de kit.

En éloignant le boîtier de 4 à 5 cm du tube, la durée d'effacement est de l'ordre de 15 minutes. Cet effacement est total ; il se caractérise par la présentation d'un état haut sur toutes les sorties Q_i , pour toutes les 2 048 adresses. Il n'est pas possible de réaliser un effacement partiel ; il convient donc de bien faire attention lors de la programmation pour éviter une erreur qui obligerait l'opérateur à tout effacer et à tout reprendre depuis le début... Inversement, lorsque l'EPROM est programmée il faut la protéger des rayonnements ultraviolets, notamment ceux d'origine solaire.

CIF ET LES COFFRETS ESM SE PASSIONNENT POUR L'ELECTRONIQUE



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



CIF

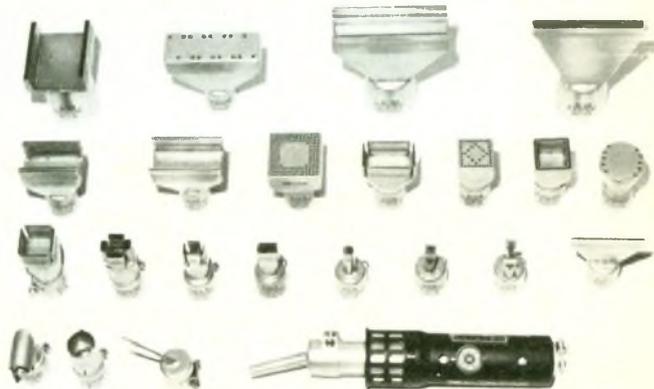
11, rue Charles-Michels - 92220 BAGNEUX
Télex - 631 446 F - Fax - 16 (1) 45 47 16 14 - Tél - 16 (1) 45 47 48 00



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

Dessouder et souder sans contact

des composants CMS, DIP et PIN-GRID, ainsi que les connecteurs multibroches, en quelques secondes, avec l'appareil à air chaud Leister-Labor « S ». Réglable en température et en débit d'air. Plus de 400 buses différentes sont disponibles.



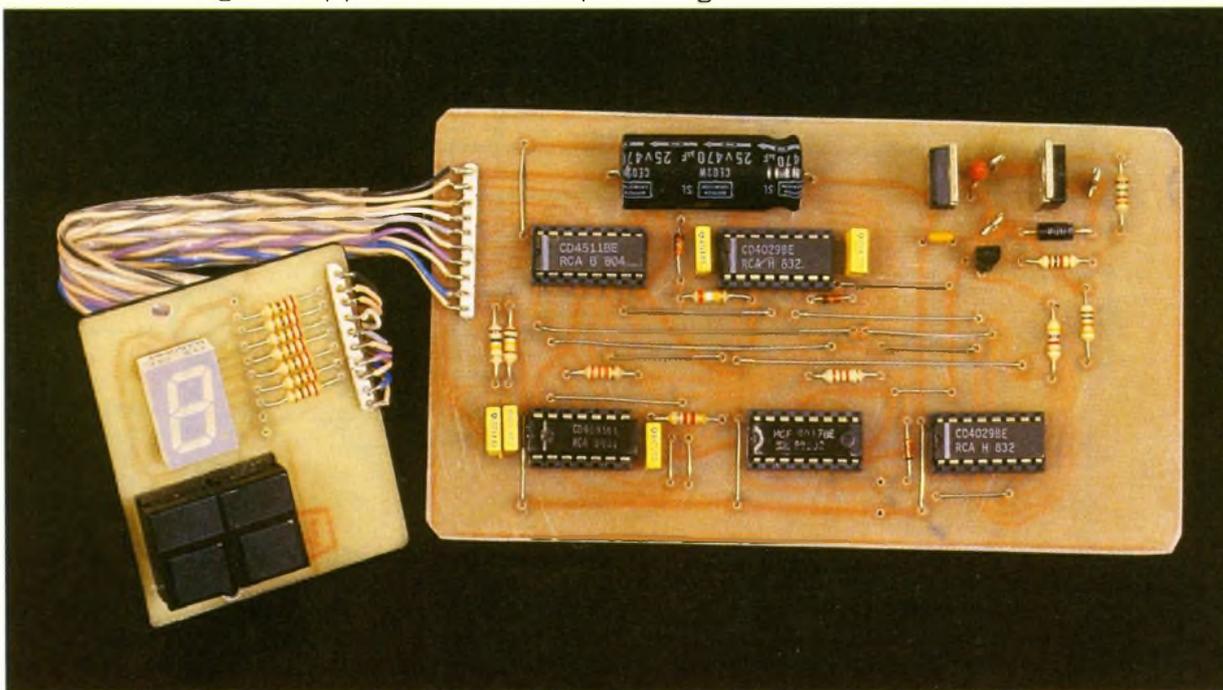
**Demandez notre documentation gratuite FR 97
et l'adresse du distributeur de votre région.**

SAPELMECA, 57 rue Brancion, 75015 Paris
Téléphone : 45.33.64.56, Téléfax : 45.33.94.97, Télex : 250 913

COMMANDE « PWM » DE MOTEUR



Cette réalisation permet la commande de la ventilation d'un véhicule automobile par deux boutons poussoirs et remplace donc le réglage par rhéostat. La vitesse choisie est visualisée sur un afficheur. Cette commande digitale apporte ainsi un « plus » agréable.

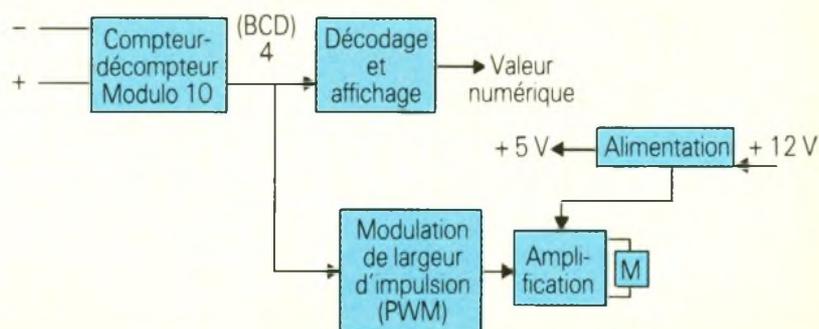


PRINCIPE (fig. 2)

L'originalité de ce montage est le type de commande du moteur : « PWM » désigne « Pulse Width Modulation », soit Modulation en Largeur d'Impulsion (MLI en abréviation française). Au lieu de fournir une tension continue variable au moteur, on lui applique un signal rectangulaire dont le rapport cyclique varie selon la vitesse choisie. Le moteur (self) intègre ce signal, et sa vitesse de rotation est alors proportionnelle à la valeur moyenne de ce signal ($V_{moy} = V \cdot T_1/T$ avec V_{moy} = tension moyenne, V = tension d'alimentation, T_1 = durée de l'état haut et T = durée de la période). L'avantage est le fonctionnement en commutation du transistor de commande qui limite son échauffement et augmente le rendement énergétique du montage. La **figure 1** précise le schéma fonctionnel du montage : les

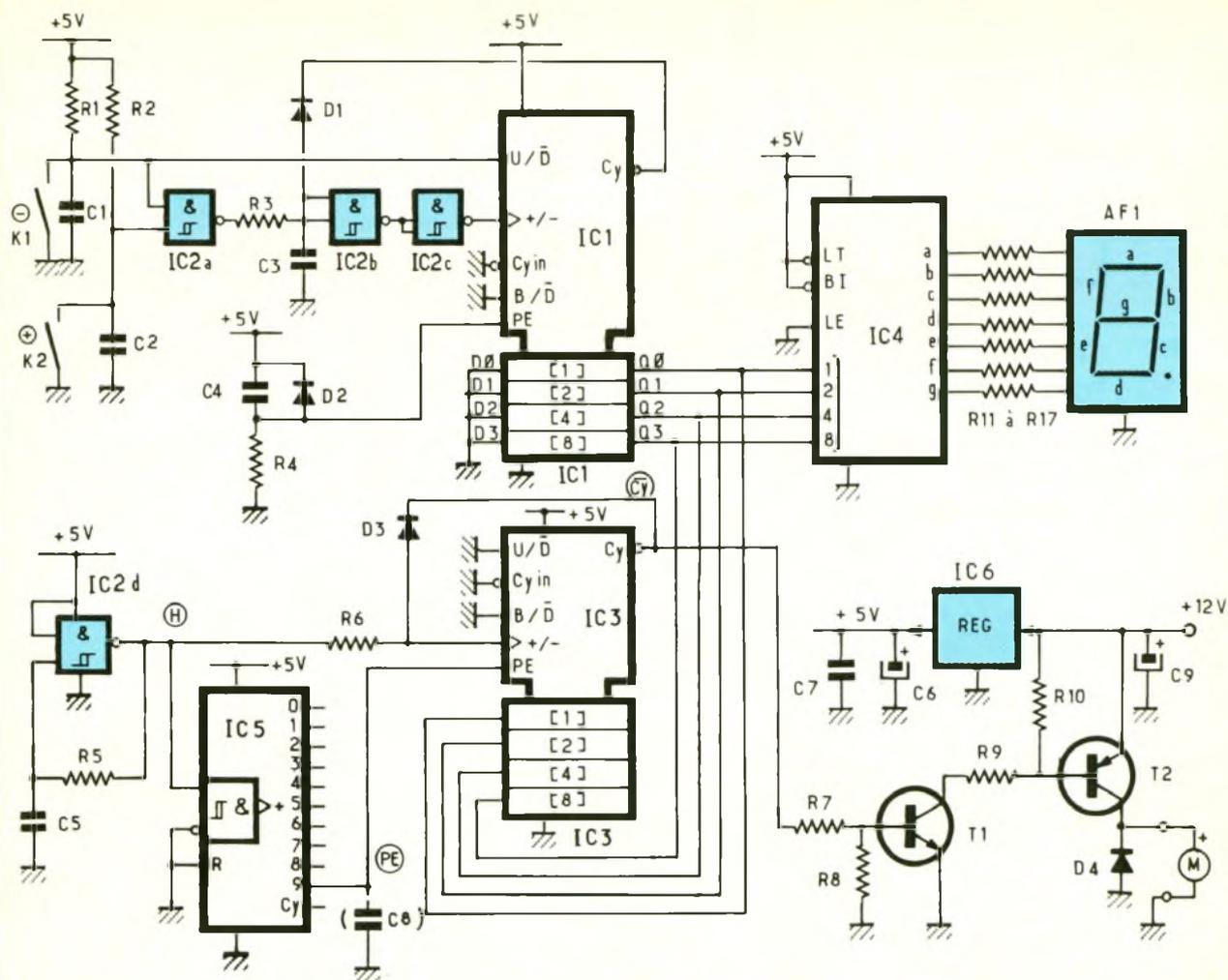
deux poussoirs commandent un compteur/décompteur de modulo 10. Sa sortie est un nombre de 0 à 9, exprimé en codage BCD (Binaire Codé Décimal : ex. 0 = $\phi\phi\phi\phi$, 4 = $\phi 1\phi\phi$, 9 = $1\phi\phi 1$). Ce nombre est décodé puis visualisé sur un afficheur 7 segments pour fournir l'indication de la sélection à l'utilisateur. Ce même nombre commande un sé-

quenceur qui se charge de fournir un signal de rapport cyclique proportionnel à ce nombre (modulation PWM). Sa sortie est amplifiée en courant pour commander le moteur. Comme l'ensemble fonctionne sur un véhicule automobile dont la tension de batterie varie, une alimentation régulée fournit la tension de + 5 V choisie pour alimenter les circuits logi-



2

Schéma structurel : la vitesse de rotation du moteur s'ajuste à l'aide de deux boutons-poussoirs.



ques (l'avantage de la commande PWM est de pouvoir réaliser le montage à l'aide de circuits logiques, ce qui garantit une simplicité de mise en œuvre et un fonctionnement sûr dans une large plage d'utilisation).

