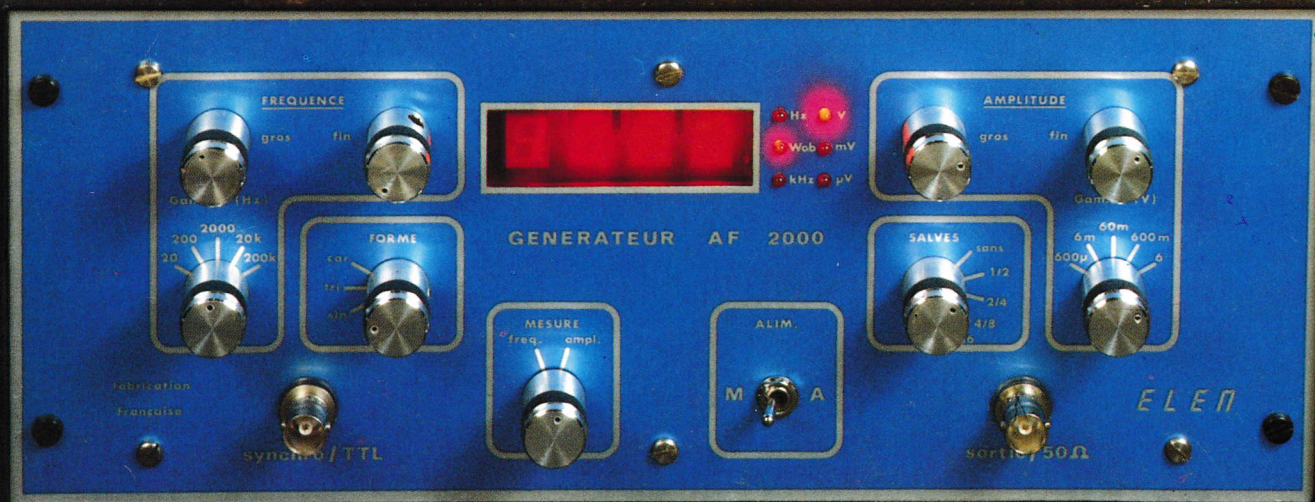
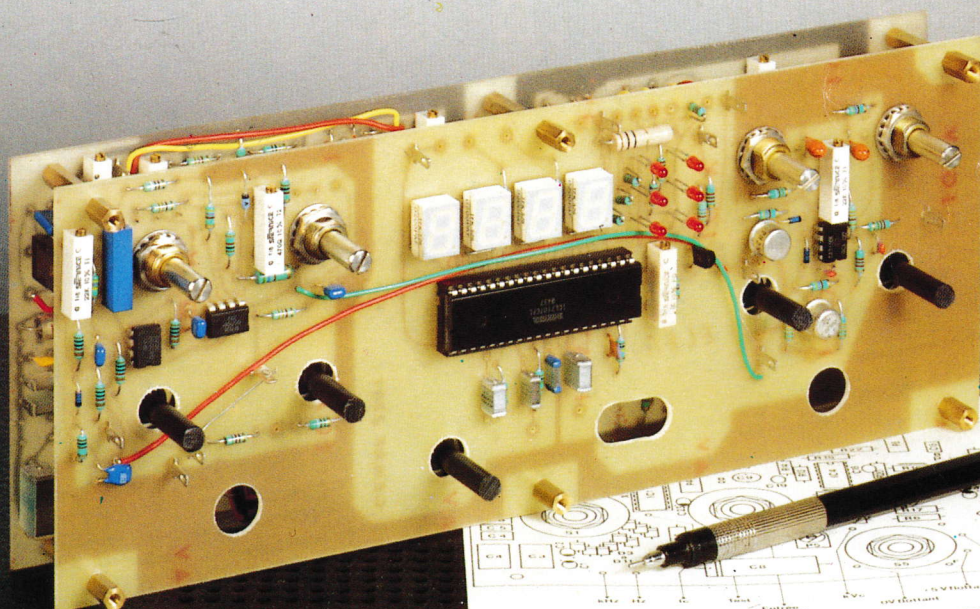


LOISIRS ELECTRONIQUES D'AUJOURD'HUI

N° 43

Lead

AMPLIFICATEUR 8 WATTS
ORGUE ELECTRONIQUE 5 OCTAVES
GENERATEUR DE FONCTIONS





n° 1 européen de l'analogique

Micro contrôleur universel 80

- 36 gammes de mesure
- 20 000 Ω/V en continu
- 4 000 Ω/V en alternatif
- Cadran panoramique avec miroir de parallaxe
- Echelle de 90 mm
- Anti-surcharges par limiteur et fusible
- Anti-chocs

Contrôleur universel 680 G

- 48 gammes de mesure
- 20 000 Ω/V en continu
- 4 000 Ω/V en alternatif
- Cadre panoramique avec miroir de parallaxe
- Anti chocs
- Anti surcharges par limiteur et fusible
- Anti magnétique

Contrôleur universel 680 R

- 80 gammes de mesure
- 20 000 Ω/V en continu
- 4 000 Ω/V en alternatif
- Cadran panoramique avec miroir de parallaxe
- Anti chocs
- Anti-surcharges par limiteur et fusible
- Anti-magnétique



...le reflet

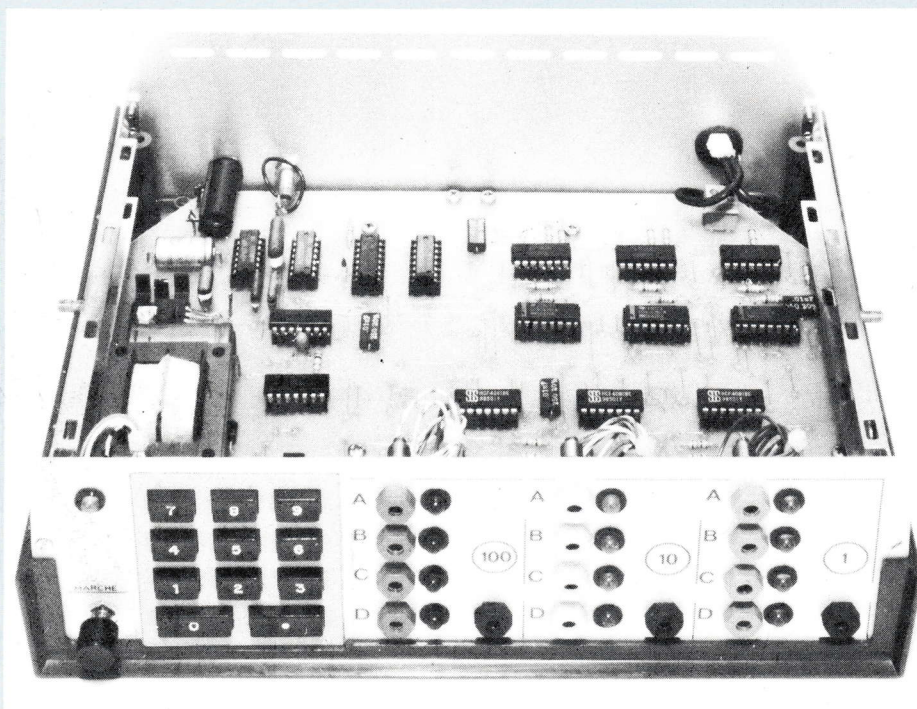
une distribution



PERIFELEC

LA CULAZ 74370 CHARVONNEX - Tél. : (50) 57.54.01 - Bureau de Paris : 7, bd Ney 75018 Paris - Tél. : 202.80.88

TRANSCODEUR DECIMAL/BCD 3x4 BITS (2ème partie)



Nous allons, avec cette deuxième partie, étudier et analyser chaque ensemble constitutif du transcodeur dont nous vous avons livré le schéma de principe complet dans notre précédent numéro. Nous aborderons ensuite sa réalisation pratique : gravure du circuit imprimé, plan de câblage, interconnexions, mise en coffret et réglage.

Voyons tout d'abord l'alimentation, fort simple, comme en témoigne le schéma de la figure (9). Tous les circuits intégrés sont des circuits C-MOS et de ce fait la consommation est fortement réduite.

L'ALIMENTATION

En fait les seuls gros consommateurs sont les LEDs de signalisations des états logiques des trois mots BCD et la visualisation de marche. L'appareil étant alimenté sous 12 V continu, chaque LED est parcourue par un courant

de 20 mA environ (17,8 mA) et il est facile de définir le nombre maximal de LEDs qui peuvent être allumées simultanément :

- mot₁ A = 1, B = 1, C = 1, D = 0 (soit chiffre 7) : 4 LEDs,
- mot₁₀ A = 1, B = 1, C = 1, D = 0 (soit chiffre 7) : 4 LEDs,
- mot₁₀₀ A = 1, B = 1, C = 1, D = 0 (soit chiffre 7) : 4 LEDs,
- Appareil sous tension, donc LED de signalisation : 1 LED

Total : 13 LEDs

Soit un courant de : 260 mA
et une puissance dissipée de : $12 \times 0,26 = 3,12 \text{ W}$.

Nous avons opté pour une alimentation à transformateur pour circuit imprimé. Celui-ci de modèle 220 V/12 V/5 VA est largement dimensionné pour alimenter dans les pires conditions tout le transcodeur sans aucun problème. En sortie deux diodes 1N 4007 passe-partout redressent le courant en bi-alternance, le filtrage s'effectuant par l'intermédiaire d'un condensateur électrochimique de forte valeur. A ce moment, il est clair que la tension aux bornes de la capacité est : $U_1 = U_0 \sqrt{2}$ soit $12 \times 1,414 \approx 17 \text{ V}$.

Afin de limiter la tension aux 12 V préconisés et de stabiliser cette valeur, nous avons fait appel au populaire régulateur de tension positif de type 7812 en boîtier TO 220-AB. Celui-ci convient fort bien pour une telle application à courant modéré puisque pouvant fournir un courant supérieur à 1A s'il est fixé sur un dissipateur approprié. Il possède une limitation interne de courant de crête et une protection de l'aire de sécurité du transistor de sortie concourant à limiter la dissipation de puissance. Si celle-ci devient trop forte, le circuit de limitation thermique entre en action et empêche la destruction du boîtier par échauffement. Donc tout ce qu'il nous faut pour que l'on n'ait pas à revenir sur l'alimentation du transcodeur. Par ailleurs, en sortie régulée, un petit condensateur de 0,1 μF a été placé pour améliorer la stabilité et la réponse transitoire.

LE CODE D'ENTREE

Manipulation	mot 1		mot 10		mot 100	
interrupteur ON/OFF et clavier	Sorties ABCD	Affichage leds	Sorties ABCD	Affichage leds	Sorties ABCD	Affichage leds
mise sous tension	0 0 0 0	éteintes	0 0 0 0	éteintes	0 0 0 0	éteintes
premier appui touche 0 à 9	Code BCD 4 bits	activées	0 0 0 0	éteintes	0,0 0 0	éteintes
second appui touche 0 à 9	Code BCD mémorisé	en mémoire	Code BCD 4 bits	activées	0 0 0 0	éteintes
3 ^e appui touche 0 à 9	Code BCD mémorisé	en mémoire	Code BCD mémorisé	en mémoire	Code BCD 4 bits	activées
4 ^e appui touche 0 à 9	Code BCD mémorisé	en mémoire	Code BCD mémorisé	en mémoire	Code BCD mémorisé	en mémoire
appui touche RAZ à un instant quelconque	0 0 0 0	éteintes	0 0 0 0	éteintes	0 0 0 0	éteintes

Déroulement du processus de fonctionnement.

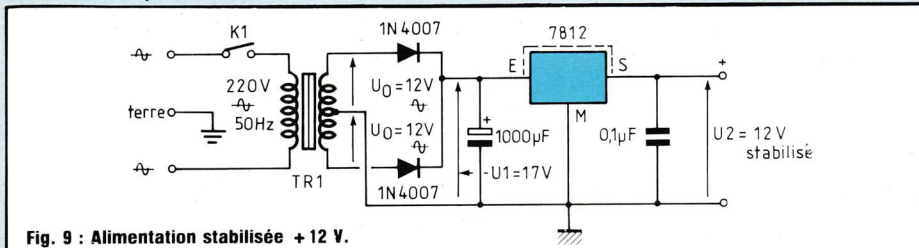


Fig. 9 : Alimentation stabilisée +12 V.

L'ENCODEUR DE CLAVIER DECIMAL-BCD 4 BITS

Le schéma du circuit complet d'encodage du clavier décimal est donné à la figure (10). Pour se faire il est utilisé un circuit intégré spécialisé d'encodage qui est un 4532. Dans la configuration

normale d'utilisation, ce circuit permet un maximum de huit contacts (touches travail) à point commun sur les entrées D0...D7, plus une entrée Enable (validation). Il possède trois sorties Q0, Q1, Q2 d'utilisation, une sortie group sélect (GS) et une sortie de validation. Tel quel il ne permet pas d'encoder directement un clavier décimal de dix touches avec sortie sur quatre bits. Il

va donc falloir utiliser une circuiterie externe à portes logiques pour obtenir le fonctionnement désiré. Pour arriver au résultat escompté il faut partir de la table de vérité telle que définie par le diagramme logique de l'encodeur, en configuration normale de branchement. Nous proposons cette table ci-dessous :

Comme nous le voyons, à chaque touche D0...D7 appuyée, nous obtenons sur les sorties Q0...Q2 le code binaire correspondant. Afin de pouvoir utiliser le clavier décimal au complet, c'est-à-dire avec les deux touches supplémentaires 8 et 9 et obtenir une sortie quatre bits, il nous faut d'une part une information supplémentaire concernant l'appui d'une de ces deux touches, ce qui est réalisé par la porte

4 5 3 2													
Entrée validation	Entrées clavier								Sortie Group Select	Sorties			Sortie validation
Ei	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	GS	Q2	Q1	Q0	E0
0	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	1	X	X	X	X	X	X	X	1	1	1	1	0
1	0	1	X	X	X	X	X	X	1	1	1	0	0
1	0	0	1	X	X	X	X	X	1	1	0	1	0
1	0	0	0	1	X	X	X	X	1	1	0	0	0
1	0	0	0	0	1	X	X	X	1	0	1	1	0
1	0	0	0	0	0	1	X	X	1	0	1	0	0
1	0	0	0	0	0	0	1	X	1	0	0	1	0
1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0

«OR» à deux entrées qui y est connectée, d'autre part valider l'appui par inversion du signal sur l'entrée Enable. Enfin, par l'adjonction d'un autre OU à deux entrées entre touche 9 et sortie Q0, nous acquérons notre dernière information décimale.

Ces différents états logiques indiqués sur la figure (10) permettent aisément de comprendre que pour l'appui de la touche n°8, nous allons obtenir en sorties D'0 à D'3, le code 0001 soit la transcription en binaire du chiffre 8 et pour l'appui de la touche n°9, le code 1001 qui représente en binaire le chiffre 9.

Pour en terminer avec l'étude du transcodeur décimal/binaire et eu égard à ce que nous venons de mentionner, précisons que lorsque les touches ne sont pas actionnées, il ne faut en aucun cas que les entrées du 4532 soient en l'air. Chaque entrée est donc pourvue d'une résistance de 68 k Ω . Enfin, si plusieurs touches sont appuyées simultanément, c'est le code binaire de la touche de poids le plus fort qui apparaît en sortie du circuit. Nous indiquons dans le tableau ci-dessous la nouvelle table de vérité correspondant au sous-ensemble de transcodage de la figure (10).