ANALYSE DU SCHEMA

On se reporte à la figure 2. Le schéma est organisé pour respecter sensiblement le schéma fonctionnel, ce qui permet d'identifier facilement les différents blocs.

L'ensemble $\{R_1 \text{ à } R_4, C_1 \text{ à } C_4, D_1, D_2, IC_1, IC_2, K_1, K_2\}$ réalise le compteur/décompteur modulo 10. Le circuit $R_4-C_4-D_2$ initialise IC_1 à la mise sous tension, ce qui garantit l'arrêt du moteur lors de l'établissement du contact du véhicule. Le circuit IC_1 , référencé 4510, tout comme IC_3 d'ailleurs, est un compteur intégré qui compte, ou décompte, pour chaque impulsion d'horloge (front montant) appliquée sur \pm , selon l'état de U/D, à condition que Cy_{in} soit à 0 V. Il compte en binaire, ou en BCD, selon l'état en

B/D. En appliquant un état 1 sur l'entrée PE, l'état des bornes D_0 à D_3 est recopié sur les sorties Q_0 à Q_3 (initialisation asynchrone). La sortie Cy passe à l'état ϕ quand le compteur atteint 0 en décomptage et 9 en comptage BCD (ou 15 en comptage BIN). Les poussoirs K_1 et K_2 fournissent des impulsions à l'entrée d'horloge du compteur au travers des portes IC_{2a} à IC_{2c} . Les condensateurs C_1 et C_2 suppriment les rebonds dus aux poussoirs. Le circuit R_3-C_3 joue le même rôle et garantit l'impulsion d'horloge après l'établissement du signal U/D. La diode D_1 inhibe la génération des impulsions si le compteur atteint ses valeurs limites (0 en décomptage et 9 en comptage) grâce au signal Cy . (On peut avoir l'idée de relier Cy à l'entrée Cy_{in} pour inhiber le compteur, mais ce n'est pas possible car Cy est aussi inhibé !). Le poussoir K_1 est connecté à l'entrée U/D de IC_1 , ce qui permet de choisir le sens de variation avant l'impulsion d'horloge (action sur $K_1 \rightarrow U/D = 0 \rightarrow$ comptage ; action sur $K_2 \rightarrow U/D = 1 \rightarrow$ décomptage). Les quatre sorties

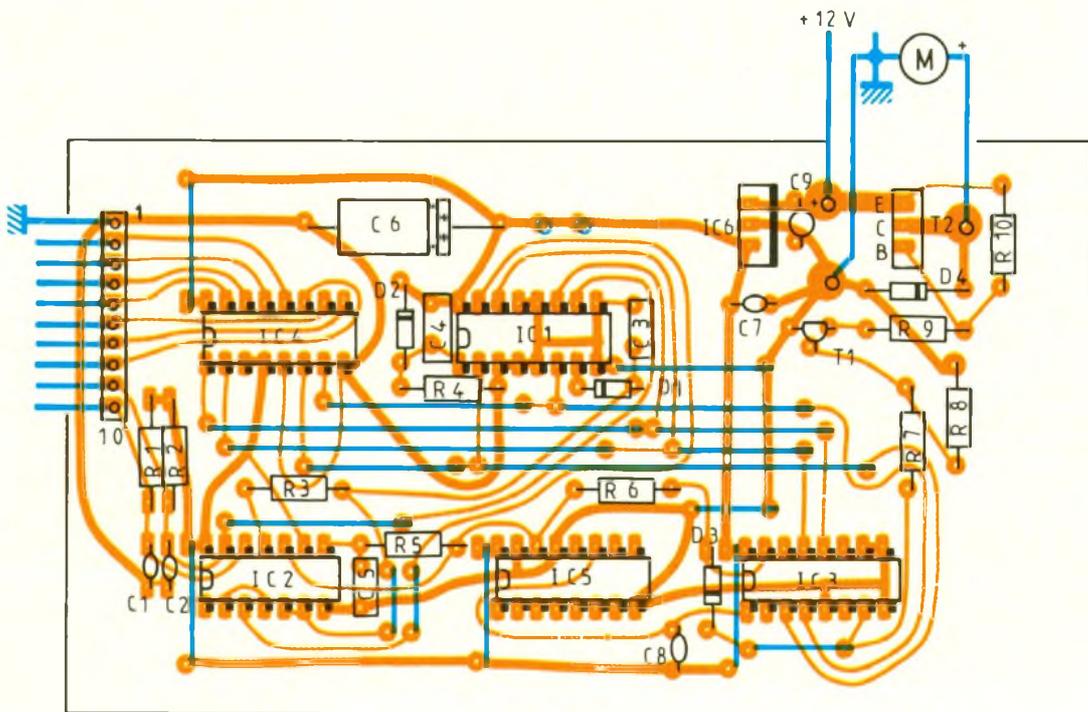
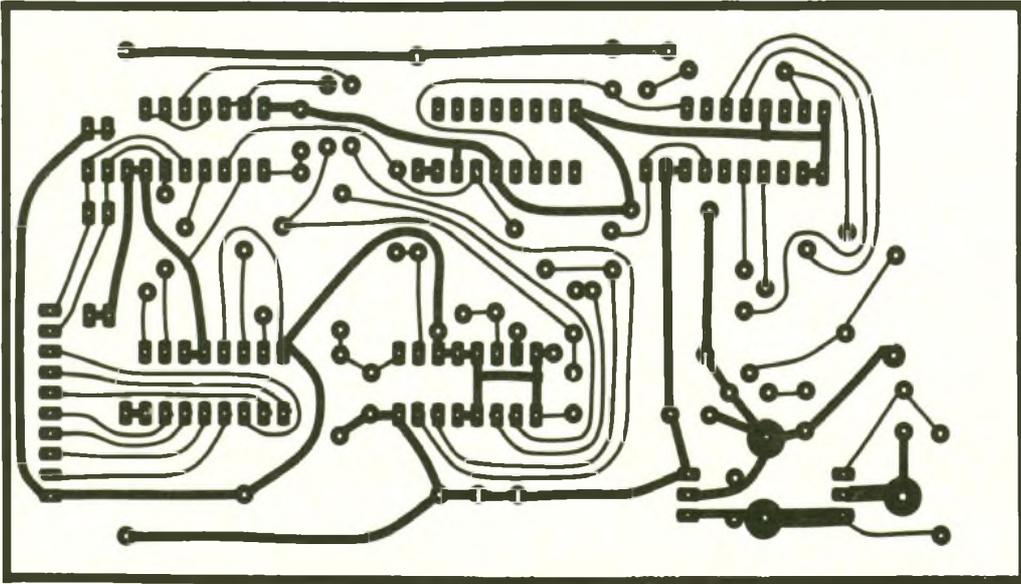
$Q_3Q_2Q_1Q_0$ de IC_1 fournissent le code BCD de l'état du compteur ($\phi\phi\phi\phi$ à $1\phi\phi 1$), car $B/D = \phi$. Le décodage et l'affichage utilisent $\{IC_4, AF_1, R_{11} \text{ à } R_{17}\}$: le circuit IC_4 , le classique 4511, convertit le code BCD en code 7 segments, à condition que LT, BI soient inactifs et que LE valide les verrous (« latch ») internes. Ce code est directement appliqué à l'afficheur AF_1 , à diodes électroluminescentes, à cathode commune, au travers de résistors de limitation de courant. Ces résistors sont facultatifs à condition de doter IC_4 d'un dissipateur (limitation de courant interne).

Le modulateur de largeur d'impulsions utilise $IC_5, IC_3, IC_{2d}, R_5, T_6, C_5, C_8$ et D_3 . La porte ET-NON à détection de seuil (« NAND trigger ») IC_{2d} est câblée en astable et la fréquence d'oscillation du signal de sortie H est déterminée par R_5-C_5 . Cette fréquence sera modifiée selon les caractéristiques du moteur ; avec les valeurs mentionnées, $F = 20$ kHz environ.

Le signal H commande le séquenceur IC_6 , un 4017, qui fournit une impulsion en PE, toutes

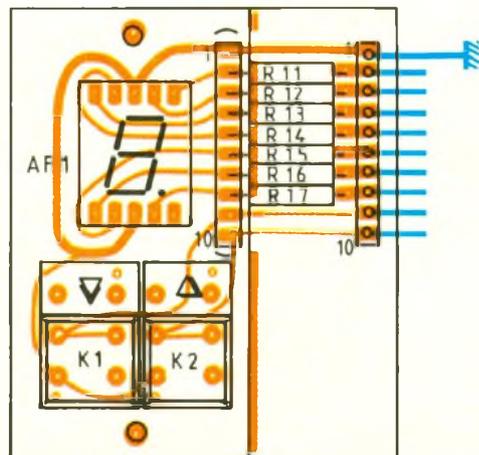
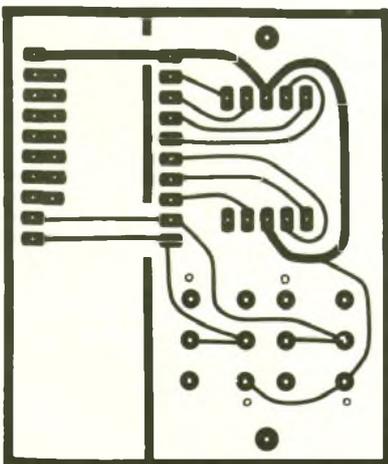
3/5

Circuit imprimé et implantation à l'échelle 1 de la carte principale.