LE CIRCUIT DE VALIDATION

Sur le schéma précédent, nous avons

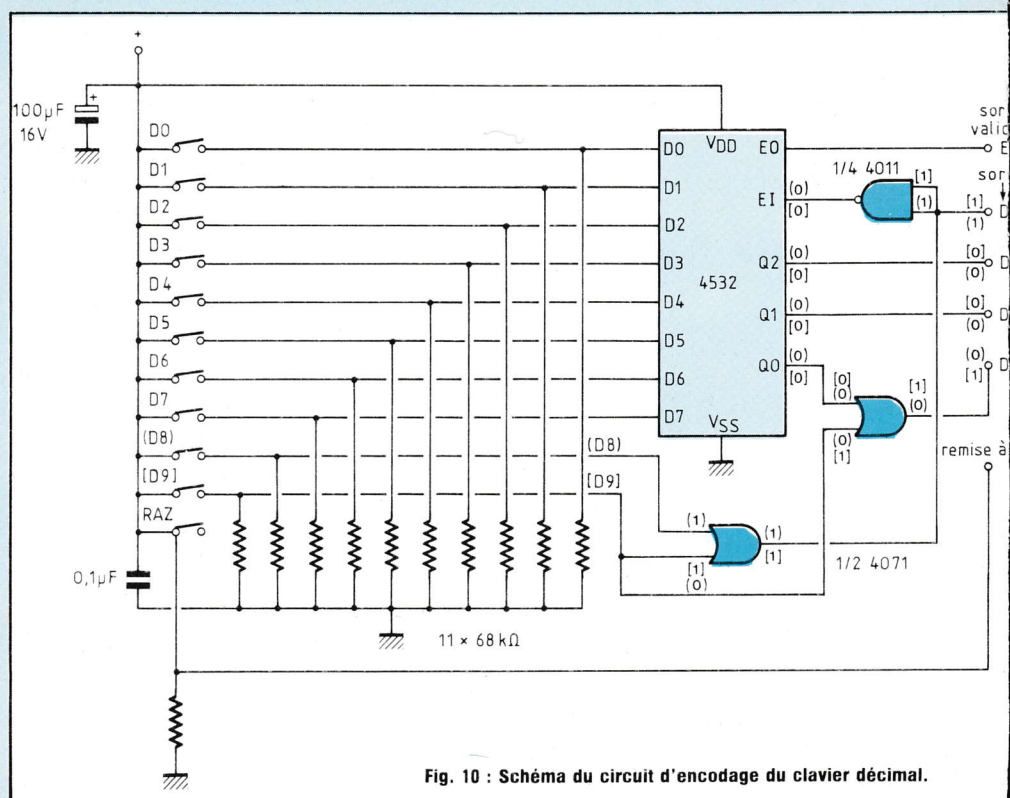


Fig. 10 : Schéma du circuit d'encodage du clavier décimal.

volontairement laissé de côté la sortie validation (Enable E OUT). Lorsque le 4532, dont l'entrée de validation (Enable E IN) est au niveau logique haut en permanence, ne voit aucune de ses entrées activées, sa sortie E OUT passe du niveau logique 1 au niveau 0 dès lors qu'une touche est enfoncée.

Ce niveau logique reste au 0 tant que l'appui sur la touche est maintenu. Or il s'avère, comme nous le verrons par la suite, que pour commander l'entrée horloge du compteur 4017, il est nécessaire d'obtenir une impulsion positive calibrée. Nous avons donc eu recours au circuit de la figure (11) qui

Transcodeur décimal-binaire à 4532

Entrées clavier décimal										Sortie Group Select	Sorties binaires			
D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	GS	D'3	D'2	D'1	D'0
1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	1	0	0	1
0	1	X	X	X	X	X	X	X	X	0	1	0	0	0
0	0	1	X	X	X	X	X	X	X	1	0	1	1	1
0	0	0	1	X	X	X	X	X	X	1	0	1	1	0
0	0	0	0	1	X	X	X	X	X	1	0	1	0	1
0	0	0	0	0	1	X	X	X	X	1	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	1	X	X	X	1	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0	0	1	X	X	1	0	0	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	X	1	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0

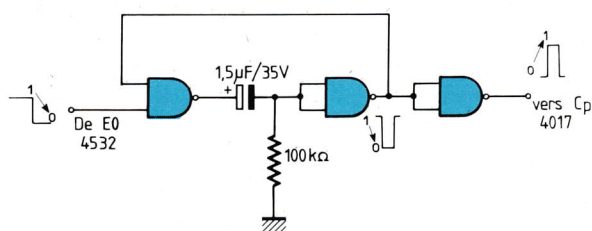


Fig. 11 : Monostable formé à l'aide de deux portes NAND.

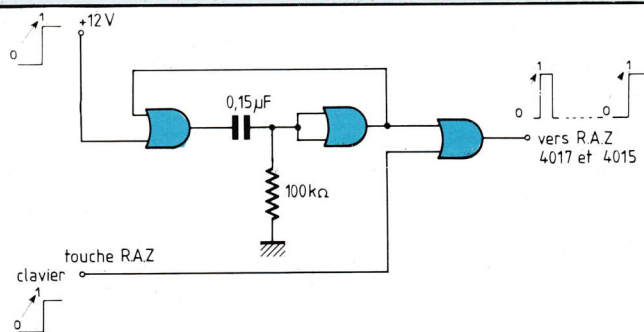


Fig. 12 : Circuit de remise à zéro à portes OR.

permet d'obtenir une impulsion de validation «touche enfoncée» compatible avec l'entrée du compteur 4017. Il s'agit en fait d'un simple monostable formé à l'aide de deux portes NAND selon un schéma désormais classique. L'entrée se trouve déclenchée par une mise à niveau logique bas, telle que définie précédemment et l'on recueille une impulsion négative en sortie. Par le jeu d'une troisième porte NAND montée en inverseuse, nous recueillons notre pulse positive qui va être transmise à l'entrée Cp du compteur pas à pas.

La constante de temps est relativement élevée puisque égale à : $\tau \approx 0,7 RC = 0,7 \times 100.10^3 \times 1,5.10^{-6} \approx 100 \text{ ms}$

Cette durée a été définie assez longue de façon à ce que soient annihilées les quelques impulsions parasites qui transiteraient sur la ligne avec la fâcheuse conséquence de faire avancer le compteur de plus d'un pas.

LE CIRCUIT DE REMISE A ZERO

Le schéma de ce petit circuit est donné à la figure (12) et nous voyons que cette logique très simple fait appel à trois portes OR. On reconnaît encore un monostable dont le fonctionnement est en tous points identique au montage précédent. Si cette fois-ci, il a été réalisé à l'aide de deux OR et non de trois NAND, c'est pour la raison bien simple que l'entrée se trouve maintenant déclenchée par un front montant donc une mise à niveau logique haut. Comme nous le voyons sur le schéma de la figure (12), il y a une troisième porte OU. Il faut en effet préciser que

tous les bits de sortie devant être naturellement au 0 lors de la mise sous tension, il importait donc de produire d'une part une impulsion positive dès appui sur le bouton «marche», rôle dédié au monostable que nous venons d'évoquer ainsi d'autre part, que de pouvoir à tout moment faire une RAZ manuelle par l'emploi de la touche idoine sur le clavier. C'est le rôle joué par ce troisième OU.

Pour en terminer avec ce circuit, certains lecteurs pourront se demander pourquoi un monostable d'un côté et pas de l'autre. La réponse est fort simple, lorsque la touche manuelle de RAZ est actionnée, la remise à zéro dure tant qu'on maintient l'appui, et naturellement une action à ce moment-là sur une quelconque des autres touches du clavier reste sans effet. Bien sûr la touche RAZ ne sera jamais maintenue pressée et donc dès relâchement on accède immédiatement à l'emploi des touches décimales, mais il en va tout à fait différemment de la remise à zéro automatique dès la mise sous tension de l'appareil. Imaginons un instant qu'il n'y ait pas le monostable, mais seulement le OU de sortie sélectionnant soit le front montant positif de la touche RAZ, soit celui de l'établissement de la tension d'alimentation + 12 V. Cette tension positive représentant un niveau haut logique va bien entendu se maintenir en sortie du OU et avec ce que nous venons d'expliquer précédemment, le lecteur comprend qu'il y a verrouillage et plus aucune action possible sur les touches décimales. Grâce à l'emploi du monostable, dès l'impulsion passée, le clavier redevient opérationnel.

Nous avons opté pour une valeur de 10 ms qui est plus que suffisante pour ce genre de circuit.

LE COMPTEUR PAS A PAS

Le schéma proposé est celui de la figure (13)a. Comme nous l'avons déjà mentionné, il est organisé autour d'un 4017 qui n'est autre qu'un compteur diviseur par dix avec retenue (Carry out), remise à zéro (Reset) et inhibition (Clock inhibit). Lorsqu'il apparaît sur l'entrée (Clock) une impulsion positive, à chaque coup d'horloge, chaque sortie, et il y en a dix, passe alternativement au niveau haut. A chaque instant, une, et une seule parmi dix se trouve donc au 1 logique, et lorsque la dixième y est parvenue, il y a retenue de façon à pouvoir commander la décade suivante. Comme nous désirons non pas faire un compteur à dix pas, mais un à trois pas seulement, il importe d'inhiber le compteur lorsque trois mots ont été transcrits, c'est-à-dire trois touches actionnées. Pour cela nous utilisons donc la sortie Q4 qui, connectée à l'entrée d'inhibition, permet le blocage du comptage à l'issu de la troisième impulsion. Nous obtenons donc en sortie une impulsion positive qui se décale de Q0 à Q1, puis de Q1 à Q2 et qui va servir à adresser chaque verrou transparent de sortie. Il convient alors de mentionner l'emploi des trois portes OR qui, d'une part connectées à Q0, Q1, Q2, et d'autre part au circuit de RAZ, ont pour rôle évident soit de transmettre la pulse d'adressage mémoire, soit encore celle de remise à zéro afin, si le besoin s'en fait sentir, de repositionner les sorties du transcodeur à l'état initial.

Enfin, il reste à parler de la petite cellule C14/R39 connectée sur l'entrée Clock pulse. Elle joue un rôle important et avec 56 pF et 100 Ω , on pourra s'affranchir des nombreux parasites véhiculés sur la ligne ainsi que de la plupart des multiples rebonds transmis par les contacts du clavier. Grâce à ce filtre, dans la majorité des cas, il ne sera pas nécessaire de faire appel aux circuits décrits figures (6) et (7).

LE REGISTRE A DELCAGE

Représenté à la figure (13)b, il est des plus simples, puisque ne requérant qu'un circuit de comptage et une porte OR. Comme nous l'avons expliqué dans le chapitre consacré au fonctionnement général du transcodeur, puisque l'information BCD quatre bits en provenance du circuit d'encodage est transmise sur un bus, il importe qu'à chaque sollicitation de touche, la mémoire de sortie correspondante voit à son entrée le code BCD émis, et non les autres. Il faut donc faire en sorte d'adresser séparément chaque mémoire de sortie, ce que nous avons vu grâce à l'emploi du circuit pas à pas, et dans le même temps de ne fournir le code BCD qu'à la mémoire considérée.

Pour se faire, nous utilisons un circuit intégré de type 4015 qui est un double registre quatre bits statiques. Comme nous le voyons sur la figure (13)b, un seul registre du boîtier est nécessaire

et le fonctionnement est des plus simple. Identiquement au compteur précédent, à chaque coup d'horloge les sorties changent d'état. Il convient bien sûr de mentionner que les entrées Data et Reset doivent être aux niveaux logiques convenables eu égard à l'impulsion d'horloge Cp. Nous donnons ci-dessous le tableau de vérité régissant le fonctionnement du circuit 4015.

Nous nous situons dans le cas (A), l'impulsion d'horloge étant positive à front montant, l'entrée Data reliée au (+) alimentation donc au 1 logique et l'entrée Reset initialement à 0 puisqu'au départ $Q4 = 0$ et entrée RAZ = 0.

Il est donc clair qu'à chaque touche pressée, les sorties A0, A1, A2 vont passer alternativement au niveau haut et à l'issue de la troisième touche actionnée il y a une remise à zéro automatique puisque Q4 passant à 1 transmet ce niveau à l'entrée Reset par l'intermédiaire du OR. Identiquement au compteur pas à pas, l'on revient aussi à l'état initial en pressant la touche RAZ puisque l'entrée de remise à zéro est connectée sur la deuxième entrée du OU. En sortie des deux compteurs de la figure (13), nous avons donc simultanément trois informations pour valider chacune des trois mémoires de sortie et actionner chacun des trois tampons tout ou rien servant à transmettre l'information codée BCD sur la mémoire correspondante.

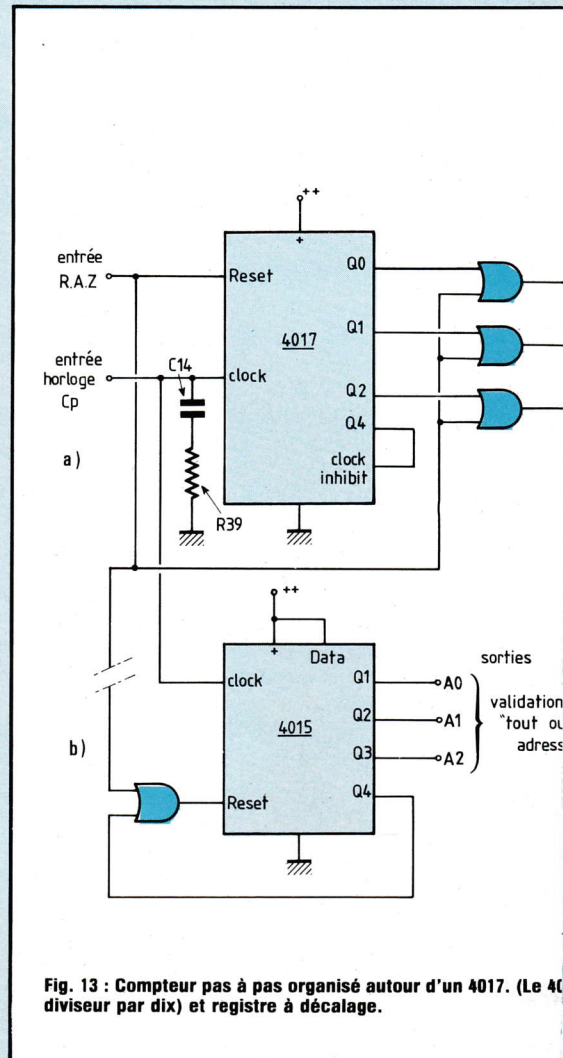


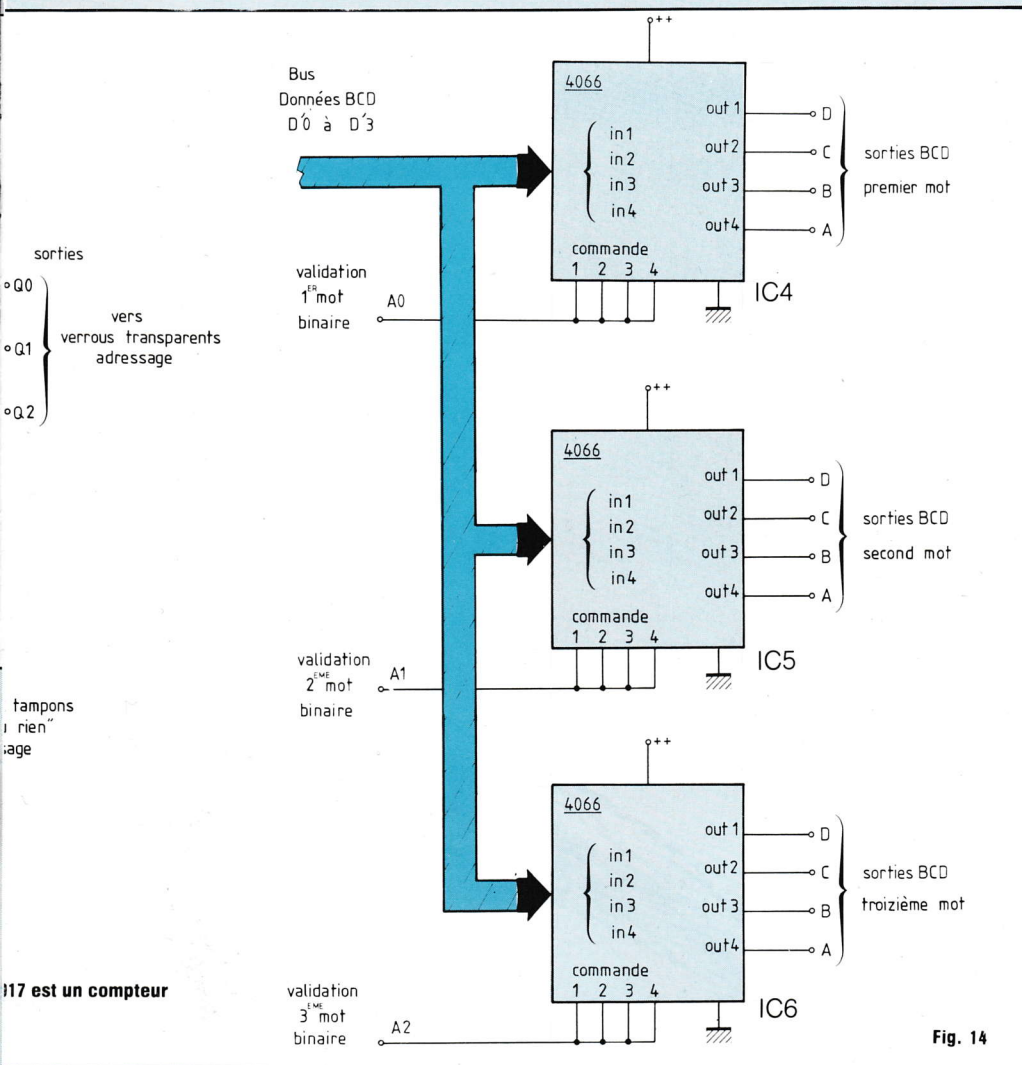
Fig. 13 : Compteur pas à pas organisé autour d'un 4017. (Le 4015 diviseur par dix) et registre à décalage.

LE TAMPON TOUT OU RIEN

Comme leur nom l'indique, soit ils sont ouverts, soit ils sont fermés. IC4, IC5 et IC6 sont donc de véritables commutateurs logiques et bien sûr nous avons utilisé pour cette application des circuits intégrés de type 4066 renfermant quatre interrupteurs indépendants par boîtier. Chaque interrupteur comporte une entrée de commande et évidemment deux bornes d'entrée/sortie pour le signal à faire transiter ou non. Signalons d'ailleurs que ces deux bornes peuvent être indifféremment soit entrée, soit sortie. Enfin, il est bon de préciser que ces trois circuits peuvent

4 0 1 5				
Horloge Cp	Data D	RAZ Reset	Q1	Qn
$\frac{1}{0}$	0	0	0	$Qn - 1$
$\frac{1}{0}$	1	0	1	$Qn - 1$
$\frac{1}{0}$	X	0	Q1	$Qn -$ (ne change pas)
X	X	1	0	0

LE CODE D'ENTREE



éventuellement pour cette application être remplacés par leur alter-ego 4016. Le brochage est identique, la différence fondamentale résidant dans la résistance de commutation E/S qui est de 280 Ω pour le 4016 alors qu'elle n'est que de 80 Ω typique pour le 4066.

Toutes les entrées «commande» de chaque boîtier sont réunies ensemble et il est clair que les quatre interrupteurs de chaque circuit seront commandés simultanément. Nous donnons à la figure (14) le schéma de ce sous-ensemble de commutation, et il est relativement aisé d'en analyser le fonctionnement. Le bus d'adresses D'0 à D'3 est relié à toutes les entrées

des 4066 et lorsqu'une touche du clavier décimal est actionnée, il apparaît donc le code BCD correspondant sur toutes les entrées.

De façon maintenant à ne transmettre ce code que sur la mémoire de sortie correspondante, il suffit simplement de valider le tampon tout ou rien qui y est relié. Naturellement et comme on l'a deviné, cette validation s'effectue par l'intermédiaire des sorties A0, A1, A2 du registre à décalage dont nous avons vu le fonctionnement précédemment.

Dès appui sur la première touche du clavier, il apparaît donc le code BCD correspondant en sortie du premier tampon 4066, les sorties des autres

tampons restant à zéro. En actionnant la deuxième touche, le code BCD apparaît en sortie du deuxième tampon et uniquement sur celui-là. Enfin dès appui de la troisième touche, le code BCD apparaît uniquement sur les sorties du troisième 4066.

A chaque appui d'une des touches du clavier décimal, nous obtenons donc en sortie un mot binaire de quatre bits. Comme le transcodeur a été étudié pour trois mots, nous avons donc trois fois quatre bits aux sorties du sous-ensemble de la figure 14. Encore faut-il préciser que ces mots sont «fugitifs» et n'apparaissent en fait sur les sorties que tant que les touches correspondantes sont maintenues pressées. Pour bénéficier d'informations durables, il nous faut donc les mémoriser, ce qui est le rôle du circuit de mémorisation que nous allons maintenant analyser.

LES CIRCUITS MEMOIRE

Ils sont au nombre de trois, un pour chaque mot. Il s'agit de 4042 qui possèdent dans chaque boîtier quatre bascules D avec entrée-horloge commune et choix de la polarité. Le fonctionnement est alors le suivant (schéma de la figure 15) :

Supposons que le code BCD du premier mot soit transmis par l'intermédiaire de IC4 sur la première mémoire IC7. Les quatre bits apparaissent donc sur les entrées D1 à D4 du 4042. Dans le même temps, l'entrée horloge de ce circuit reçoit une impulsion d'horloge acheminée par la ligne Q0. L'entrée de choix polarité étant au 1 logique puisque réunie au (+) alimentation, la sortie Q0 du 4017 au 1, il y a transfert du code BCD des entrées D aux sorties Q. Puis sur le front descendant du signal d'horloge il y a verrouillage (catch) de l'information en sortie. Le circuit 4042 fonctionne donc en tant que mémoire transparente, les données présentes aux entrées D étant transférées sur les sorties Q correspondantes qui les gardent en mémoire lorsque l'entrée horloge est validée. Evidemment, le fonctionnement est en tout point identique pour l'appui des deux autres touches.

Nous donnons ci-dessous le tableau de vérité de ce que nous venons d'analyser.

4 0 4 2		
Entrée horloge Cp	Choix polarité	Sorties Q
0	0	D
	0	verrouillage
1	1	D
	1	verrouillage

Après appui sur les trois touches décimales correspondant aux trois mots binaires choisis, nous obtenons donc en sortie des trois mémoires un code de 12 bits organisé en trois fois quatre bits indépendants. Enfin, et pour en terminer avec les sorties mémoires, il reste à signaler que sur chaque entrée de données, il est impératif de prévoir une résistance de 82 kΩ reliée à la masse. En effet, il faut bien comprendre qu'à partir du moment où le transcodeur est mis en fonction et qu'on a par exemple frappé sur le clavier le premier mot binaire, si les sorties de IC4 sont bien reliées électriquement aux entrées de IC7, il s'avère que les tampons tout ou rien IC5 et IC6 étant ouverts, les entrées de IC8 et IC9 sont toutes en l'air avec les conséquences que l'on peut en attendre, c'est-à-dire un affichage et des informations de sortie tout à fait erratiques en fonction des parasites véhiculés sur les lignes. Toutes les résistances R27 à R38 servent donc à charger les entrées des mémoires lorsque les commutateurs logiques se trouvent ouverts.

LES CIRCUITS DE SORTIE

Pour chaque bit de sortie, il y a deux circuits, comme nous le montre le schéma de la figure (16). Nous avons en effet opté pour, d'une part isoler les bornes de sortie proprement dites des sorties mémoires et, d'autre part d'alimenter séparément les leds de signali-

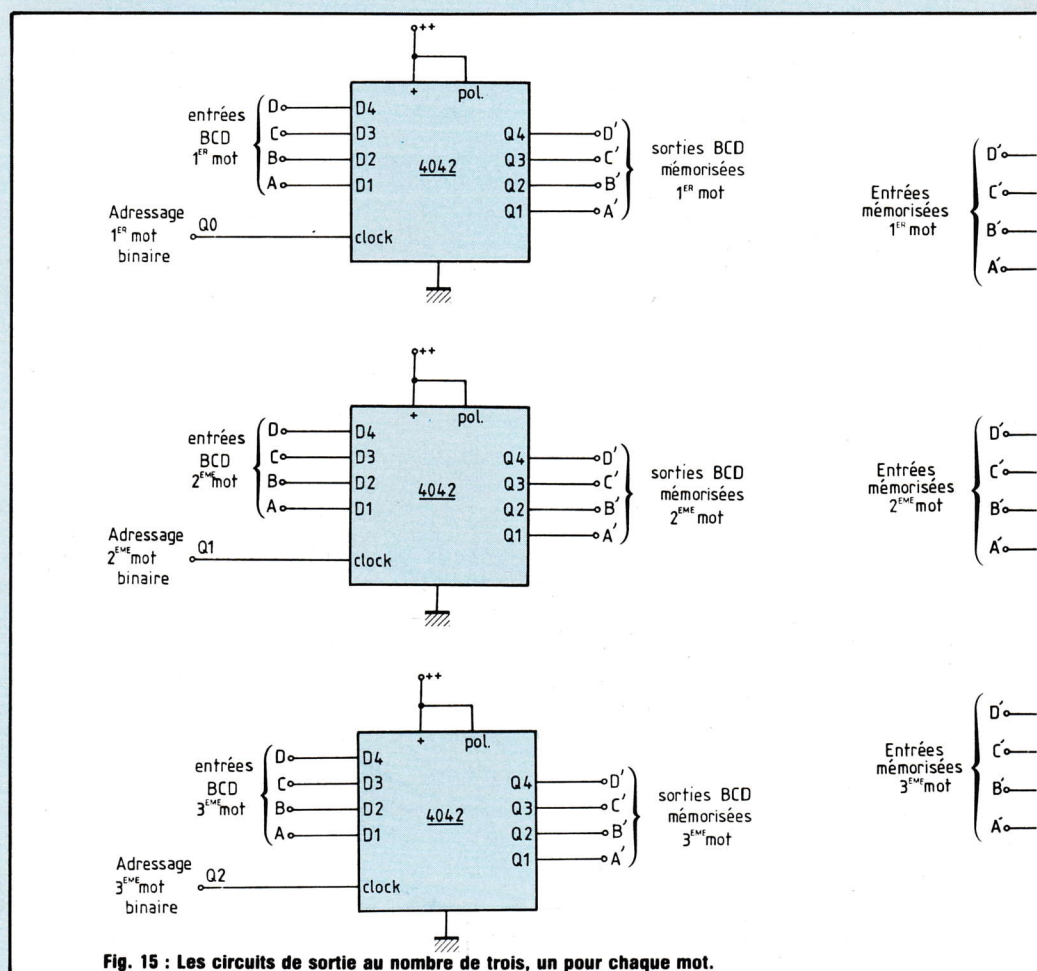


Fig. 15 : Les circuits de sortie au nombre de trois, un pour chaque mot.

sation d'état des bits de sorties. Dans le premier cas, il est simplement fait appel à des tampons non inverseurs réalisés à l'aide d'un simple AND dont les deux entrées se trouvent reliées et dans le second cas, pour chaque signalisation, à un buffer inverseur.

Prenons l'exemple d'un état logique haut à la sortie 1 de la première mémoire IC7, le premier ET transmet ce 1 logique directement sur la borne de sortie et sur l'entrée du buffer, lequel fait passer sa sortie à 0. Comme les leds sont toutes connectées entre le (+) alimentation et les sorties buffers à chaque 0 transmis sur la cathode, il y a signalisation de l'état correspondant.

Pour tamponner nos trois fois quatre sorties mémoires, il nous faut 12 circuits AND donc trois boîtiers type

4081. Quant aux douze leds de signalisation, il suffit de deux boîtiers 4049 puisque chaque circuit contient six inverseurs buffers par boîtier. Rappelons qu'en ce qui concerne les buffers type 4049 (inverseurs) ou 4050 (non inverseurs) pour une tension d'alimentation de +15 V, chaque buffer peut délivrer 12 mA pour une charge de la sortie à la masse et 48 mA pour une charge de la sortie au (+) alimentation. Comme nous le voyons sur le schéma de la figure (16), nous avons opté pour la possibilité du courant maximal, soit 48 mA en connectant chaque led de la sortie buffer au +12 V par l'intermédiaire d'une résistance-série de limitation de courant. Chaque led est alors parcourue par un courant :

$$I_{LED} \# \frac{V_{DD} - U_D}{R_s} = \frac{12 - 2}{560} = 17,8 \text{ mA}$$

LE CODE D'ENTREE

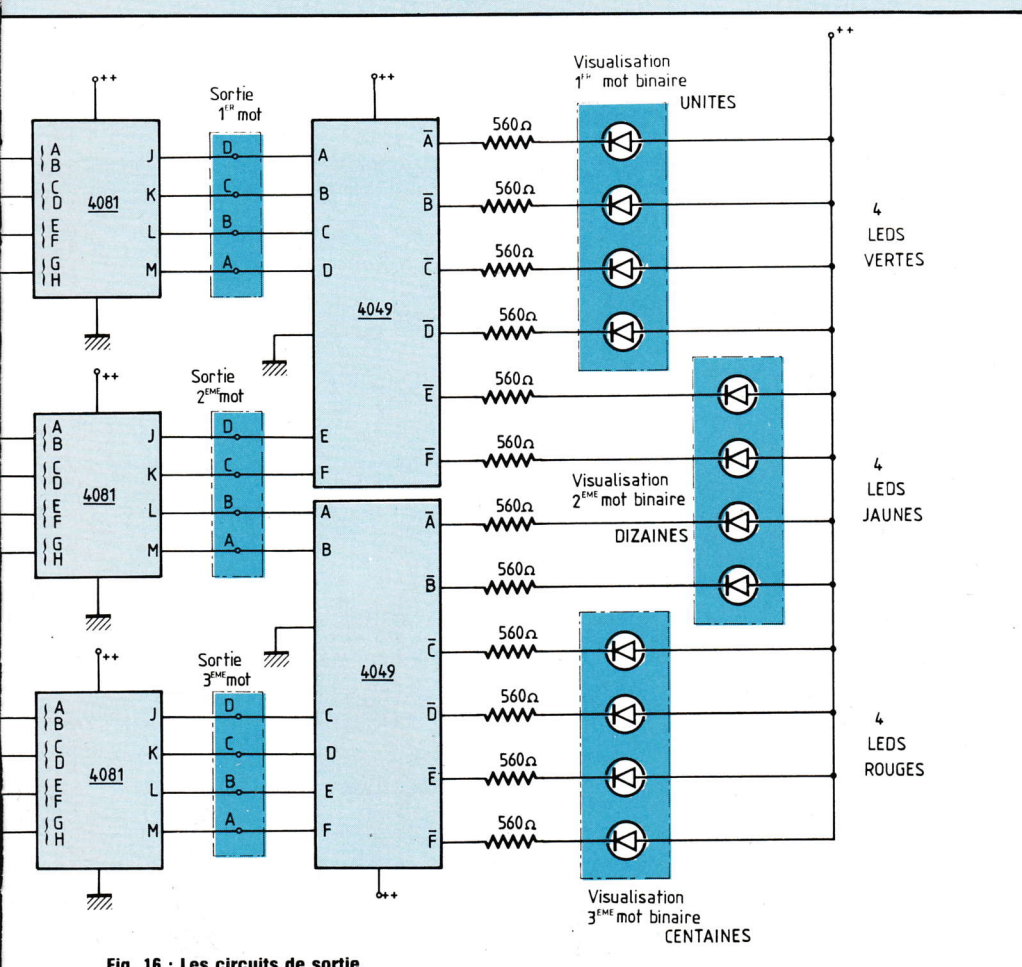


Fig. 16 : Les circuits de sortie.