4/6

C.I. et implantation de la carte d'affichage.



les dix impulsions d'horloge. Ces deux signaux commandent IC₃, de même type que IC₁, câblé en décompteur BCD. Le signal PE initialise ce circuit avec le code BCD de la vitesse choisie, c'est-à-dire que l'état des sorties de IC₁, soit Q₃Q₂Q₁Q₀, est recopié dans les bascules internes de IC₃, dont les sorties prennent donc le même état. Les impulsions H de l'astable le font décompter depuis cette valeur ; quand IC₃ atteint la valeur 0, R₆ et D₃ inhibent son fonctionnement grâce au signal Cy ; le cycle de décomptage commence à la valeur programmée jusqu'à 0. Si la vitesse choisie en exemple est 4, le signal PE charge la valeur $\phi 1\phi\phi$ (4 en BCD), Cy passe à 1, et pendant la durée du signal PE = 1, l'impulsion d'horloge est sans effet et C₈ permet le cas échéant de garantir cette inhibition en augmentant le temps de propagation « tp » de IC₅. Aux impulsions d'horloge suivantes, IC₃ décrémente, soit 3, 2, 1 et 0. A cette valeur, Cy = ϕ et IC₃ ne décompte plus jusqu'au redémarrage du cycle par le signal PE. Le cycle est donc 4432100000 et Cy = 11111 $\phi\phi\phi\phi$, soit un rapport cyclique de 50 % (soit N+1) à 10 %, une variation programmable digitale de 20 % (1) à 100 % (9), mais arrêt pour la position 0. Les chronographes de la figure 8 visualisent le cycle proposé en exemple, avec le détail d'inhibition de l'horloge. L'amplification en courant est réalisée par les transistors T₁ et T₂ qui fonctionnent en commuta-

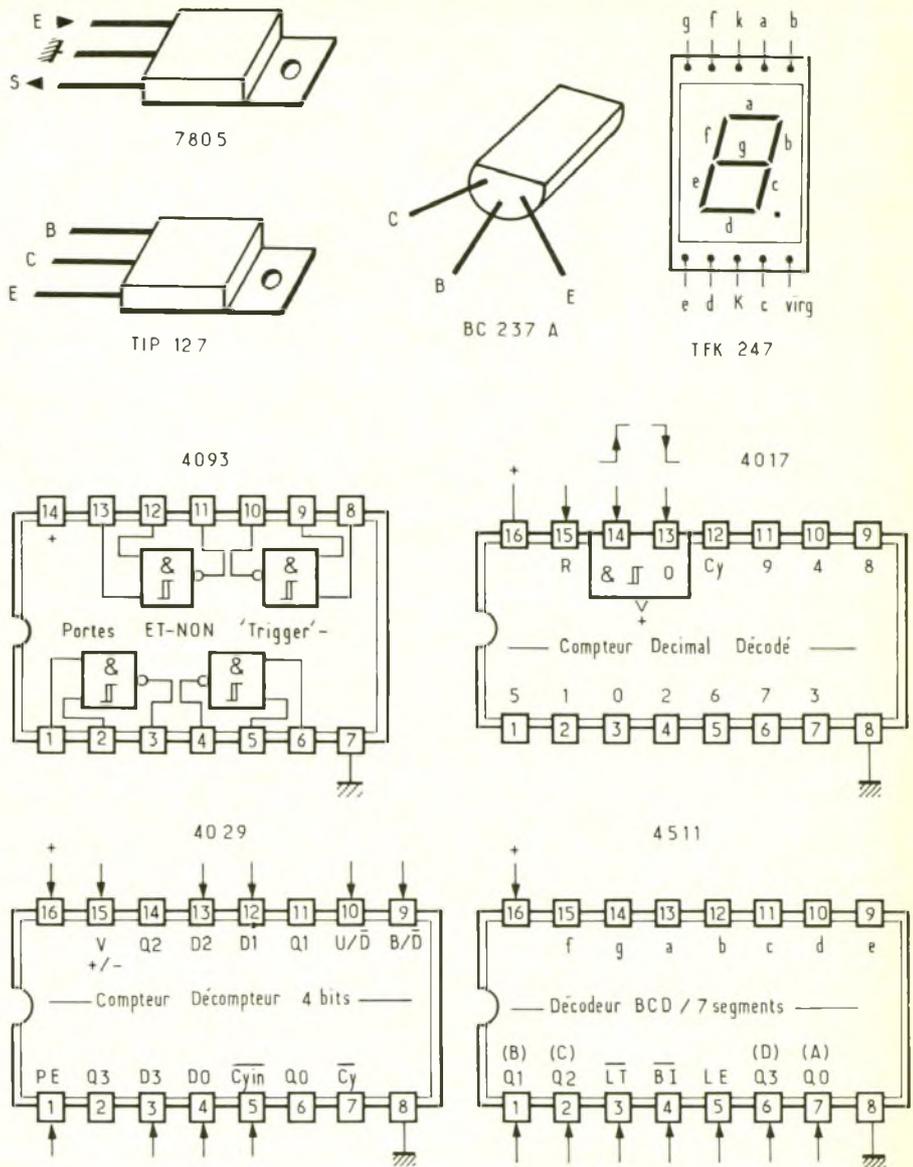
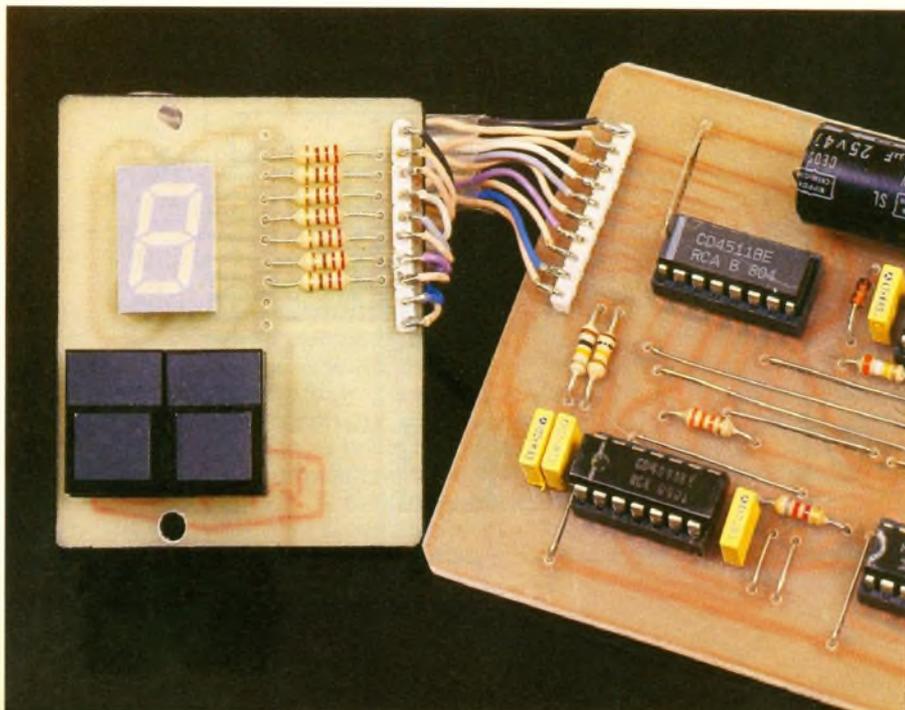


Photo 2. – La liaison entre les deux cartes s'effectuera à l'aide d'une nappe de fils.



tion. T₂ est le transistor de puissance qui commande le moteur et T₁ permet sa commande en complétant le signal logique fourni par Cy. La diode D₄ protège T₂ du claquage inverse, en évacuant le courant accumulé par la self que constitue le moteur. L'alimentation + 5 V est confiée au régulateur IC₆ (7805), et les condensateurs C₆, C₇ et C₉ assurent le découplage et la suppression des parasites hautes fréquences.

REALISATION PRATIQUE

La réalisation se dissocie en deux circuits imprimés, l'un pour la partie commande et visualisation, l'autre pour le traitement lo-

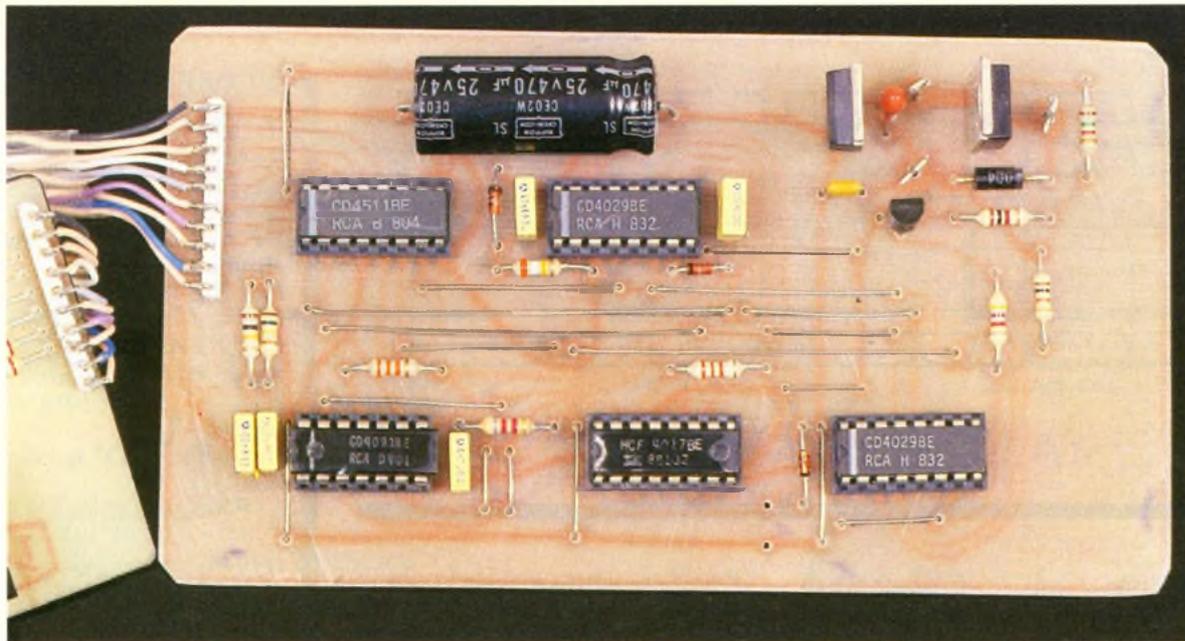


Photo 3. – Afin de faciliter la maintenance, les C.I. seront insérés sur des supports.

gique et l'interface de puissance. Ce découpage autorise le montage derrière la planche de bord du véhicule, même dans un espace restreint. Le bloc principal peut être déporté près du ventilateur ou dans un autre endroit, par souci de câblage ou d'espace de montage. Vous pouvez, si vous le préférez, monter l'ensemble dans un coffret adéquat, en reportant la platine commande/affichage derrière la face avant. Auparavant, il convient de procéder au montage et tests, l'appareil ne nécessitant pas de réglages.

La **figure 3** précise le tracé du côté cuivre du circuit principal (130 x 70 mm). Plusieurs méthodes de reproduction sont possibles, mais la plus propre et la plus fidèle, est le transfert photographique sur plaque photosensibilisée. Plus fidèle car, en reproduisant le tracé sur un support transparent, il est aisé de vérifier l'exactitude du tracé et un oubli d'une connexion éventuelle. Une fois le « transfert » effectué, la plaque est insolée et passée au révélateur, puis gravée par le classique bain de perchlorure de fer, porté à 40 °C. Le circuit est rincé abondamment. La résine photosensible n'est pas enlevée, puisqu'elle protège le cuivre de l'oxydation et autorise la soudure. C'est une solution de remplacement à l'étamage. Un contrôle visuel permet de vérifier l'absence de microcoupures, auxquelles on remédie par un léger étamage au fer à souder ou en utilisant du fil à wrapper dénudé.

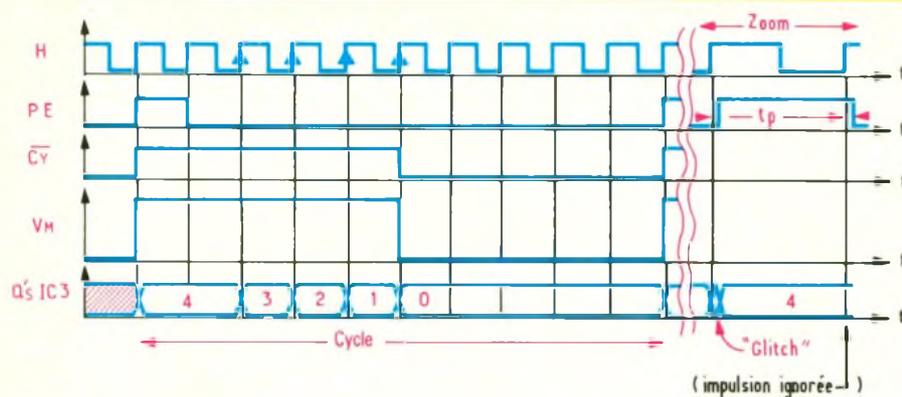
Les courts-circuits éventuels, dus à une gravure incomplète, sont supprimés en utilisant la miniperceuse avec une fraise fine ; à ce sujet, il convient de noter qu'il vaut mieux procéder à cette opération quand certaines zones minimes subsistent plutôt que de laisser la plaque plus longtemps dans le perchlorure et voir toutes les autres connexions rétrécir dangereusement, selon la qualité du transfert. Les trous sont percés à un diamètre de 1 mm, sauf pour les picots de connexion.