Nous obtenons donc un éclairage de chaque témoin d'état tout à fait correct, sans pour autant se situer au-delà du courant maximal délivré par les 4049.

Nous en avons maintenant terminé avec les explications théoriques relatives au fonctionnement complet de ce transcodeur/décimal/BCD. Nous n'avons pas parlé de toutes les petites capacités de découplage mentionnées sur le schéma de la figure (8) mais il est évident qu'au vu des 19 circuits intégrés utilisés pour cette réalisation, un grand soin doit être apporté aux lignes d'alimentation des boîtiers si l'on ne veut pas s'exposer à voir fonctionner le transcodeur de façon tout à fait erratique et désordonnée.

CIRCUIT IMPRIME

Comme nous le voyons à la figure (17),

le tracé du circuit imprimé est relativement dense et il va de soi que pour cette réalisation, il est tout à fait exclu d'employer des méthodes comme l'encre ou encore bandes et pastilles collées directement sur le cuivre. En effet au vu de la finesse des traces et d'une mauvaise adhérence sur le support, il y aurait de fortes chances pour qu'à la gravure de nombreuses pistes aient disparu en plus des courts-circuits occasionnés aux endroits rapprochés.

Pour ce circuit imprimé, nous préconisons donc impérativement l'emploi de la méthode photographique. Le lecteur peu habitué à celle-ci pourra toujours se consoler de savoir que le circuit imprimé du transcodeur est un simple face, donc de fabrication aisée avec le film donné. Précisons enfin que le support doit être naturellement en verre

époxy, que les différents perçages se limitent à 0,8 ou 1 mm pour les composants et 3,5 mm pour les fixations et qu'enfin il est souhaitable d'étamer le cuivre avant soudage des composants.

IMPLANTATION DES COMPOSANTS

Le plan de câblage est donné à la figure (18). Vu le nombre de circuits intégrés, la densité du tracé et le mode simple face, il a été fait appel à de nombreux straps de liaisons. Ce sont eux que nous placerons en premier en prenant garde à bien les positionner et à n'en oublier aucun.

En second lieu il faut souder les deux diodes D1 et D2 et toutes les résistances. Puis l'on poursuivra le câblage par les supports de circuits intégrés en faisant bien attention au sens du repère, les condensateurs, pour terminer par le bornier secteur, le portefusible, le régulateur de tension et son petit radiateur et bien entendu le transformateur d'alimentation.

Enfin, il convient de mentionner que nous avons fait appel à des picots (cosses poignards) à souder pour tous les raccordements du circuit imprimé aux différents éléments de la face avant. Lors des essais, grâce à ce procédé on gagne un temps appréciable à ne pas ôter les fixations et le circuit au cas où des fils de connexions auraient été inversés.

Le câblage terminé, on vérifiera la bonne place et le bon sens de tous les composants avant de passer au stade suivant.

à suivre...

C. de Linange

Le stade suivant, nous l'aborderons dans notre prochain numéro où nous terminerons cette réalisation par les interconnexions et la mise en cofret.

Vu les dimensions importantes du circuit imprimé de cette étude, celui-ci n'est proposé qu'aux pages «Gravez-les vous-même» à la fin de la revue.

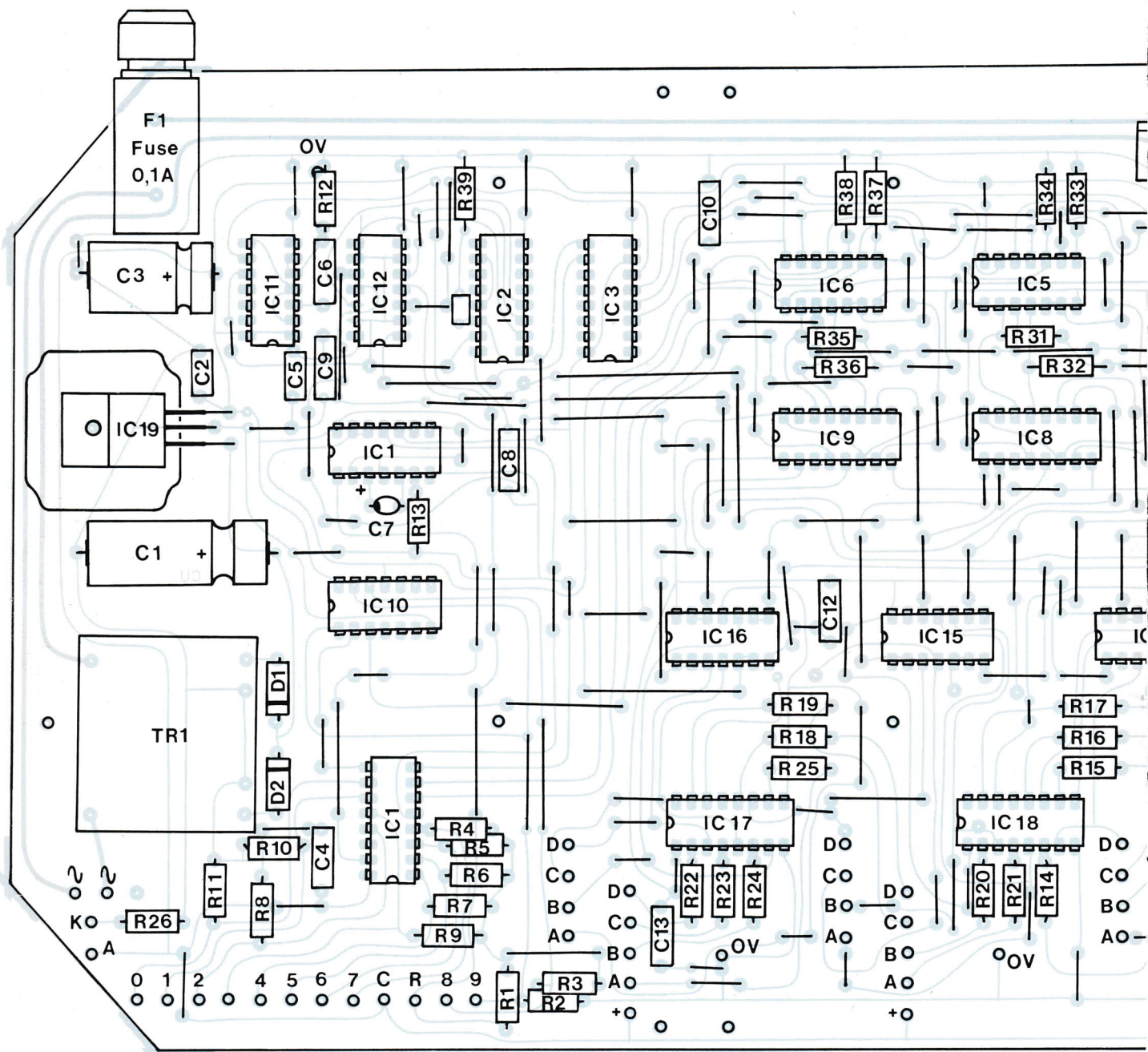


Fig. 18 : Plan de câblage. Vu le nombre important de circuits intégrés, il a été fait appel à de nombreux straps. Ce sont eux que nous placerons en premier sur le circuit imprimé.

LE CODE D'ENTREE

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

● Résistances

R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11 - 68 k Ω
 R12, R13 - 100 k Ω
 R14, R15, R16, R17, R18, R19, R20, R21, R22, R23, R24, R25, R26 - 560 Ω
 R27, R28, R29, R30, R31, R32, R33, R34, R35, R36, R37, R38 - 82 k Ω
 R39 - 100 Ω .

● Condensateurs

C1 - 1000 μ F/25 V
 C2, C4 - 0,1 μ F
 C3 - 100 μ F/16 V
 C5, C8, C9, C10, C11, C12, C13 - 10 nF
 C6 - 150 nF
 C7 - 1,5 μ F/Tantale
 C14 - 56 pF

● Semiconducteurs

IC1 - 4532
 IC2 - 4017
 IC3 - 4015
 IC4, IC5, IC6 - 4066
 IC7, IC8, IC9 - 4042
 IC10, IC11, IC12 - 4071
 IC13 - 4011
 IC14, IC15, IC16 - 4081
 IC17, IC18 - 4049
 IC19 - 7812
 D1, D2 - 1N 4007

● Divers

LED1, LED2, LED3, LED4 - LED $\varnothing$

5 mm verte

LED5, LED6, LED7, LED8 - LED $\varnothing$

5 mm jaune

LED9, LED10, LED11, LED12, LED13 - LED $\varnothing$ 5 mm rouge

CL1 - clavier décimal 10 touches + RAZ ou 11 poussoirs fugitifs (voir texte)

K1 - interrupteur miniature

TR1 - transformateur pour CI - 220 V/2 $\times$ 12 V/5 VA

10 supports CI 14 broches

8 supports CI 16 broches

1 radiateur pour TO 220

12 clips de LED $\varnothing$ 5 mm

1 bornier pour CI 2 plots

1 porte fusible pour CI

1 fusible cartouche verre 5 $\times$ 20 - 100 mA

4 douilles bananes isolées $\varnothing$ 5 mm, verte

4 douilles bananes isolées $\varnothing$ 5 mm, jaune

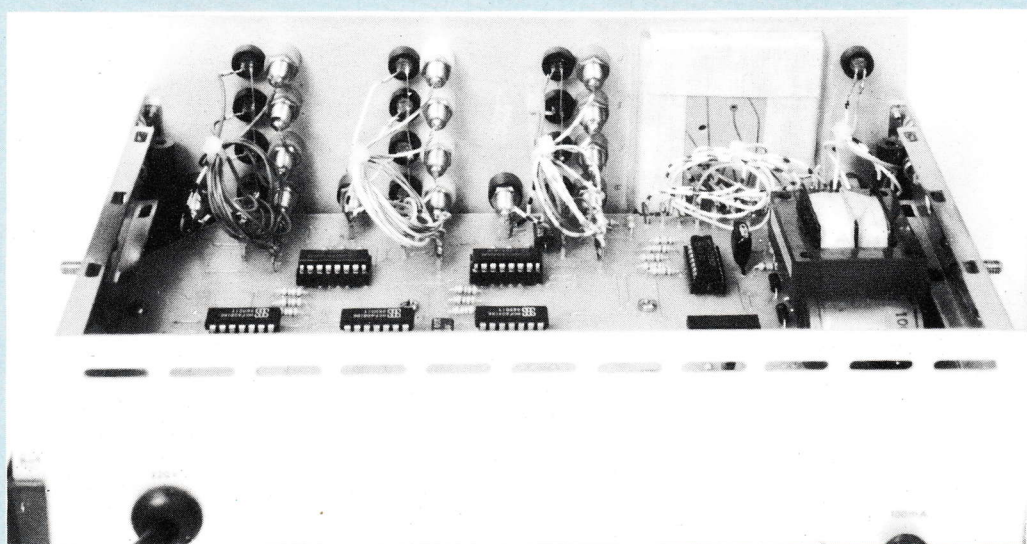
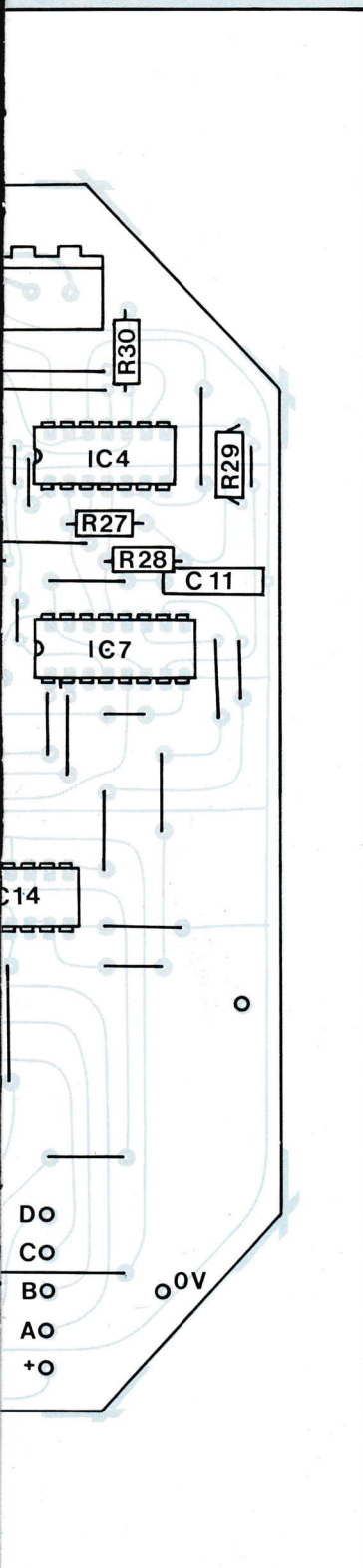
4 douilles bananes isolées $\varnothing$ 5 mm, rouge

1 douille banane non isolée : $\varnothing$ 5 mm

3 douilles bananes isolées $\varnothing$ 5 mm, noire

1 coffret RETEX type ELBOX RE-3

Cordon secteur, plat alu, visserie, fils, soudure....



ORGUE ELECTRONIQUE

5 OCTAVES (1^{ière} partie) version de base

Depuis leur arrivée sur le marché, les claviers électroniques ont subi une considérable évolution : les modèles analogiques ont rapidement laissé la place à leurs confrères numériques, d'un rapport qualité/prix plus intéressant, vu leurs possibilités. Cependant, la technologie numérique est plus délicate à maîtriser et à mettre en œuvre par un amateur. Voici donc la description d'un modèle analogique, très simple de conception, qui présente l'intérêt certain que ses notes sont indéréglables entre elles.

Nous étudierons dans un premier temps, un système de base assez simple à réaliser. La deuxième version, qui sera équipée d'un sustain nécessitera cependant un budget plus large.

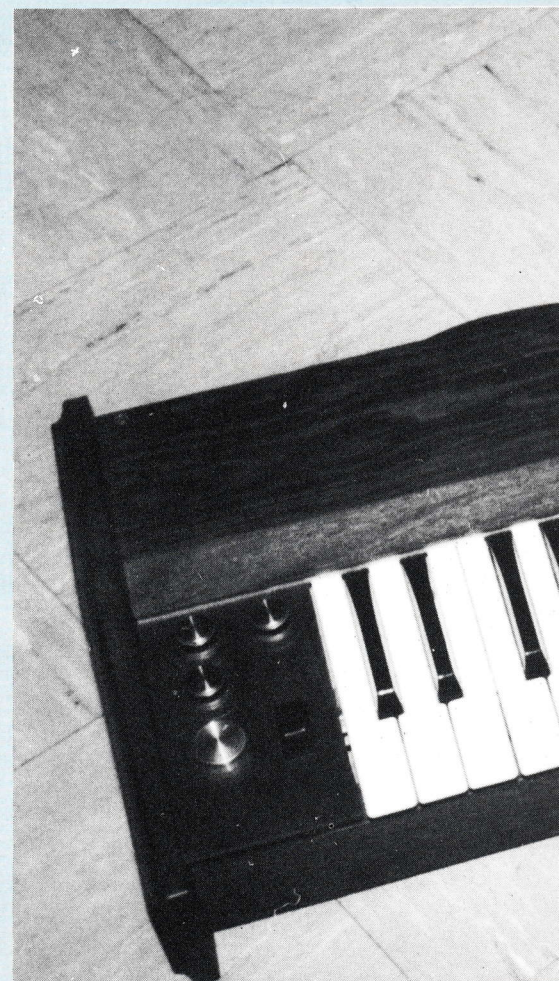
GENERATION DE NOTES

Examinons la figure 1 pour analyser le contenu d'un orgue électronique :

- Un bloc générateurs de notes produit les douze notes fondamentales à la fréquence la plus élevée.
- Les signaux obtenus sont ensuite dirigés vers un diviseur d'octaves, qui est chargé d'effectuer la séparation des octaves disponibles sur le clavier.
- Ce sont alors les contacts de touches du clavier qui font la liaison entre

le diviseur et les modules de sortie, composés de filtres et éventuellement d'effets spéciaux : toutes les notes sont donc générées en permanence, et c'est l'action de l'utilisateur sur les touches du clavier qui détermine si le signal passe ou ne passe pas.

- Un amplificateur, incorporé ou non, est chargé de fournir la puissance nécessaire à l'émission acoustique. Il y a quelques mois encore, il était possible de trouver chez certains revendeurs des circuits intégrés spécialisés genre SFF 5009 de Sescosem, MK 5024 P de Mostek ou AY-1-0212 de General Instruments qui, dotés d'une batterie de diviseurs internes, généraient douze signaux cohérents de façon précise et immuable, et ceci à partir d'une horloge externe uni-



que. Nous avons d'ailleurs expérimenté un tel montage avec le AY-1-0212 qui donnait toute satisfaction, malheureusement les quelques pièces encore disponibles dans le commerce ne nous autorisent pas à publier une telle réalisation.

Notre bloc générateur de notes sera donc confié à des composants beaucoup plus courants puisqu'il s'agit de NE 556 (doubles NE 555). Cette sage décision ne simplifie pas notre réalisation ainsi que les réglages à effectuer, mais des ruptures de stock ne sont pas à craindre.

CARACTERISTIQUES DU NE 556

Le NE 556 est un double monostable

ANOS PARTITIONS !



qui peut être utilisé en astable. La figure 2a représente le schéma de principe du NE 556 utilisé en oscillateur. Ce circuit comporte 5 parties :

- Un réseau $R_A/R_B/C$ dont dépendent les constantes de temps de charge et décharge de C.

- Un transistor qui détermine la charge ou la décharge ; commandé par une bascule R/S, il fonctionne en interrupteur.

- Une bascule R/S qui commande à T1 d'être bloqué ou saturé, suivant la réponse des comparateurs.

- Deux comparateurs Comp1 et Comp2 ; Comp1 donne le signal de fin de charge à la bascule, et Comp2 le signal de fin de décharge.

- Un réseau de résistances R identiques, qui déterminent les tensions de

seuil de $2V_{CC}/3$ pour Comp1 et $V_{CC}/3$ pour Comp2 (pour le basculement de la bascule R/S).

La bascule R/S a pour rôle de maintenir l'état volatile de la tension de sortie des comparateurs, ce qui permettra à C de couvrir une amplitude de charge de $V_{CC}/3$ régulièrement. Lorsque T1 est bloqué, C se charge au travers de $R_A + R_B$. La constante de temps de charge est égale à $k(R_A + R_B)C$, le coefficient k provient du fait que C est initialement chargé à $V_{CC}/3$, et n'atteindra au maximum que $2V_{CC}/3$. Lorsque T1 est saturé, R_A et R_B sont ramenées à la masse : la constante de temps de décharge est égale à $kR_B C$; on en déduit la période totale (fig. 2b) :

$$T_0 = t_1 + t_2 \Rightarrow T_0 = k(R_A + R_B)C + kR_B C = k(R_A + 2R_B)C$$

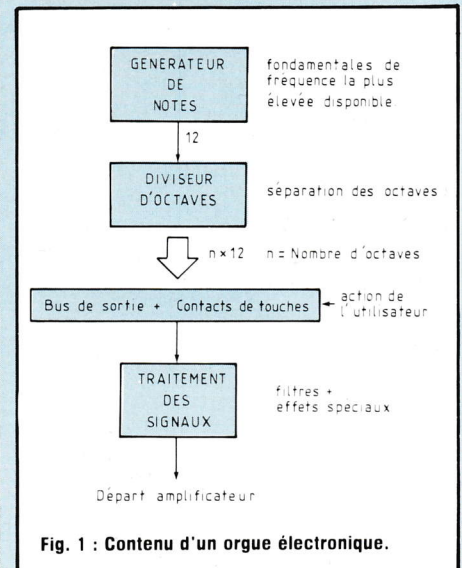


Fig. 1 : Contenu d'un orgue électronique.

par le calcul, on détermine que :

$$k = \ln 2 \approx 0,69 :$$

$$T_0 = \frac{1}{F_0} \Rightarrow F_0 = \frac{1}{0,69(R_A + 2R_B)C}$$

$$\text{et } T = \frac{R_B}{R_A + 2R_B}$$

avec T = rapport cyclique du signal de sortie.

Pour notre application, il faut que la forme du signal d'horloge soit la plus proche possible du signal carré, afin de produire une dent de scie en marches d'escalier convenable. Ceci

implique $T = 50\%$ ou $\frac{R_B}{R_A + 2R_B} \approx \frac{1}{2}$!

La seule solution serait que $R_A = 0$, ce qui est impossible car $T1$ saturé court-circuiterait l'alimentation : en pratique, il vaut mieux que R_A soit supérieure à $2\text{ k}\Omega$ pour éviter à $T1$ un courant I_{CE} trop élevé et on veillera, lors du calcul des composants, à garder T supérieur à 40% , valeur qui est acceptable. Le brochage du NE556 est donné figure 2c.

LE SCHEMA

Le schéma structurel est visible sur la figure 3. La tension de référence $2V_{CC}/3$ est disponible sur les broches 3 et 11 du circuit intégré. Afin de lui préserver une parfaite immunité aux impulsions parasites, on place un condensateur de filtrage de 10 nF sur ces deux broches. Vous remarquerez que la fréquence d'oscillation F_0 n'est pas dépendante de la tension d'alimentation, ce qui est un gage de stabilité supplémentaire.

Pour plus de sécurité (immunité aux bruits, stabilité), un régulateur est implanté sur la platine des oscillateurs et un condensateur de $22\text{ }\mu\text{F}$ est placé en fin de ligne (parasites de lignes...). R_B est constituée par une résistance fixe de forte valeur en série avec un potentiomètre multitours de bonne qualité, de résistance plus faible (dans un rapport de 4). Le respect de ces conditions garantit une bonne stabilité à long terme.

Les bornes 4 et 10 de remise à zéro, inutilisées, sont reliées au $+V_{CC}$. On retrouve sur le schéma IC2, qui permet l'addition des notes issues du bus

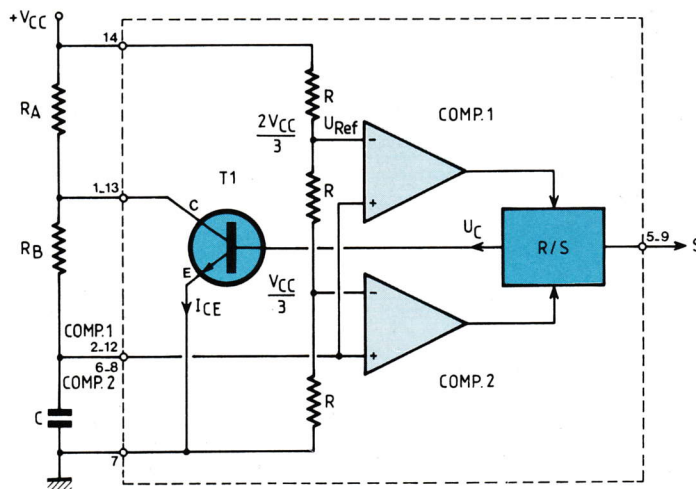


Fig. 2a : Utilisation du NE 556 utilisé en oscillateur.

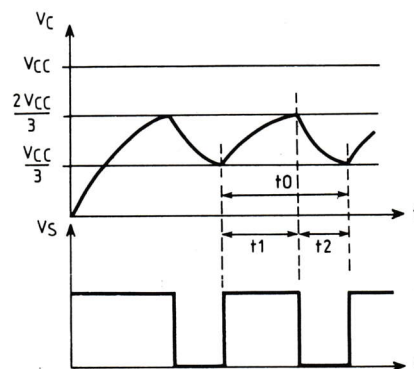


Fig. 2b : Diagramme de $V_c = f(t)$.

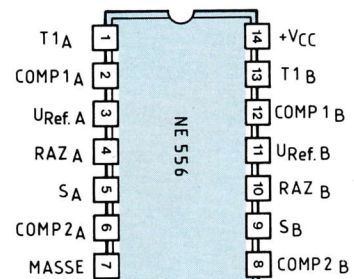


Fig. 2c : Brochage du NE 556.

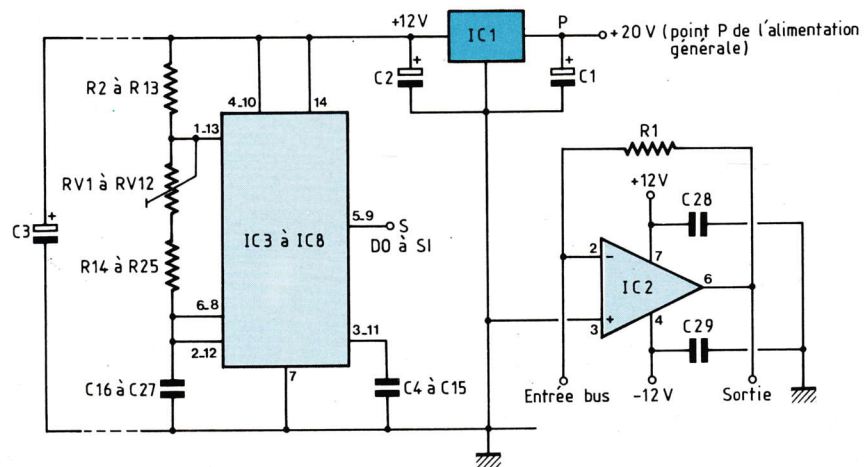


Fig. 3 : Schéma structurel.

ANOS PARTITIONS!

Notes	Fréquence haute	Valeur des composants		Valeurs limites de f_0 ($F_{\min}/F_{\max}/\text{Excursion}$)		Rapport cyclique (Minimum)
Do	4 184Hz	$R_A = 2,2k\Omega$ $R_B = 22k\Omega$	$C = 6,8nF$ $R = 4,7k\Omega$	$F_{\min} : 3,8kHz$ $F_{\max} : 4,6kHz$	800Hz	48 %
Do #	4 435Hz	$R_A = 6,8k\Omega$ $R_B = 18k\Omega$	$C = 6,8nF$ $R_V = 4,7k\Omega$	$F_{\min} : 4,06kHz$ $F_{\max} : 4,96kHz$	900Hz	42 %
Ré	4 695Hz	$R_A = 4,7k\Omega$ $R_B = 18k\Omega$	$C = 6,8nF$ $R_V = 4,7k\Omega$	$F_{\min} : 4,23kHz$ $F_{\max} : 5,21kHz$	1000Hz	44 %
Ré #	4 975Hz	$R_A = 2,2k\Omega$ $R_B = 22k\Omega$	$C = 5,6nF$ $R_V = 4,7k\Omega$	$F_{\min} : 4,64kHz$ $F_{\max} : 5,57kHz$	930Hz	48 %
Mi	5 277Hz	$R_A = 10k\Omega$ $R_B = 22k\Omega$	$C = 4,7nF$ $R_V = 4,7k\Omega$	$F_{\min} : 4,84kHz$ $F_{max} : 5,68kHz$	840Hz	41 %
Fa	5 587Hz	$R_A = 6,8k\Omega$ $R_B = 22k\Omega$	$C = 4,7nF$ $R_V = 4,7k\Omega$	$F_{\min} : 5,1kHz$ $F_{\max} : 6,0kHz$	900Hz	43 %
Fa #	5 917Hz	$R_A = 4,7k\Omega$ $R_B = 22k\Omega$	$C = 4,7nF$ $R_V = 4,7k\Omega$	$F_{\min} : 5,3kHz$ $F_{\max} : 6,3kHz$	1000Hz	45 %
Sol	6 270Hz	$R_A = 2,2k\Omega$ $R_B = 22k\Omega$	$C = 4,7nF$ $R_V = 3,3k\Omega$	$F_{\min} : 5,82kHz$ $F_{\max} : 6,65kHz$	830Hz	48 %
Sol #	6 644Hz	$R_A = 6,8k\Omega$ $R_B = 18k\Omega$	$C = 4,7nF$ $R_V = 3,3k\Omega$	$F_{\min} : 6,2kHz$ $F_{\max} : 7,2kHz$	1000Hz	42 %
La	7 040Hz (% $2^4 = 440Hz$)	$R_A = 4,7k\Omega$ $R_B = 18k\Omega$	$C = 4,7nF$ $R_V = 3,3k\Omega$	$F_{\min} : 6,5kHz$ $F_{\max} : 7,54kHz$	1040Hz	44 %
La #	7 462Hz	$R_A = 2,2k\Omega$ $R_B = 18k\Omega$	$C = 4,7nF$ $R_V = 3,3k\Omega$	$F_{\min} : 6,8kHz$ $F_{\max} : 8kHz$	1200Hz	47 %
Si	7 905Hz	$R_A = 8,2k\Omega$ $R_B = 18k\Omega$	$C = 3,9nF$ $R_V = 3,3k\Omega$	$F_{\min} : 7,28kHz$ $F_{\max} : 8,3kHz$	1020Hz	41 %

Tableau I : Fréquence des notes - Calcul des composants - Plage de variation de f_0 .