Le module annexe est réalisé de la même manière, conjointement à la **figure 4**, avec une plaque de 48 x 55 mm environ, qui peut être réduite à 30 x 55 mm si vous supprimez les résistors de limitation (dissipateur sur IC₄). On implante tous les composants de cette carte, testée en premier : en utilisant une pile de 9 V, reliez la broche 1 du connecteur au 0 V et déplacez le + 9 V sur les bornes 2 à 8 du connecteur. Les segments de l'afficheur s'allument dans l'ordre b-a-g-f-d-e-c. Pour tester K₁ [ou K₂], on relie le + 9 V à la broche 4, par exemple, et le 0 V à la borne 9 [ou 10 pour K₂] ; en pressant le poussoir, le segment 9 soit s'allumer. On réalise maintenant le cordon (fil en nappe 10 conducteurs) qu'on câble au module principal en utilisant un connecteur éventuel (10 broches pas 2,54 mm).

La **figure 5** précise l'implantation des composants du module principal. Plutôt que de câbler tous les composants et de tester l'en-

semble, on vous propose une démarche progressive qui facilite le dépannage des pannes éventuelles. Mais si vous câblez directement l'ensemble, il suffit de vérifier les points cités ci-dessous. Le matériel nécessaire est une alimentation 12 V et un oscilloscope. Pour le repérage des broches, absent du schéma par souci de clarté, le brochage des composants (vus de dessus) est fourni en **figure 7**. Entre chaque étape de câblage, il est nécessaire de couper l'alimentation pour éviter la destruction des circuits. De plus, une sage précaution est de limiter le courant de l'alimentation (100 mA par exemple), ce qui évite la destruction des circuits en cas d'erreur (si votre alimentation ne dispose pas de limitation en courant, insérez un ampèremètre, en série, et surveillez la valeur qui doit rester faible).

Câblez en premier lieu les dix-huit straps (qui ont permis l'utilisation d'un circuit simple face), les cinq supports de circuits intégrés, C₉, C₆, C₇, IC₆, ainsi que les picots d'alimentation ; alimentez sous + 12 V et vérifiez le + 5 V/0 V disponible sur les connexions extrêmes de tous les supports. Câblez R₁, R₂, C₁, C₂ ; agissez sur K₁ et vérifiez le changement d'état sur les broches 13 du support de IC₂ et 10 de IC₁ (« 1 » au repos) ; agissez sur K₂ et vérifiez le changement d'état sur la broche 12 du support de IC₂ (« 1 » au repos). Câblez R₃, R₅, C₃ et IC₂ ; vérifiez le changement d'état aux



bornes 11 et 3 de IC₂ en agissant sur K₁ ou K₂ (« ϕ » au repos). Câblez R₄, C₄, D₂, D₁, IC₁ et IC₄ ; à la mise sous tension, vous visualisez un « 0 » sur l'afficheur ; en agissant sur K₂, la valeur s'incrémente et se décrémente avec K₁ ; si ce n'est pas le cas, vérifiez les sorties de IC₁ (broches 4, 14, 11, 6) qui doivent correspondre au code BCD. Câblez C₅, et IC₅ ; vérifiez les signaux H et PE conformément aux chronographes de la figure 8 ; la fréquence est définie avec une certaine tolérance par C₅ et IC₁, inutile de la régler précisément à 20 kHz. Câblez R₆, D₃ et IC₃ ; agissez sur K₂ pour afficher « 4 » et comparez le signal Cy avec celui proposé sur les graphes ; s'il dure 4 impulsions d'horloge, câblez C₈ = 22 pF, ce qui le fixe à 5 impulsions d'horloge. Agissez sur K₁ et K₂, et visualisez la variation de la durée de l'état haut (+ 5 V) de Cy ; pour « 0 », Cy reste à 0 V en permanence ; de 1 à 8, Cy dure de 2 à 9 périodes de H ; pour 9, Cy reste à + 5 V en permanence, hormis un pic très bref (qui augmente avec la valeur de C₈, aussi utilisez la valeur la plus faible qui garantit le fonctionnement ; normalement, le montage fonctionne sans C₈). Câblez enfin les composants restants et connectez un résistor de 470 Ω en place du moteur ; vérifiez l'identité de ce signal avec Cy, hormis l'amplitude plus élevée. Câblez le moteur (ou votre miniperceuse pour l'essai), en supprimant la limitation de courant de l'alimentation ; un radiateur est inutile car T₂ fonctionne en commutation et son échauffement est minime. Les tests sont terminés, l'ensemble fonctionne et la vitesse varie proportionnellement au nombre affiché. Ouf !

Libre choix vous est laissé pour le montage dans le véhicule, en fixant de préférence le module principal dans un boîtier (ex. Strapu 1006). La liaison entre les deux circuits se fera par un fil 10 conducteurs (en nappe ou gainé) de longueur adéquate, en utilisant éventuellement des connecteurs pour assurer une liaison démontable. Le câblage du véhicule sera modifié en déconnectant le pôle (+) du moteur de ventilation et en le reliant à la borne correspondante du circuit. Le circuit est alimenté par le + 12 V-contact, au travers du fusible d'origine, potentiel que vous trouverez sur le rhéostat d'origine. La masse sera prise en un point quelconque du châssis ou sur le pôle (-) du moteur à commander.

CONCLUSION

Le montage fonctionne pour une alimentation comprise entre 9 V et 30 V, ce qui convient parfaitement pour une utilisation dans un véhicule automobile. Selon votre moteur, il peut être nécessaire de retoucher la fréquence de l'oscillateur en modifiant la valeur de R₅ (remplacé par un potentiomètre de 100 k Ω). Si vous utilisez ce montage pour commander un autre type de moteur, la tension de ce dernier sera égale à celle de l'alimentation choisie. Si vous envisagez la commande de votre miniperceuse par ce montage, il faudra revoir la commande en puissance et lui adjoindre une limitation en courant, car un courant trop élevé détruira T₂ (TIP127 : I_c < 5A Bêta = 1 000).

P. WALLERICH

NOMENCLATURE

R₁, R₂ : 100 k Ω (marron, noir, jaune)
 R₃, R₆ : 33 k Ω (orange, orange, orange)
 R₄ : 390 k Ω (orange, blanc, jaune)
 R₅ : 8,2 k Ω (gris, rouge, rouge)
 R₇ : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)
 R₈ : 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R₉ : 1 k Ω (marron, noir, rouge)
 R₁₀ : 1,5 k Ω (marron, vert, rouge)
 R₁₁ à R₁₇ : 220 Ω (rouge, rouge, marron)

C₁, C₂ : 0,1 μ F milfeuil
 C₃ : 10 nF milfeuil
 C₄ : 47 nF milfeuil
 C₅ : 4,7 nF milfeuil
 C₆ : 470 μ F/25 V, électrolytique axial
 C₇ : 0,1 μ F céramique
 C₈ : céramique (voir texte)
 C₉ : 10 μ F 35 V tantale
 D₁, D₂, D₃ : 1N4148
 D₄ : 1N4001

T₁ : BC237A
 T₂ : TIP127

AF1-TFK247/afficheur à cathode commune 7 segments
 IC₁, IC₃ : 4029B + support 16 broches
 IC₂ : 4093B + support 14 broches
 IC₄ : 4511B + support 16 broches
 IC₅ : 4017B + support 16 broches
 IC₆ : 7805/régulateur + 5 V

Divers

1 plaque époxy 130 x 70 mm, simple face
 1 plaque époxy 55 x 48 mm, simple face
 K₁, K₂ : poussoirs « digitast » (pour circuit imprimé)
 Dissipateur pour T₂
 Fil de câblage, picots, etc.
 18 straps

LOGIC-13

Dans ce chapitre de la série, nous présenterons la bascule JK et les circuits couramment disponibles en technologie CMOS. Après la mise en œuvre de la « JK », nous introduirons le principe de conception d'un séquenceur synchrone, fonction logique séquentielle à multiples sorties.

PSEUDO-JK

Comme pour les modules précédents, on introduit la nouvelle fonction en utilisant une structure connue, en l'occurrence la bascule D, associée à des portes de base. Le schéma est proposé en figure 1. Il y a deux méthodes d'aborder le schéma : la première, l'analyse théorique de montage, en utilisant l'algèbre de Boole pour caractériser la sortie ; la seconde, la mise en œuvre pratique, constatation du fonctionnement et interprétation des résultats. Nous commençons par la seconde méthode, confirmée par l'analyse théorique.

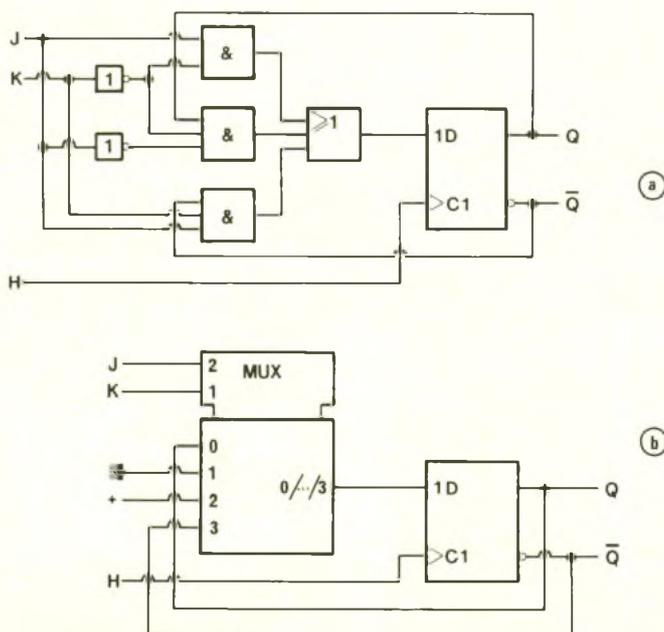
Mise en œuvre

Il faut réaliser le montage sur une plaque de connexion. Les circuits seront choisis selon la disponibilité, pour réaliser les fonctions

voulues, le plus simple étant d'utiliser un 4073 (3 ET 3^e), un 4075 (OU 3^e) et un 4069 (2 NON). En appliquant le théorème de Morgan, on peut n'utiliser que deux 4023 (3 NON-ET 3^e), ce qui constitue un excellent exercice de révision. La bascule D est du type 4013, et on fixe ses entrées asynchrones dans leur état inactif ($R = S = \phi$). L'alimentation est 5 V, par prudence, et on utilise le module LO_5 (monostable pour H) et LO_ pour définir J et K et visualiser les sorties.