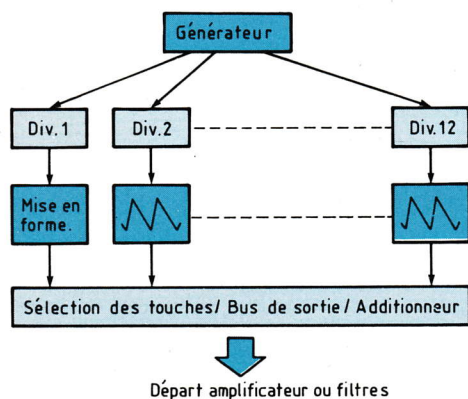
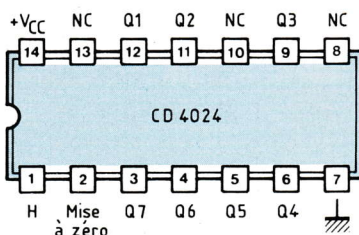


Fig. 4 : Schéma fonctionnel de la version de base.

Fig. 5 : Brochage du compteur binaire 7 étages.



de sortie de la première version (sans sustain). Ce circuit est inutile pour la version possédant le sustain.

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE LA VERSION DE BASE

Le montage considéré peut se décomposer en quatre parties (figure 4) :

- le générateur de notes (12 notes)
- les diviseurs d'octaves
- les circuits de mise en forme « en dent de scie »
- le circuit de sélection des notes, associé au mélangeur-additionneur de sortie.

Il ne comporte donc pas de filtres de sortie et d'effets spéciaux, qui pourront être ajoutés par la suite.

Le générateur de notes ayant été parcouru, examinons le diviseur d'octaves : il faut savoir que pour passer d'une octave à l'octave immédiatement inférieure, il suffit de diviser la fréquence du signal par deux.

En conséquence, si la fréquence du D0 de rang n est de 4432 Hz (valeur réelle), le D0 de rang $(n-1)$ aura pour fréquence 2216 Hz et le D0 $(n-2)$ 1108 Hz.

En électronique, on sait effectuer la division par deux d'un signal rectangulaire, à l'aide d'une bascule bistable par exemple. Il existe des circuits spécialisés dans ce domaine : le CD 4024 est parfaitement indiqué puisqu'il comporte sept diviseurs en cascade ; les étages supplémentaires nous seront bien utiles, mais nous en reparlerons plus loin (voir brochage figure 5). Il en faudra évidemment douze exemplaires pour balayer l'ensemble des demi-tons qui composent la gamme.

INTERET D'UN CIRCUIT DE MISE EN FORME

Ce circuit modifie le signal carré issu des diviseurs afin d'obtenir une dent de scie en marches d'escalier.

Effectivement, nous pourrions parfaitement nous en passer, car le signal rectangulaire symétrique procure un son « doux et feutré » qui n'est pas

désagréable à l'oreille. Cependant, c'est un signal qui ne comporte que des harmoniques impairs ; c'est-à-dire qu'il est composé d'une somme de sinusoides de fréquence f tel que :

$$f = (2n + 1) F \quad (\text{figure 6a})$$

avec F = fréquence du signal carré et $n \in [0, +\infty]$, (ce qui donne $f, 3f, 5f, 7f, \dots$). On va donc lui adjoindre les fréquences du type $f = (2n + 2) F$, soient $2f, 4f, 6f, \dots$ par addition avec les signaux carrés des deux octaves supérieures (figure 6b).

D'autre part, la dent de scie se rapproche du son naturel de l'orgue, que l'on va « fabriquer » à l'aide du montage de la figure 6c : le signal en marches d'escalier obtenu approche raisonnablement la dent de scie (figure 6d). L'amplificateur opérationnel, monté en additionneur-inverseur, apporte un déphasage de π qui ne nous gêne aucunement ; il effectue en plus le mélange des notes rassemblées sur le bus de sortie (figure 7).

LA REALISATION PRATIQUE

Afin de simplifier le câblage et la mise au point, l'ensemble a été réalisé sur deux modèles de circuit imprimé :

- la platine oscillateur regroupant les 12 générateurs de notes et l'amplimélangeur confié à un TL 081 (figures 8a et 8b).

- la platine de diviseurs d'octave et générateurs de rampes, à réaliser en douze exemplaires (figures 9a et 9b). Ces deux groupes de circuits sont délimités par les lignes discontinues de la figure 7. Leur réalisation en époxy simple face ne présente aucune difficulté majeure. Remarquez qu'il existe douze straps sur la carte des générateurs : on veillera à ne pas les oublier.

Cette platine devra avantageusement être implantée derrière le clavier, avec les vis de réglage des potentiomètres vers l'arrière du boîtier. Si vous estimez trop élevé le prix de revient des potentiomètres multitours, il a été prévu sur le circuit imprimé l'implantation de résistances ajustables « grand modèle », à positionnement vertical.

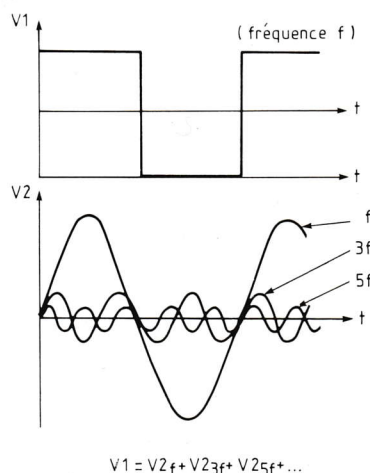


Fig. 6a : Décomposition du carré en somme de sinusoides.

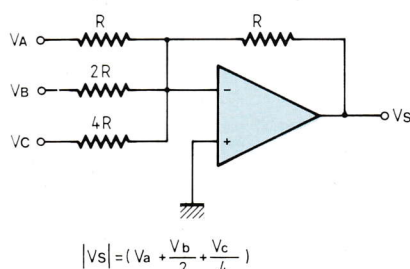


Fig. 6c : Addition de signaux.

1. Signal carré de base : $F, 3F, 5F, \dots$
 2. Signal de fréq. double : $2 \times F, 2 \times 3 F, 2 \times 5 F, \dots$
soit : $2 F, 6 F, 10 F$
 3. Signal de fréq. Quadr. : $4 \times F, 4 \times 3 F, 4 \times 5 F, \dots$
soit : $4 F, 12 F, 20 F, \dots$
- $$1 + 2 + 3 = F + 3 F + 5 F + 6 F + 10 F + 4 F, \dots$$
- $$= F + 2 F + 3 F + 4 F + 5 F + 6 F + \dots$$

Par addition, on enrichit le signal carré d'harmoniques paires :
... et le tour est joué !

Fig. 6b : Obtention des harmoniques.

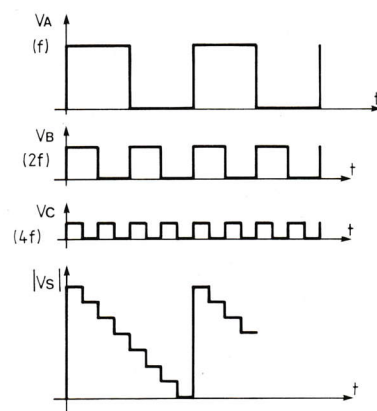


Fig. 6d : Production d'un signal en marches d'escalier.

Pour le réglage des oscillateurs, l'idéal est le fréquencemètre. Les fréquences correspondant aux sorties sont indiquées dans le tableau I. Sinon, il est possible de procéder aux réglages par comparaison avec un autre instrument.

Les condensateurs C16 et C27 doivent être des condensateurs de très bonne qualité.

L'ALIMENTATION

Avant de vous lancer dans la réalisation des modules précédents, il faut vous munir de l'alimentation de la figure 10 ; elle vous permettra d'effectuer les premiers essais dans de bonnes conditions.

De conception classique, elle ne pré-

sente elle non plus aucune difficulté. La régulation des $+12 V$ et $-12 V$ est confiée à des régulateurs intégrés de la gamme 78XX, qui fournissent un courant maximal de 1 ampère chacun. En fait, seul le 7812 sera largement sollicité, car c'est lui qui alimente les douze platines des diviseurs : il sera donc prudent de le doter d'un radiateur. L'implantation et le tracé des pistes sont donnés figures 11a et 11b. Le circuit sera placé le plus près possible du transformateur, afin de limiter les longueurs de câble véhiculant la fréquence du secteur : il en va de même pour le fusible et l'interrupteur M/A. Les points P et N seront utilisés ultérieurement (avec la deuxième version).

ANOS PARTITIONS!

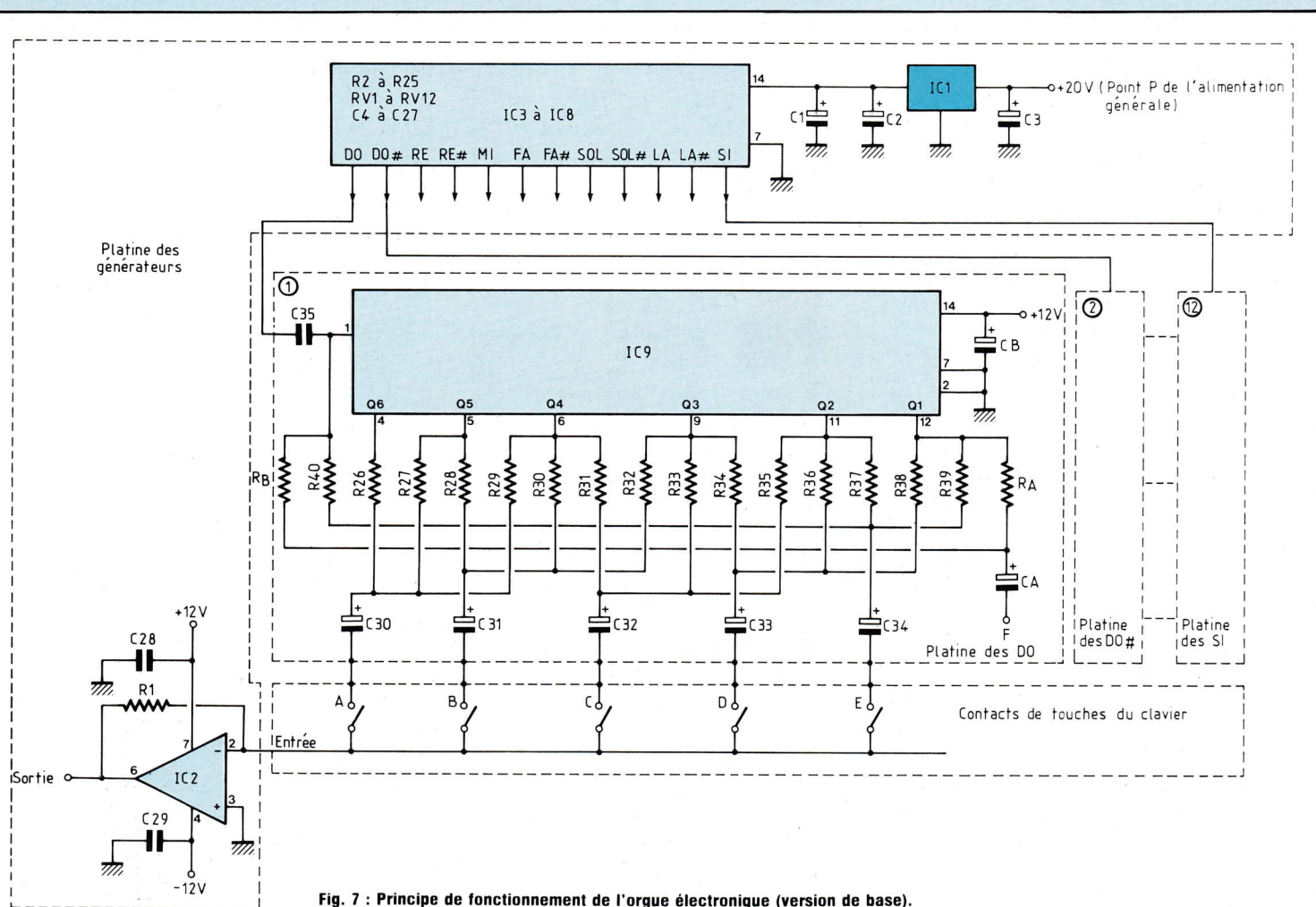


Fig. 7 : Principe de fonctionnement de l'orgue électronique (version de base).

ESSAIS ET MISES AU POINT

L'ordre d'exécution des différents circuits est le suivant :

- l'alimentation
- la platine des oscillateurs
- les diviseurs d'octave.

Il faut s'assurer que l'alimentation délivre bien les + 12 V et - 12 V requis.

Si vous êtes l'heureux possesseur d'un fréquencesmètre, le réglage des douze oscillateurs (voir tableau) sera plus facile et plus précis.

Ces conditions remplies, on câble l'un après l'autre chacun des douze diviseurs, la vérification du fonctionnement pouvant s'effectuer «à l'oreille».

Remarque : notre réalisation peut parfaitement se concevoir sans oscillos-

cope, car les réglages peu nombreux ne nécessitent qu'un contrôleur et un peu d'oreille. Cependant, le dépistage d'éventuelles erreurs de montage sera plus aisé avec cet appareil. Pour pouvoir visualiser le signal en marches d'escalier, il faut connecter les sorties correspondantes sur l'amplificateur IC2, et prélever le signal sur sa sortie.

UN MOT SUR LE CLAVIER

Notre réalisation est prévue pour un clavier de 5 octaves (valeur qui peut être diminuée à trois ou quatre), ce qui correspond à 60 notes : cependant, la plupart de ceux que l'on trouve dans le commerce possèdent 61 touches. C'est le cas des claviers de Magnétic France ou Kimber Allen. Si on veut

conserver cette possibilité, très avantageuse en ce qui concerne les possibilités de jeu, un emplacement a été prévu sur le circuit des diviseurs d'octave : il faut ajouter les composants R_A , R_B et C_A sur la platine des DO, le signal étant prélevé sur la sortie «F». Les deux claviers cités conviennent parfaitement, et ont tous les deux été testé : le clavier Kimber Allen possède des contacts or, de meilleure qualité mais assez fragiles. Celui de Magnétic France, plus modeste, est plus facile à mettre en œuvre.

Il faut s'attendre à ce qu'il représente la majorité des frais à engager : il peut également être intéressant de récupérer un ancien orgue en panne ou à bas prix.