Pour vérifier l'action réelle des entrées J et K, on leur définit un état (parmi quatre, car il y a deux entrées) et on agit plusieurs fois sur l'horloge H, en observant l'évolution des sorties pour définir l'action ; comme \bar{Q} est toujours le complément de Q, l'analyse considère uniquement la sortie Q. On applique $J = \phi$ $K = 1$,

soit $JK = 1\phi$; à la mise sous tension, $Q = X$, mais dès la première impulsion de H, $Q = 1$ et conserve cet état ; en fixant $JK = \phi 1$, dès la première impulsion de H, $Q = \phi$ et conserve cet état ; on réessaie la combinaison $JK = \phi 1$ pour lever toute ambiguïté et on en conclut déjà que $JK = 1\phi$ est la mise à un, $JK = \phi 1$ la mise à zéro. On fixe $JK = 11$ et on constate que Q change d'état à chaque impulsion sur H, donc un fonctionnement en bascule « Toggle ». Pour $JK = \phi\phi$, on constate qu'à chaque impulsion de H, l'état de Q ne change pas, quel que soit l'état initial (défini par un des trois modes reconnus). En conclusion, pour $JK = \phi\phi$, on a la mémorisation, pour $JK = \phi 1$ la mise à zéro, pour $JK = 1\phi$ la mise à un et pour $JK = 11$ le basculement (Toggle).

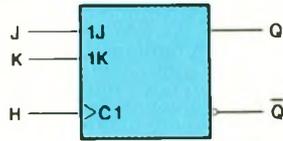


VERIFICATION

Vérifions notre approche de constatation pratique par l'analyse du logigramme (schéma logique). Le plus simple est la mise en équation du terme D et l'analyse de son action sur le fonctionnement de la bascule. Comme le schéma n'est pas optimisé, il est simple de lire l'équation logique de D, soit $D = (J \cdot K) + (Q \cdot J \cdot K) + (\bar{Q} \cdot J \cdot K)$. Selon les combinaisons de JK, elle se simplifie : pour $JK = \phi\phi$, $D = (\phi \cdot 1) + (Q \cdot 1 \cdot 1) + (\bar{Q} \cdot \phi \cdot \phi) = Q$, donc l'action de la bascule est la mémorisation ; pour $JK = 1\phi$, $D = (1 \cdot 1) + (Q \cdot \phi \cdot 1) + (\bar{Q} \cdot 1 \cdot \phi) = 1$, donc mise à un ; pour $JK = \phi 1$, $D = (\phi \cdot 1) + (Q \cdot 1 \cdot \phi) + (\bar{Q} \cdot \phi \cdot 1) = \phi$, soit la mise à zéro ; enfin, pour $JK = 11$, on a $D = (1 \cdot 1) + (Q \cdot \phi \cdot \phi) + (\bar{Q} \cdot 1 \cdot 1) = \bar{Q}$.

2

Bascule JK.



JK	H	Q	Q̄	
0 0	↑	q	q̄	Mémoire
0 1	↑	0	1	Mise à zero
1 0	↑	1	0	Mise à un
1 1	↑	q̄	q	Bascule
X X	0	q̄	q	(Mémoire)

= /Q, donc le basculement à chaque impulsion de H.

Remarque : comme on réinjecte les sorties vers le circuit de codage de l'entrée D, il est préférable d'utiliser la notation minuscule, car c'est l'état précédant le nouvel état (après basculement) qui est défini dans l'équation de D ; on peut donc écrire : $Q = (J*K + q*/J*/K + q*J*K)$ et /Q en est le complément.

Autre solution

La mise en œuvre peut se faire avec un seul circuit, mais en utilisant une autre solution, fonctionnellement équivalente. La figure 1b présente le logigramme. On choisit un multiplexeur (4019, HC139 ou autre) qui sélectionne un terme pour D, selon

le code aux entrées de sélection du multiplexeur, nommées justement J et K. Ainsi pour JK = φφ, on choisit l'entrée 0, donc D = Q ; pour JK = φ1, entrée 1, D = φ ; pour JK = 1φ, entrée 2, D = 1 ; enfin pour JK = 11, entrée 3, D = /Q. Le fonctionnement peut se vérifier aisément par la mise en œuvre pratique, en suivant la méthode précédente. Mais concrètement, il est inutile de réaliser une JK avec une bascule D puisqu'elle existe intégrée. Pourtant, dans certains circuits programmables, il est parfois utile de réaliser cette opération (GAL's).

BASCULE JK

En réalité, elle est basée sur l'utilisation de verrous RS et incorpore en fait deux bascules JK, l'une nommée maître, l'autre nommée esclave. Le fonctionnement interne (complexe) ne nous intéresse pas, et nous considérerons uniquement les bascules maître-esclave (sans le préciser ; il existe d'autres JK, les simples, mais elles tendent à être obsolètes, aussi nous les ignorons). Le symbole est donné en figure 2, complété de sa table de vérité selon la notation adoptée. En comparant avec l'analyse précédente, on a la similitude, avec les cas, évidents, non mentionnés auparavant, de mémorisation, en l'absence de front actif d'hor-

loge. Remarquez la notation minuscule qui indique l'état précédant le basculement. Le symbole suit les mêmes règles que les bascules D ou T. Les entrées 1J et 1K désignent la fonction JK, contrôlées par C1, dont le triangle indique l'action sur front montant.

CIRCUITS USUELS

Il existe une panoplie de circuits JK, aussi on a limité la présentation à huit circuits caractéristiques. La sélection se fera selon le front de commande de H, selon les états de contrôle asynchrones et selon d'autres critères pratiques. La figure 3 présente les symboles de ces huit circuits, avec leur référence CMOS ou HCMOS, complétés par les numéros des broches. Si le circuit utilise deux éléments identiques, le symbole les associe, mais on peut évidemment les dissocier sur un schéma (4027, HC109, HC112, HC113, mais pas HC78, HC114). Caractérisons ces circuits succinctement.

LE 4027

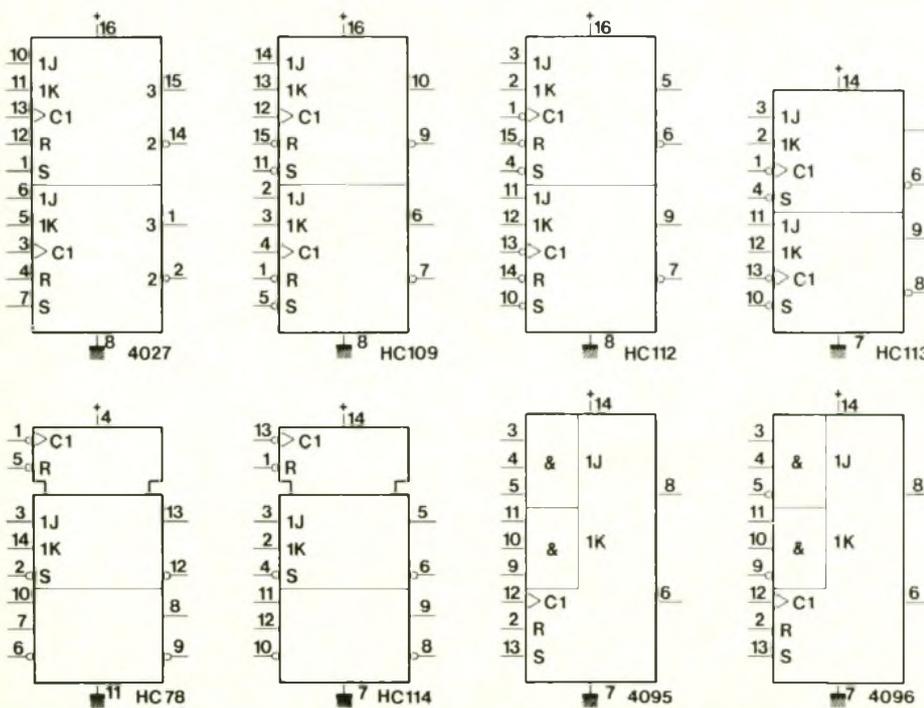
Double JK CMOS la plus connue. Elle (la JK !) correspond à la table d'analyse précédente, mais dispose en plus d'entrées asynchrones R et S, actives à l'état haut. Les indices 2 et 3 marquent les priorités entre R et S (RS = 11 → Q = /Q = 1 ; (attention aux variations selon constructeurs)).

LE 74HC109

Double JK QMOS, elle est fonctionnellement identique au 4027, hormis les états actifs des entrées asynchrones, φ, notés sur le symbole par le rond de complémentation. D'ailleurs la plupart des circuits HCxxx, qui reprennent les circuits TTL, fonctionnent sur des états bas (ce qui permettait un fonctionnement plus rapide en TTL, et la compatibilité a conservé cet état).

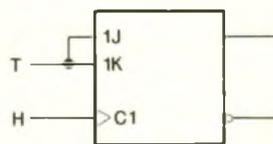
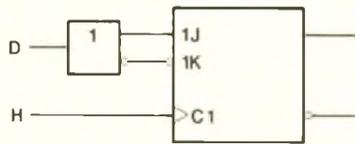
LE 74HC112

Double JK QMOS, fonctionnellement identique au HC109, hormis le front de déclenchement, front descendant, caractérisé par le rond sur le symbole (). Comme les deux circuits précédents, il est en boîtier 16 broches



3

Circuits disponibles



LE 74HC113

Double JK OMOS en boîtier 14 broches, fonctionnellement identique au HC109, auquel on a supprimé deux broches ; il n'y a donc pas d'entrées de mise à zéro...

LES 74HC78/114

Les circuits précédents étaient dissociables, mais pas le HC78 et HC114. Dans un boîtier 14 broches, on a deux bascules JK, mais commandées par deux signaux de contrôle commun, comme l'indique le symbole. Sur chaque bascule, on a accès aux entrées JK et à une entrée asynchrone S, de mise à un, active à l'état bas. En revanche, les entrées d'horloge (front actif descendant) et de remise à zéro asynchrone (active à l'état bas) sont communes aux deux bascules. Pourquoi deux circuits identiques ? Il y a sûrement des différences, mais qui sortent du cadre de l'étude proposée par la série !

LES 4095/4096

Ils n'intègrent qu'une JK, mais avec plusieurs entrées J et K, ce qui facilite la conception structurale de séquenceurs synchrones (cf. suite). En fait, il y a une relation ET entre les entrées du circuit et les entrées JK de la bascule interne. La différence entre les deux circuits est une des entrées J et K qui est, ou non, complémentée (broches 5 et 9). Sinon, elle fonctionne comme une 4027.

PSEUDO BASCULE D

Avec une JK, il est possible de réaliser une bascule fonctionnellement identique à la bascule D. Si l'entrée J est le complément de K, la table de vérité de la JK se résume à deux cas, JK = $\phi 1$ mise à zéro et JK = 1ϕ mise à un. Si donc K = \bar{J} , il suffit que J soit égal à D, donc J = D et K = \bar{D} . On utilise une porte NON pour K, ou mieux, une porte OUI/NON, type 4041. Pourquoi mieux ? Il y a un phénomène qu'il ne faut pas oublier, c'est le décalage temporel entre l'entrée et la sortie de la porte logique ; pour que l'équivalence fonctionne en bascule D, il faut que K soit le complément de J, au moment du front actif, ce que réalise sensiblement la porte OUI-NON en égalant les temps de propagation ! Il convient de prendre des précautions pour des signaux JK variables, ou utiliser plutôt une vraie bascule D.

PSEUDO-BASCULE T

En revanche, pour réaliser une bascule T, il y a aucun problème, et on n'a même pas besoin de porte supplémentaire. En fixant J = K, on résume la table de vérité de la JK aux deux autres cas, soit JK = $\phi\phi$ mémoire et JK = 11 basculement. Si T = J = K, on a justement le fonctionnement en bascule T. Vous pouvez donc aisément reprendre les exemples et méthode de mise en œuvre du précédent volet pour remplacer le montage « pseudo-T » avec la bascule D.

MISE EN ŒUVRE

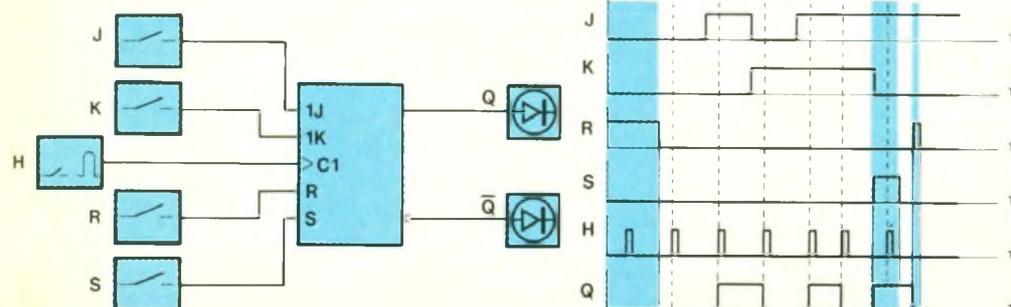
La figure 6 présente le schéma du montage à réaliser, toujours sur plaque de connexion. Les entrées, J, K, R, S sont définies avec le module LO_1, ainsi que la visualisation des sorties. L'entrée H utilise le module LO_5 (sortie T ; ou \bar{T} selon la bascule choisie), qui peut d'ailleurs également visualiser les états des sorties, sans prêter attention à l'affichage. Selon le choix du circuit, il faudra définir les états actifs et reprendre cet exemple proposé qui utilise en l'occurrence une bascule type 4027. Les chronographes présents sur la figure définissent les divers cas opératoires de la JK, et il suffit de procéder pratiquement à la même succession des états de J, K, R et S ; quand il y a une impulsion pour H, il suffit de presser le poussoir du module LO_5.

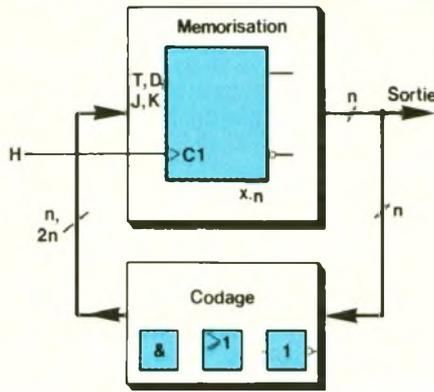
Chronographes

Au départ, R = 1, donc forçage des sorties à l'état Q = ϕ et \bar{Q} = 1 (complément non représenté) pendant toute la durée de l'état R = 1 (zone grisée). Puis succession des codes JK = $\phi\phi$, 1ϕ , $\phi 1$, 11 , 11 marqués par des pointillés au front montant de H. Puis remise à un, asynchrone, en constatant pendant que S = 1 que l'impulsion d'horloge H est sans effet. Puis remise à zéro finale par une impulsion sur l'entrée R. Ces graphes présentent un exemple de démarche pour vérifier la plupart des cas, mais il y a de nombreuses autres possibilités ; ainsi, il peut être intéressant de déterminer votre combinaison particulière RS = 11 ...

SEQUENCEMENT SYNCHRONES

On attaque le cœur de l'analyse séquentielle, avec la partie souvent la plus mal maîtrisée ou incomprise. Pourtant, le principe est simple, et quand vous aurez aussi ce point de vue, la logique n'aura plus de secrets pour vous (enfin à ce niveau d'analyse). La première difficulté était la compréhension du délai entre l'interprétation de l'entrée de la fonction séquentielle au front actif et la modification des sorties. La seconde difficulté était la notation minuscule pour l'état d'une sortie avant le front actif d'hor-





loge (qui peut se remplacer par la notation Q , Q^+ ou Q_t , Q_{t+T} ...). Il fallait connaître les fonctions séquentielles de base : T, D, JK. Maintenant, nous sommes prêts pour le principe d'analyse de conception qui se résume à la figure 7.

Principe

Sans le savoir, vous avez utilisé des schémas qui utilisaient déjà ce principe, mais on avait alors utilisé la démarche inverse, soit l'analyse de constatation ; vous pourrez donc reprendre inversement la conception de pseudo T, JK, D avec les opérateurs séquentiels de base.

Il faut avoir souvenir du terme « synchrone », qui veut dire, dans notre cas, basculement des n sorties au rythme d'une horloge commune H. Quel que soit l'opérateur séquentiel (mémoire), l'état de sortie voulu doit être disponible en entrée de l'opérateur, au moment du front actif. Seulement, dans le cas d'un séquenceur, il y a une succession chronologique des états ; après un état E_1 , suit un état E_2 ... Or qu'est-ce qui va permettre de fixer le nouvel état ? Quand on est en E_1 , si on veut passer en E_2 , il faut un code « Ceo » en entrée de l'opérateur séquentiel qui permette d'obtenir E_2 en sortie ; il suffit donc de faire correspondre au code E_1 (état des sorties actuel) le code « Ceo » (qui implique l'état des sorties désiré et est appliqué en entrée de l'opérateur séquentiel), puisque les sorties changeront avec un délai τ_p ; il en est de même pour chacun des états du cycle du séquencement voulu, soit en fait une fonction codage qui convertit E_1 , état actuel, en « Ceo », code fixant l'état suivant E_2 désiré.

Conclusion

Il suffit donc de concevoir cette fonction décodage, ce qui se ramène à un banal problème de conception combinatoire ! Eh ! oui, c'est aussi simple que cela, et vous le constaterez avec le module LO_7, ultrasimple mais hyper-puissant ! Pour compléter la figure qui symbolise ce principe, la fonction codage doit donc faire correspondre aux n sorties (qui sont les n entrées de la fonction codage, des nouveaux états (sorties de la fonction codage) du code C_{eo} , soit n signaux si on utilise des bascules T ou D (1 entrée) ou $2.n$ avec une bascule JK (2 entrées).

Normalement, il n'y a pas de limites dans l'emploi de ce principe, mais sachez que plus n est grand, plus la logique de codage est complexe. Il est également évident que le système séquentiel le plus simple est celui pour lequel $n = 1$, comme par exemple le diviseur par deux avec la bascule D.

EXEMPLE

Il faut bien sûr un exemple pour concrétiser tout cela, ainsi que des exercices. La figure 8 propose les différentes phases de conception d'un banal séquenceur à deux sorties. Le principe étant défini, voyons la démarche de conception. Elle comprend plusieurs phases chronologiques : la définition du séquence-

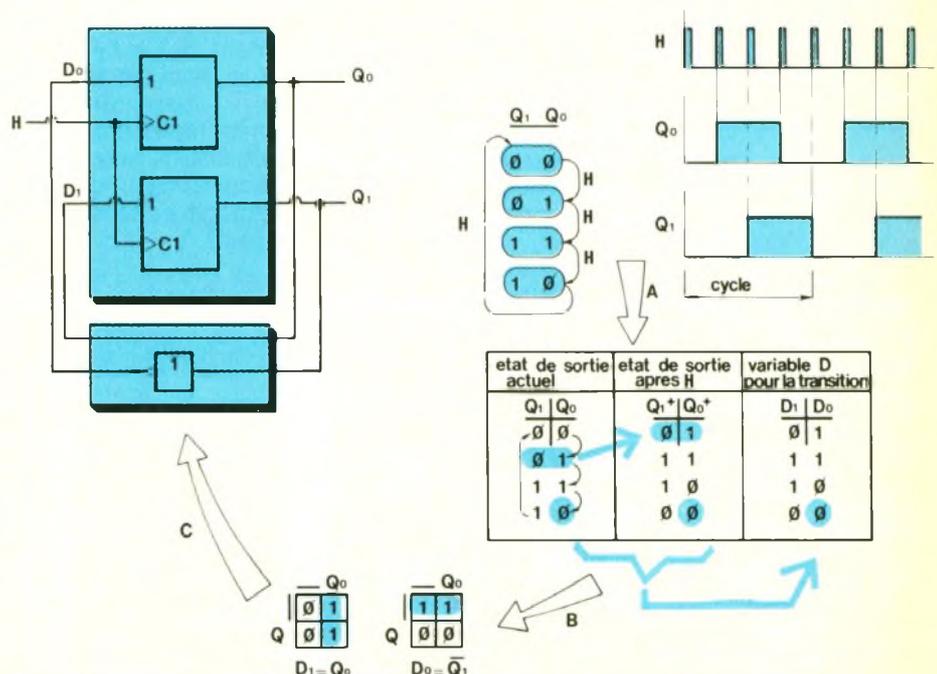
ment ou cahier des charges, le choix de l'opérateur séquentiel (type, nombre), la table d'analyse qui correspond à la définition de la fonction codage, la recherche des équations de la fonction codage, le tracé du logigramme, et l'essai pratique.

Cahier des charges

C'est l'énoncé de la suite du séquencement des sorties que l'on désire ; il peut être caractérisé soit par une analyse de fonctionnement non électrique et transposée (ex. : commander moteur, puis descente vérin, puis relevage vérin...), soit par une table d'analyse des successions d'états, soit par des chronographes fonctionnels. De ces trois types d'énoncés initiaux, seule la table d'analyse est exploitable directement, aussi il faudra se ramener à cette forme. L'exemple choisi est la succession cyclique $Q_1 Q_0 = \phi\phi, \phi 1, 1 1, 1\phi$, en fait un codage binaire réfléchi (Gray) sur 2 bits, caractérisé par une table d'analyse et les chronographes ; les flèches indiquent les transitions dues aux fronts actifs de H. On peut alors passer à l'état suivante (flèche A sur la figure).

Type d'opérateur

Le type d'opérateur séquentiel, bascule en l'occurrence, est choisi parmi les trois usuels, T, JK et D. Le fabricant modélise son circuit avec des bascules T,



aussi les choisissons-nous à titre d'exercice d'application de la méthode. Les bascules JK les plus utilisées tendent à devenir obsolètes par l'avènement de circuits programmables qui privilégient les bascules D. Nous choisirons ce dernier type, mais vos propres séquenceurs peuvent utiliser des bascules JK, avec l'avantage de simplifier des schémas, comme on le constatera en **figure 10**. Il est conseillé de s'habituer toutefois à travailler aussi bien avec des bascules D et JK. Mais reprenons notre exemple, avec notre choix, des bascules D.