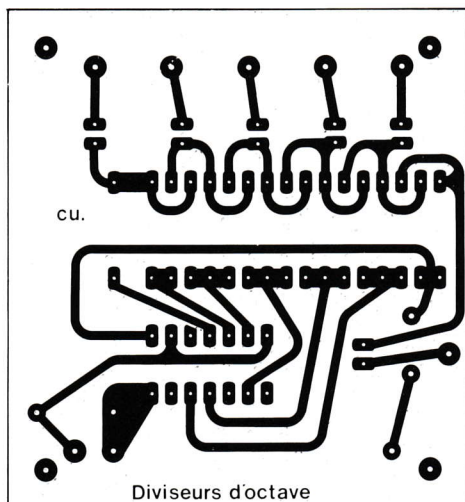


Fig. 9a

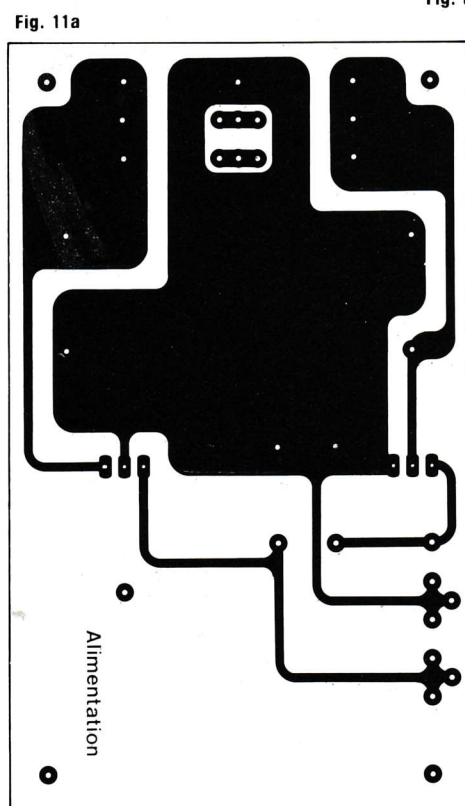


Fig. 11a

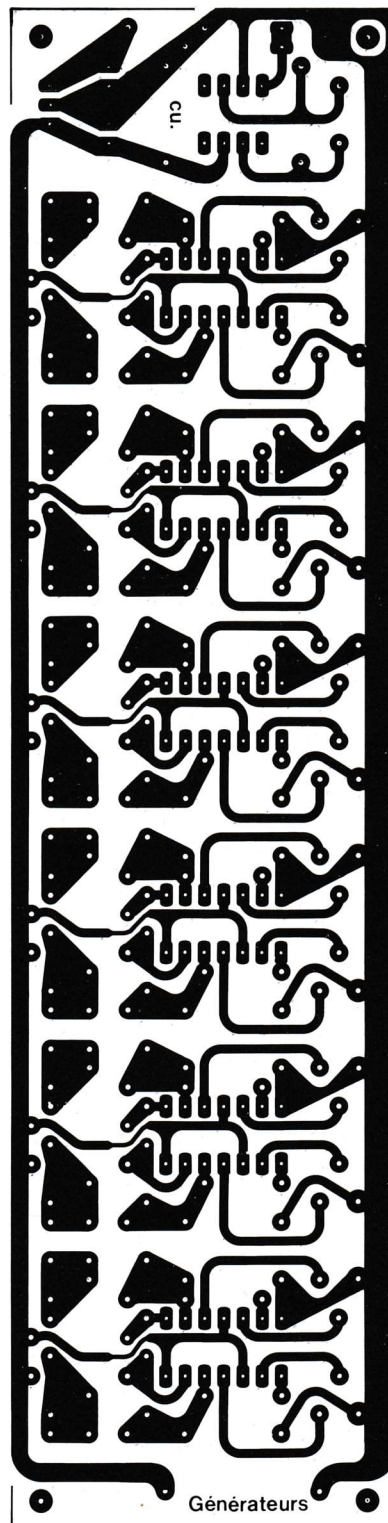


Fig. 8a

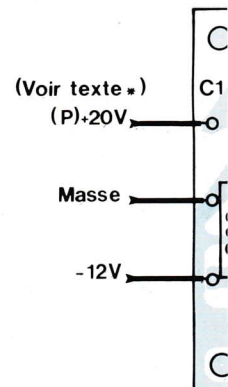
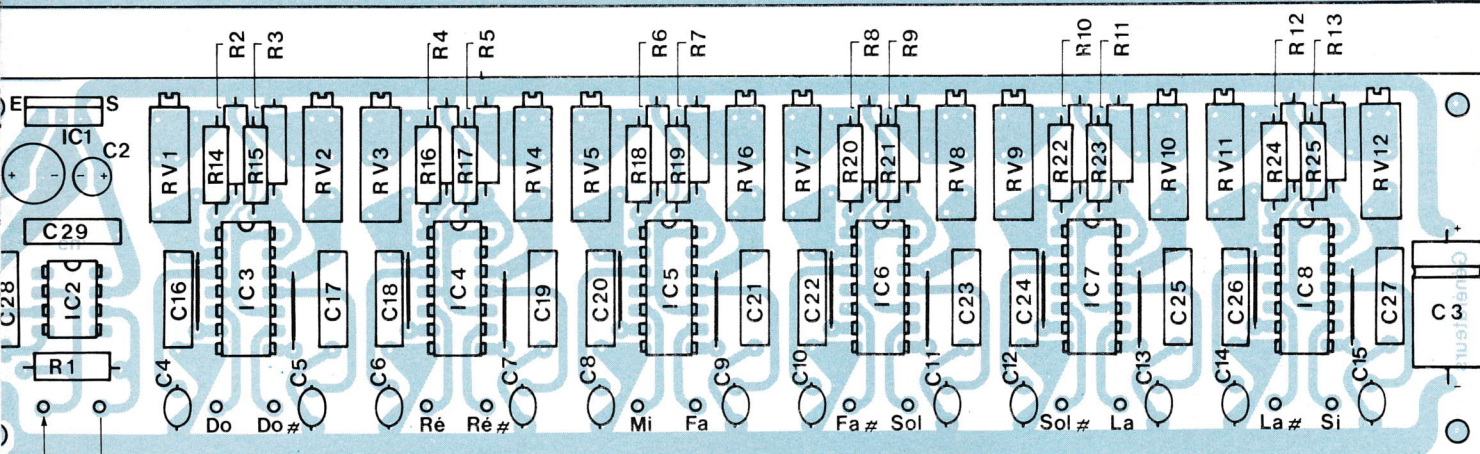


Fig. 9
plaine

AVOS PARTITIONS!



Entrée (Bus)
Sortie (Filtres)

Fig. 8b : Implantation des composants de la platine des 12 générateurs de notes. Pour plus de précision, il est préférable d'utiliser des ajustables multitours. Ne pas oublier de câbler les 12 straps. Cette carte possède son propre régulateur de tension +12 V.

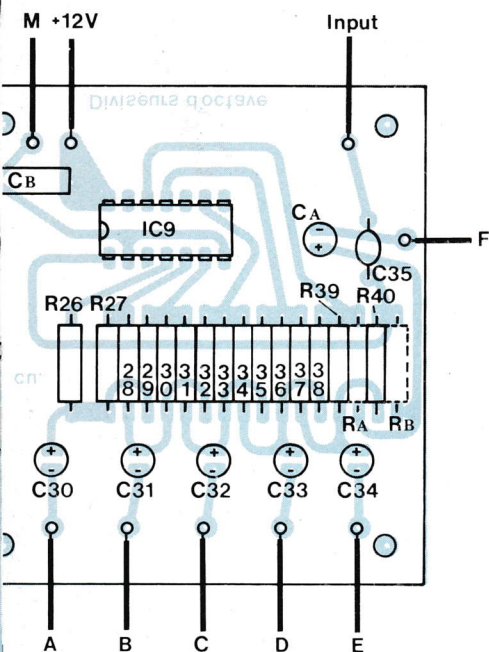


Fig. 8c : Carte diviseurs d'octave à réaliser en 12 exemplaires (pour un clavier 5 octaves).

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

GENERATEURS DE NOTES

● Résistances 1/4 W 2 % ou 5 %

R1 - 56 kΩ
R2, R5, R9, R12 - 2,2 kΩ
R3 - 6,8 kΩ
R4, R8, R11 - 4,7 kΩ
R6 - 10 kΩ
R7, R10 - 6,8 kΩ
R13 - 8,2 kΩ
R14 - 22 kΩ
R15, R16, R22, R23, R24, R25 - 18 kΩ
R17, R18, R19, R20, R21 - 22 kΩ

● Condensateurs

C1 - 22 μF/25 V (radial)
C2 - 2,2 μF/25 V (radial)
C3 - 22 μF/25 V (axial)
C4 à C15 - 10 nF (plastiques ou mica)
C16, C17, C18 - 6,8 nF
C19 - 5,6 nF
C20, C21, C22, C23, C24, C25, C26 - 4,7 nF
C27 - 3,9 nF
C28, C29 - 100 nF

● Semiconducteurs

IC1 - régulateur 7812 (positif)
IC2 - TL081
IC3 à IC8 - NE555

● Potentiomètres 15 tours (Beckman)

RV1 à RV7 - 4,7 kΩ
RV8 à RV12 - 3,3 kΩ

PLATINE DES DIVISEURS

(à prévoir en 12 exemplaires)

● Résistances ± 5 % 1/4 W

R26, R28, R31, R34, R37 - 56 kΩ
R27, R30, R33, R36, R39 - 120 kΩ
R29, R32, R35, R38, R40 - 220 kΩ
R_A - 56 kΩ
R_B - 120 kΩ

● Condensateurs

C35 - 100 nF
C30 à C34 - 2,2 μF/16 V (connexions radiales)
C_A - 2,2 μF/16 V
C_B - 100 nF

● Semiconducteurs

IC9 - CD 4024 + support 14 br.

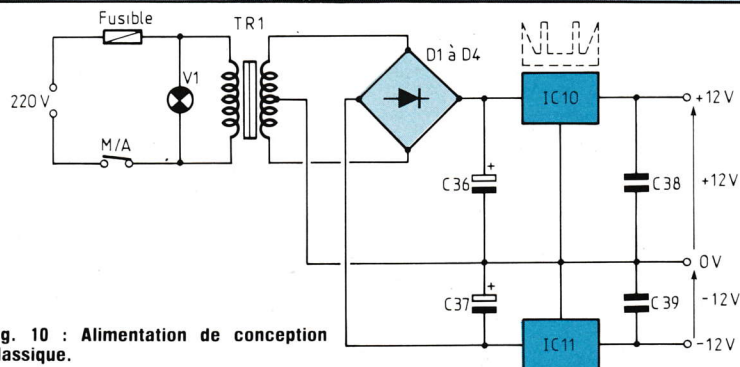


Fig. 10 : Alimentation de conception classique.

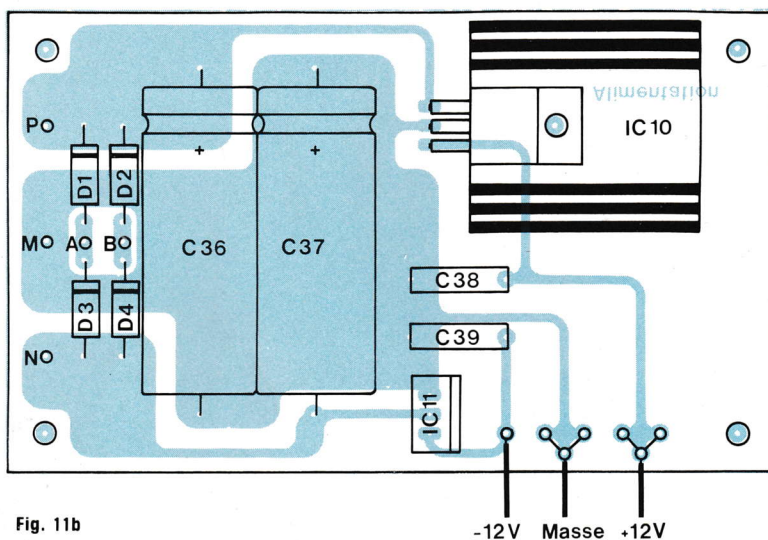


Fig. 11b

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

ALIMENTATION

● Condensateurs

C36 - 2 200 μ F/25 V

C37 - 1 000 μ F/25 V

C38 - 220 nF

C39 - 220 nF

● Semiconducteurs

IC10 - régulateur positif 7812

IC11 - régulateur négatif 7912

D1 à D4 - 1N 4001

Radiateur pour 7812

DIVERS

Clavier 5 octaves avec contacts simples (1 R/T)

Tr1 - transformateur 220 V avec voyant incorporé

Fus - fusible + socle fusible à visser sur châssis

Cordon secteur

Passe-fil $\varnothing$ 10 mm

Potentiomètre 47 k Ω /B (réglage volume)

Jack mono 6,35 mm



INTERCONNEXION DES MODULES

Le plan de câblage de la figure 12 indique la configuration à adopter pour les différents circuits. Les diviseurs seront avantageusement implantés sous le clavier, ce qui permettra d'obtenir un câblage court entre ces derniers et les interrupteurs des touches (on dégage ainsi un espace libre derrière le clavier, pour y adjoindre filtres et effets spéciaux).

Les liaisons entre l'alimentation et les circuits seront effectuées en «Etoile» de préférence, afin d'éviter toute perturbation (figure 13a).

Cela signifie que chaque module sera alimenté par un réseau individuel : il peut être judicieux de fixer une barrette à cosses sur le châssis, d'où par-

ANOS PARTITIONS!