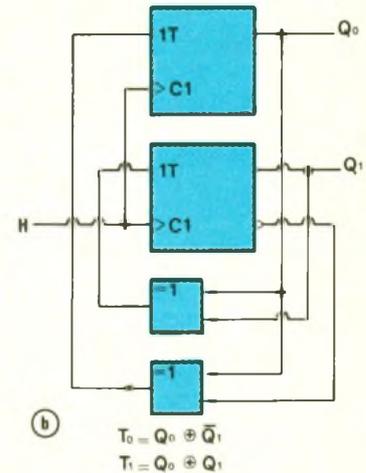
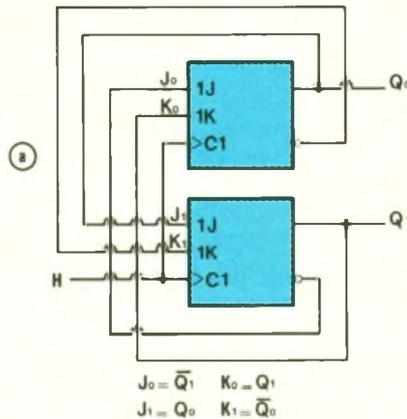
Nombre d'opérateurs

Il est fixé par le nombre de sorties désirées, soit deux en l'occurrence. Mais parfois, il y a redondance d'états, et on remarque qu'une sortie est un décodage combinatoire des autres ; il est alors inutile d'en tenir compte, puisqu'on effectuera ensuite le décodage des sorties nécessaires. Mais il y a aussi des cas où il est nécessaire de rajouter une ou plusieurs sorties, non utilisées concrètement mais nécessaires pour le séquençage ; ce sont des variables de sortie intermédiaires, qu'on distingue par des états de sortie identiques mais qui impliquent des successions d'états distinctes (cf. logic 14). Ces cas étant exclus, il faut donc deux bascules D dans notre exemple.

Table d'analyse détaillée

Pour déterminer la fonction décodage (ou transcodage) entre les sorties Q_1Q_0 et les entrées des opérateurs choisis, respectivement D_1D_0 , il faut énoncer une table d'analyse plus détaillée qui définit leurs états. Cette table s'obtient à partir de celle des états de sortie. Dans la nouvelle table d'analyse, on a autant de lignes que d'états dans la sé-

Transition	Variable D, JK, T		
0 → 0	0	0X	0
0 → 1	1	1X	1
1 → 1	1	X0	0
1 → 0	0	X1	1
	D	JK	T



quence (4), et, pour chaque ligne, l'état actuel des sorties, l'état des sorties après le front d'horloge et l'état des entrées des opérateurs séquentiels (ici D_1D_0) qui autorisent cette évolution des sorties. On remplit donc aisément les colonnes des variables de sortie actuelles, en recopiant la table d'analyse précédente, dans la succession définie. Les flèches sont un aide-mémoire pour rappeler le séquençage, utile pour des systèmes plus complexes. Ici, on écrit $Q_1Q_0 = \phi\phi, \phi 1, 1\phi, 11$. Les colonnes des états des sorties après l'impulsion d'horloge H (notées $Q_{1+}Q_{0+}$ pour les distinguer, notation préférable pour écrire l'équation des sorties avec l'appellation réelle des sorties) sont remplies très simplement : comme indiqué sur la figure par les zones grisées, il suffit de recopier les états des lignes suivantes ; de $\phi\phi$ on passe à $\phi 1$, on note donc $\phi 1$; les colonnes $Q_{1+}Q_{0+}$ deviennent donc la succession suivante : $\phi 1 11 1\phi \phi\phi$. Pour remplir les colonnes des entrées de l'opérateur séquentiel, il faut distinguer chaque sortie, et remarquer son évolution ; c'est cette dernière qui déterminera l'état que devra prendre la (ou les, dans le cas de JK) entrée(s) de l'opérateur. Ainsi, pour D_1 , on observe chaque évolution de Q_1 à Q_{1+} , pour D_0 celles de Q_0 à Q_{0+} . La figure représente l'évolution de Q_0 pour le dernier état du cycle : $Q_0 = \phi Q_{0+} = \phi$ ce qui impose un état $D_0 = \phi$. C'est la table de la **figure 9** qui permet de remplir ces colonnes ; pour une bascule D, c'est très simple puis-

que, en fait, il suffit de recopier les colonnes de Q_{n+} . On passe à l'étape suivante, comme l'indique la flèche B sur la figure.

Recherche des équations

La fonction codage associée au code des sorties celui des variables d'entrées des opérateurs séquentiels, soit Q_1Q_0 et D_1D_0 dans notre cas. Il faut donc trouver la relation logique entre ces termes, donc rechercher les équations par la méthode combinatoire. On utilise les deux colonnes Q_n et D_n de notre table de vérité pour construire les tableaux de Karnaugh qui permettront une obtention rapide des équations, simplifiées au maximum la plupart du temps (reconnaître les OU-exclusif !).

Remarque

Ce qui va sembler bizarre, c'est la construction des tableaux de Karnaugh : normalement, les variables d'entrées sont tracées autour du tableau, et on cherche les équations de sortie, une par tableau. L'ambiguïté repose ici dans le fait que les variables d'entrée sont celles de sortie, soit Q_1Q_0 , et celles de sortie celles « d'entrées », D_1D_0 . En fait, il n'y a pas d'ambiguïté quand on sait à quoi on se rapporte, en l'occurrence sur la fonction codage dont les entrées sont les sorties du séquenceur et les sorties les entrées du séquenceur. Généralement, l'incompréhension découle de cette ambiguïté.

Equations

Il faut donc trouver les équations $D_n = f(Q_{n-1})$, soit $D_1 = f_1(Q_1, Q_0)$ et $D_0 = f_0(Q_1, Q_0)$. On trace alors un tableau de Karnaugh pour chaque entrée du séquenceur (ici 2 entrées D_n ; 4 dans le cas de JK), et on les remplit avec les états de ces entrées (dernières colonnes D_1D_0), en correspondance avec les entrées du séquenceur (premières colonnes Q_1Q_0). On obtient les tableaux de la figure. Il suffit de faire les regroupements nécessaires (zones grisées) pour obtenir et simplifier l'équation ; finalement $D_1 = Q_0$ et $D_0 = \neg Q_1$. On passe à la dernière étape, flèche C.

Logigramme

Ayant les équations, il suffit de tracer le schéma électrique de l'association de portes qui répond à cette équation. Selon l'équation, on choisit le type de portes qui permet d'optimiser au mieux le montage. Il va donc parfois falloir faire plusieurs recherches avant d'arriver au résultat final le plus optimisé. Il est évident que le théorème de Morgan va pleinement trouver sa justification (pensez à la remarque du schéma de la **figure 1**) Ici, les équations sont simples : il suffit d'une porte NON. Le logigramme est présenté sur la figure en distinguant deux zones grisées : les opérateurs séquentiels (mémoire) et la porte NON (codage).

Les entrées horloge des bascules sont bien sûr reliées ensemble (synchrone).

Remarques

Fidèles lecteurs, vous aurez bien sûr pensé à utiliser la sortie $\neg Q_1$ de la seconde bascule pour simplifier la fonction codage à sa plus simple expression (mais on ne dispose pas toujours de sortie complémentaire ; comme avec le 40175...). Le logigramme ne représente pas les entrées asynchrones qu'il faudra rendre inactives, sous peine de ne pas voir se dérouler la séquence ; ces entrées serviront d'ailleurs à initialiser le séquenceur à la mise sous tension, mais de manière asynchrone.

TABLE DE TRANSITION

Selon le type d'opérateur, il faut des états différents de variable d'entrée de l'opérateur pour la transition voulue. C'est la table de vérité de l'opérateur séquentiel qui permet de remplir cette table qui est facile à retrouver.

Bascule D

Elle ne peut que mémoriser son entrée D, mais c'est la plus simple pour traiter le problème (les équations risquent d'être plus complexes). Il suffit de recopier l'état Q_n que prend la sortie après l'impulsion d'horloge. Ainsi, pour passer indifféremment de $(\phi \rightarrow \phi)$ ou de $(1 \rightarrow \phi)$, soit $(X \rightarrow \phi)$, on fixe $D = \phi$, et pour passer de $(X \rightarrow 1)$, il suffit de fixer $D = 1$.

Bascule T

Elle peut changer d'état ou mémoriser. Ainsi, pour passer de $(\phi \rightarrow \phi)$ ou de $(1 \rightarrow 1)$, on mémorise, donc $T = 0$. Pour passer de $(\phi \rightarrow 1)$ ou de $(1 \rightarrow \phi)$, il y a basculement, donc $T = 1$. Les équations sont aussi, ou plus, complexes qu'avec des bascules D, mais l'utilisation permet la compréhension de circuits intégrés complexes et un bon exercice d'application.

Bascule JK

La compréhension de la table semble un peu plus complexe, mais en fait elle va apporter des simplifications dans les tableaux de Karnaugh (cases avec X, dont on fixe l'état comme cela nous arrange afin de simplifier au maximum). C'est aussi un peu la synthèse des deux types précédents, car la bascule JK possède quatre modes : mise à ϕ ou 1, mémorisation et basculement. Pour passer de $(\phi \rightarrow \phi)$, on peut effectuer soit une mise à ϕ , soit une mémorisation ; le code JK peut donc être $\phi 1$ ou $\phi \phi$ respectivement, soit ϕX car l'état de K peut être 1 ou ϕ . Pour passer de $(\phi \rightarrow 1)$, on peut soit basculer, soit mettre à 1, donc $JK = 11, 1\phi$ donc $1X$. Pour $(1 \rightarrow 1)$, mise à 1 ou mémorisation, $JK = 1\phi$ ou $\phi\phi$, soit $JK = X\phi$. Enfin pour $(1 \rightarrow \phi)$, mise à zéro ou basculement, soit $JK = X1$. Habituez-vous à savoir retrouver cette table, plutôt que l'apprendre par cœur.

LOGIGRAMME A JK ET T

A titre d'exercice, vous pouvez reprendre la conception en choisissant des bascules JK ou T. Dans le premier cas, il vous faudra faire quatre tableaux de Karnaugh pour les équations de $J_1K_1J_0K_0$, alors qu'avec la bascule T, il suffira de deux tableaux par T_1 ou T_0 . Mais c'est la solution avec JK qui sera la plus simple au niveau codage (liaisons ; alors qu'avec des bascules T il faut des OU exclusifs). Les solutions de ces exercices sont en figure 10, desquelles vous pouvez déduire les équations à comparer à vos résultats le cas échéant.

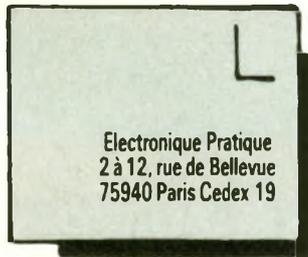
Pour aller plus loin

Vous pouvez réaliser ces montages, en utilisant également les modules LO_1, LO_2 et LO_5, avec des bascules D ou JK, ou un homologue T à l'aide de JK, et constaterez par la mise en œuvre le respect du séquencement désiré. La panoplie de circuits de la **figure 3** permet des solutions simples ; expérimentez-les tous, de préférence. Vous pouvez aller plus loin en ajoutant une présélection ou initialisation à la mise sous tension, à un code particulier de sortie (agir sur R et S des bascules).

Vous pouvez aussi refaire la démarche de conception qu'avait effectuée l'auteur pour fournir les schémas des pseudo-bascules T, D ou JK. La démarche est très simple puisqu'elle se résume à une sortie Q. Comme vous le constaterez également dans log 14, la fonction codage peut aussi faire intervenir des variables extérieures, comme c'est le cas par exemple pour la pseudo-JK ou -D. Il suffit de rajouter ces variables comme entrées dans le bloc combinatoire du décodeur.

Dans le prochain volet, nous compléterons cette analyse par des cas particuliers, ce qui vous permettra également de mieux comprendre la mise en œuvre de certains circuits complexes. Vous réaliserez également le module LO_6 qui effectue, à l'aide d'une EPROM 2716, un décodage direct et une visualisation sur afficheurs des codes BIN/BCD/HEXA avec options.

P. WALLERICH



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. De Noël
(33)

Après avoir réalisé la télécommande trois canaux à infrarouges parue dans E.P. n° 135, je remarque une consommation non négligeable, au niveau de la pile. Est-ce normal ? (J'ai remplacé l'AOP par un μA 741.)

D'autre part, je souhaiterais savoir si je puis brancher le triac du récepteur en parallèle avec l'interrupteur d'une lampe d'éclairage, sans aucun danger.

L'auteur utilise d'origine un AOP Texas Instruments référencé TLC 271. Celui-ci possède la particularité de peu consommer par rapport à « l'antique μA 741 », la technologie CMOS l'emportant largement sur le bipolaire dans ce domaine. Cependant, il est possible que vous ayez commis une erreur dans les valeurs de vos composants, ou que l'AOP, ou même T_1 , soient endommagés.

Toutefois, vous pourrez souder aux bornes de votre pile un condensateur de 10 à 22 μF /16 V (attention aux polarités), pour créer un réservoir d'énergie.

Pour finir, rien ne vous empêche de connecter un interrupteur aux bornes A1-A2 du triac, sans encourir de risque. ■



M. Firmery
(57)

Je voudrais construire divers adaptateurs de mesures (LC-mètre, thermomètre...) parus dans votre revue Electronique Pratique. Ceux-ci nécessitent la disponibilité d'un voltmètre de calibre 200 mV. Or le plus faible des calibres dont je dispose atteint 300 mV.

Qui peut le plus peut le moins. En effet votre appareil, pouvant mesurer des tensions allant sur ce calibre jusqu'à 300 mV, pourra bien entendu appréhender des valeurs de 200 mV.

Cependant, le problème se pose plus en termes de précision. Si l'on dispose d'un appareil analogique, ce qui semble être votre cas, il vaudra mieux travailler dans le dernier tiers du cadran car la précision des mesures y reste correcte. ■



M. Burgod
(74)

Après avoir construit la prise commandée du numéro 133 de janvier 1990, je constate que cette télécommande ne peut être utilisée correctement. En effet, le récepteur fonctionne aussi sous l'effet d'impulsions produites par l'action de n'importe quel interrupteur de la maison.

Pour les éliminer, nous vous conseillons d'améliorer le découplage du montage en plaçant des condensateurs de 100 nF aux bornes de C_1 , C_2 et du bobinage

secondaire du transformateur ainsi qu'un 22 nF/400 V aux bornes de l'enroulement primaire. ■



M. Butin
(59)

J'ai construit le tachymètre digital du numéro 134 d'Electronique Pratique. Cependant, je suis quelque peu ennuyé par les réglages, l'affichage changeant constamment. Je n'arrive en effet pas à obtenir la valeur qui devrait être de 300, en plaçant la sonde près d'un téléviseur.

A la lumière de vos renseignements, on peut en déduire que votre défaut se situe au niveau de votre capteur de luminosité. Il est effectivement possible que vous ne disposiez pas d'assez de sensibilité. Pour pallier ce manque, nous vous conseillons de modifier la valeur de A1 en la portant à 470 k Ω . Au besoin, rien ne vous empêche d'agir sur le pont diviseur R₈-R₉. ■



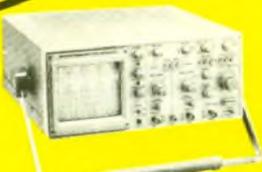
M. Coumaillau
(85)

J'ai réalisé le montage intitulé « des pseudo-roues codeuses », décrit dans le numéro de juillet-août 1990.

J'obtiens une succession de chiffres presque aléatoire. Après avoir revérifié le montage et remplacé les semi-conducteurs, le résultat reste inchangé.

Le phénomène que vous constatez est certainement dû au problème des rebonds des contacts des poussoirs. Ceux-ci, à chaque action, génèrent des impulsions parasites.

Pour les éliminer, nous vous engageons à placer un condensateur de faible valeur (environ 1 nF) entre l'entrée 15 du 4029 et la masse. ■



9102. Double base de temps. 2 x 20 MHz **4440 F**
9104. Double base de temps. 2 x 40 MHz **6420 F**



9020 Double trace 2 x 20 MHz. Ligne à retard. Testeur de composants. Chercheur de trace. Livré avec 2 sondes combinées **3740 F**

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

A DES PRIX TERAL

9106 2 x 60 MHz **7980 F**
9204 2 x 40 MHz **7750 F**
9202 2 x 20 MHz **6195 F**

OSCILLOSCOPES



NOUVEAU

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

HM 100/5 3 x 100 MHz avec 2 sondes **8780 F**

NOUVEAU

HM 205-3 Double trace 2 x 20 MHz. Testeur de composants. Mémoire numérique 2 x 1 K. Chercheur de trace. Livrés avec 2 sondes combinées **6980 F**

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

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

HM 8021-3. Fréquence 20 Hz à 1 MHz Digital **2360 F**

HM 8032. Générateur sinusoidal 20 Hz à 20 MHz. Affichage de la fréquence **1940 F**

HM 8028 Analyseur de spectre **5440 F**

MONACOR

LES "NEWS" MULTIMETRES DIGITAUX

DMT 2010. 2000 PTS. 3 1/2 Digits. Test. diodes. **260 F**

DMT 2035. 2000 PTS. 3 1/2 Digits. Capacimètre. Fréquence. Test. diodes. Test. Transistor. Test. TTL **720 F**

DMT 2040. Modèle "Pocket" 4000 PTS. Hold. Test. diodes. **359 F**

DMT 2055. Automatique. Bargraph. 4000 PTS. 3 1/2 Digits. Data Hold. Test. diodes. Fréquence. **1290 F**

DMT 2070. Testeur de composants. Capacimètre. Test diodes. **778 F**

DMT 2075. 2000 PTS. 3 1/2 Digits. Capacimètre. Fréquence. Test. transistors. Test. diodes. Test. continuité. Anti-chocs **690 F**

DMT-2035

- 2 000 pts = 3 1/2 digits
- Capacimètre = 2 nF - 20 µF
- Fréquence avec Trigger = 2 kHz - 20 MHz
- V. DC = 1 000 V • V.A.C = 750 V
- A.A.C.I.C = 20 A
- Ω = 200 Mohms
- Test transistors • Test diodes
- Test TTL logique • Test LED
- Test de continuité
- Précision de base = 0.5 %

720 F TTC

AG 1000. Générateur de B.F. 10 Hz/1 MHz. 5 calibres. Faible distorsion. Impédance 600 Ω **1360 F**

LCR 3500. Pont de mesure digital. Affichage LCD. Mesure résistance, capacité, inductance et facteur de déperdition L-DM-815. Grép. dép. Mètre **770 F**

R-D 1000. Décade de résistance **555 F**

CM 300. Capacimètre **576 F**

Documentation sur demande.

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

MULTIMETRES

Beckman

DM 10 - Modèle de poche **359 F**
DM 15 B - AD/DC - 10 A - Bip **479 F**
DM 20 L - Gain trans. Bip **539 F**
DM 23 - Précision 0.5 % HFE **619 F**
DM 25 L - Test trans. et Capa **719 F**
DM 71 **419 F**
DM 73 - Gamme Auto-Mini **559 F**
DM 78 - Multi de poche. Avec étui **249 F**
CM 20 - 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 27 XL. Multimètre numérique grand afficheur. 17 mm avec étui souple VC 202. **PROMO 799 F TTC**

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

METRIX

MULTIMETRES



- MX 112 A avec boîtier de transport **699 F**
- MX 512 **1000 F**
- MX 562 2000 points 3 1/2 digits. Précision 0,2 %. 6 fonctions 25 calibres **1719 F**
- MX 453. 20 000 Ω/VCC. 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 **1290 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 µ à 35 A. IA : 1 mA à 5 A. 5 Ω à 10 MΩA **1125 F**
- MX 50 **1530 F**
- MX 51. Affichage 5 000 points. Précision 0,1 %. Mémoire 5 mesures. Buffer interne **1950 F**
- MX 52. Affichage 5000 points. Bargraph. Mesure en dB. Fréquence. Mémoire 5 mesures **2700 F**

OSCILLOSCOPE METRIX OX 722
Base de temps variable 2 x 20 MHz **3900 F**

METRIX OX 725

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

FREQUENCEMETRES

Beckman

UC 10. 5 Hz à 100 MHz. Compte. Intervalles. Periodes 8 afficheurs **3195 F**

CENTRAD

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

GENERATEURS DE FONCTIONS

FG 2A. 7 gammes. Sinus carrés triangles. Entrée VCF-OFFSET Beckman Cité limitée **1770 F**
FG3 AE 0.2 Hz à 2 MHz **2700 F**
AG 1000. Générateur BF. 10 Hz à 1 MHz 5 calibres. Faible dist. imp. 600 Ω Monacor **1360 F**
SG 1000. Générateur HF. 100 kHz à 150 MHz 6 calibres. Précis. 1.5 %. Sortie 100 mV Monacor **1325 F**
369. Générateur de fonction. 1 Hz à 200 kHz. Signaux carrés sinus triangle Centrad **1420 F**
869. Générateur de fonctions de 0.01 Hz à 11 MHz Centrad **3490 F**

ELC ALIMENTATIONS

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

LABOTEC

Toujours à votre service pour réaliser vos circuits imprimés.

PLAQUES EPOXY.

Pré-sensibilisées STEP circuits. La référence du CI 2 FACES
75 x 100 **11 F** **12,50 F**
100 x 160 **19 F** **24 F**
150 x 200 **39 F** **45 F**
200 x 300 **79 F** **89 F**

PLAQUES BAKELITE

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

PERCEUSES MAXICRAFT

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

COMPOSANTS

EXTRAIT TARIF

BU 208 A **16 F** MJ 15024 **45 F**
BU 326 A **14 F** 2N 3055 100 V **7 F**
BU 508 A **16 F** 2N 3442 **17 F**
BU 111 A **16 F** 2N 3773 **29 F**
BUS 11 **28 F** BUZ 11 **19 F**
MJ 15023 **45 F**

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

RELAIS TYPE EUROPÉEN

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

PARTEMENT UNIQUE EN TRANSFORMATEUR

FABRICATION FRANÇAISE

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

ALIMENTATION HIRSCHMANN

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

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.

KITS ELECTRONIQUE

M.T.C. ELECTRONIQUE COLLEGE

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

OFFICE DU KIT

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

TSM

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

OLP ELECTRONICS

LA QUALITE PRO

MODULES PREAMPLI

HY 7. Magnéto 8 entrées 1 voie **166 F**
HM 8. Magnéto 5 entrées 2 voies **161 F**
HY 9. Préampl. 2 voies, connect. RIAA **175 F**
HY 18. Préampl. 2 voies, 3 canaux **208 F**

MODULES AMPLI

HY 83. 30 watts **205 F** HY 128. 60 W en **346 F**
HY 246. 100 W en **460 F** HY 368. 180 W **710 F**

COFFRETS

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

COFFRETS PLASTIC

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

TOUS LES MODELES DISPONIBLES DOC ET TARIF SUR DEMANDE

CONNECTIQUE

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

TYPE XLR NEUTRIX

3 B Mâle **18,80 F**
3 B Femelle **22,50 F**
4 B Mâle **29,00 F**
4 B Femelle **37,80 F**

Jack 6.35 Mâle **2,90 F**
Jack 6.35 Stéréo **4,50 F**
Jack 6.35 Mâle métal **6,50 F**
Jack 6.35 Mâle stéréo métal **8,50 F**

CANON A SOUDER

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

Fers JBC

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



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