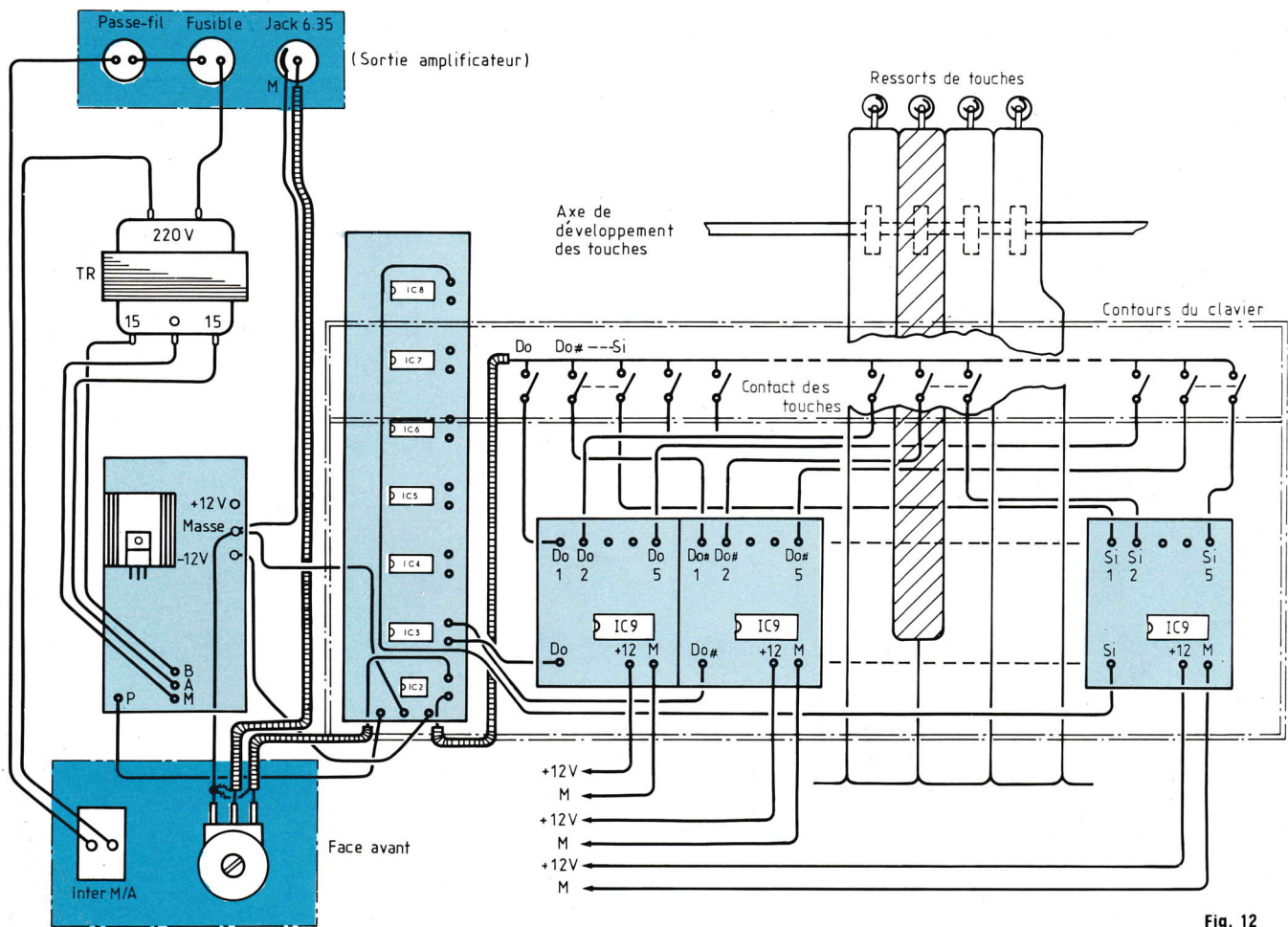


Fig. 12

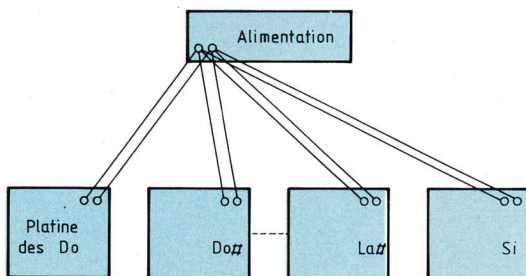


Fig. 13a : Principe du câblage en étoile.

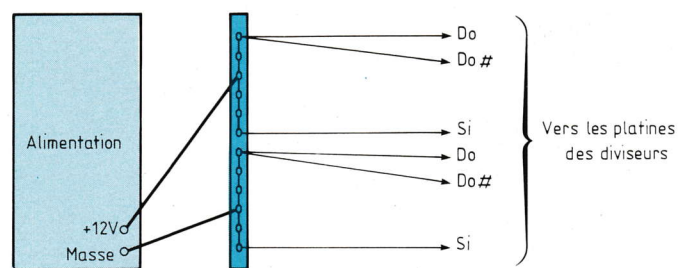


Fig. 13b : Utilisation de barettes à cosses pour faciliter le câblage.

tiront toutes les connexions (figure 13b).

Le double trait discontinu, sur le plan de câblage, représente la surface occupée par le clavier. La fixation des circuits imprimés se fera de préférence à l'aide de deux réglettes rainurées, ce qui limitera les points de fixa-

tion sur le châssis (voir photo).

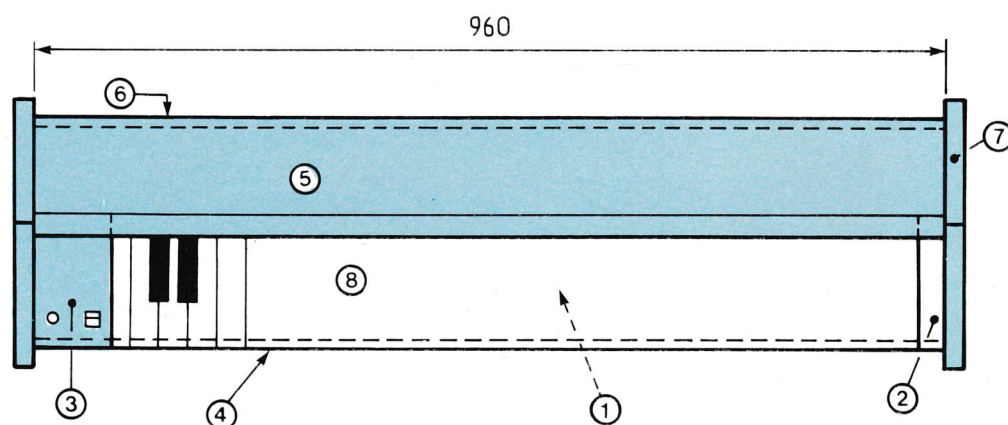
MISE EN COFFRET

Le plan sommaire du boîtier est donné figure 14. Il sera réalisé en contre-plaqué, puis recouvert d'un revêtement à votre convenance (laque, skai, plaquage bois...). Le prototype a, quant

à lui, été réalisé en chêne massif chantourné et teinté (cf. photo d'ensemble).

Le plan de coupe de la figure 14b permet de se faire une idée de la position des divers éléments constituant le boîtier.

Le panneau supérieur (dessus) sera



Vue d'ensemble

1. Dessous (panneau support du clavier)
2. Tasseau de finition
3. «Face avant» (Inter, voyant, volume...)
4. Panneau frontal (camouflage clavier)
5. Dessus avec chanfrein de finitions
6. Panneau arrière
7. 2× côtés avec chanfrein extérieur
8. Clavier 5 octaves
9. Face arrière (Fus, jack...)

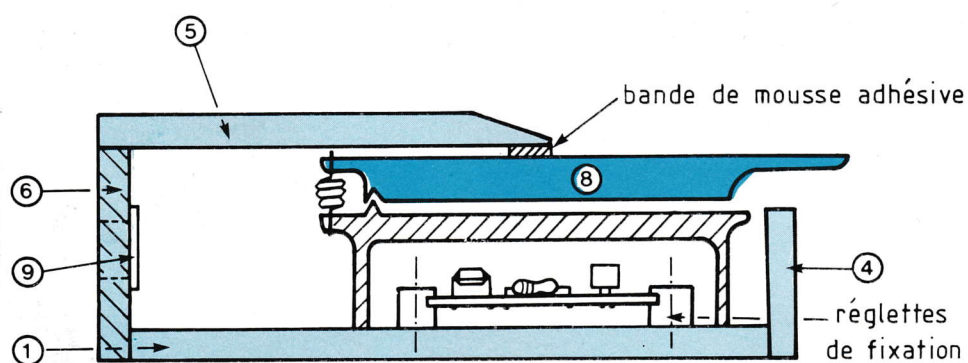
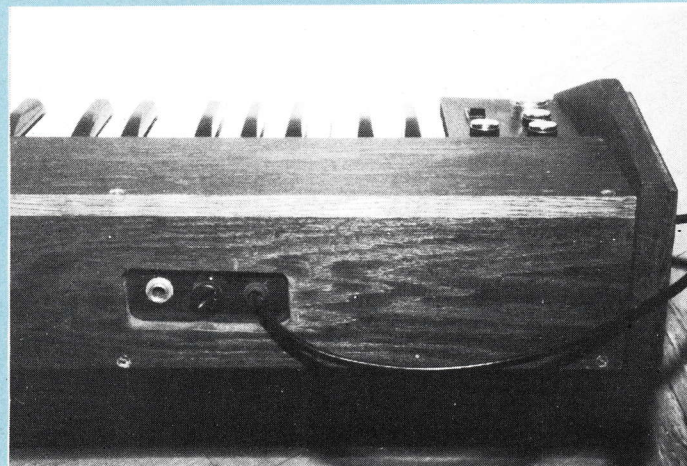
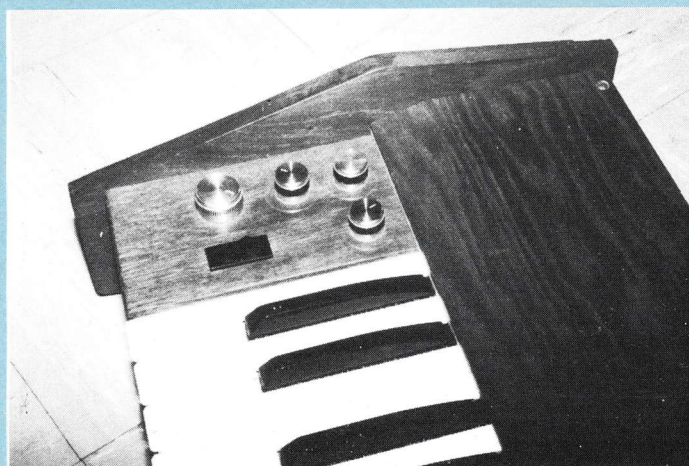


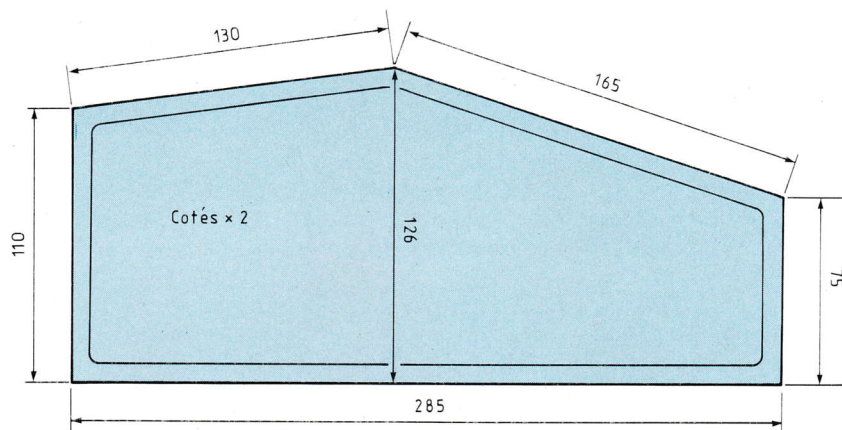
Fig. 14b : Coupe de profil.



AVOS PARTITIONS!

Epaiss. Dimensions des éléments :

10 mm	960 × 225
(suivant clavier)	(face visible) : 165 × 25 (135 × 25)
Alu 1 mm	(face visible) : 165 × 80 (135 × 80)
10 mm	960 × 55
10 mm	960 × 125
10 mm	960 × 80
20 mm	285 × 120 (voir ci-dessus le schéma)
—	
Alu 1 mm	40 × 100



Dimensions hors tout : 285 × 1 000 × 120 (l × L × h).

revêtu sous le bord chanfreiné d'une bande de mousse afin de protéger les circuits de la poussière, et d'amortir le choc des touches lorsqu'elles sont

relâchées. Les boutons visibles sur la face avant du modèle présenté proviennent d'un trémolo et d'un réglage d'accord : leur

description sera abordée ultérieurement avec la deuxième version.

Bernard Dalstein

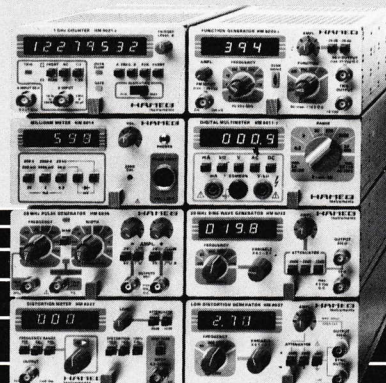


HAMEG Instruments

Oscilloscope + Système Modulaire 8000 = poste de mesure complet

La gamme des oscilloscopes HAMEG est complétée par un nombre grandissant de modules de mesure et générateurs enfichables dans un appareil de base avec alimentation.

2 ans
de garantie



Développé et fabriqué
en FRANCE

Consultez

HAMEG S.a.r.l.

5-9 avenue de la République · 94800 VILLEJUIF

Tél. (1) 46.77.81.51 · Télex: 270750

GENERATEUR DE FONCTIONS AF 2000

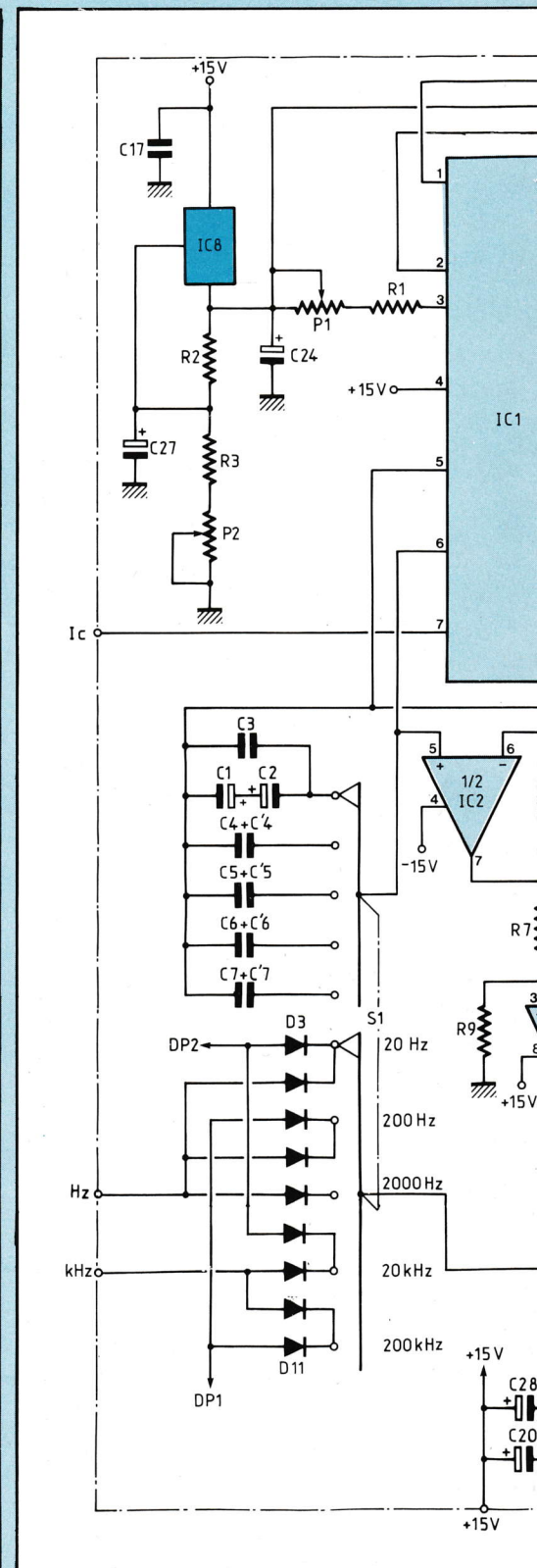


Soucieux de l'amélioration constante de leurs produits, les Ets E.L.E.N. présentent une nouvelle carte pour le générateur de fonctions AF 2000 dont la description a été publiée dans les numéros 26, 27 et 28 de Led. Cette nouvelle carte GENAF 2102 remplace la carte GENAF 2100 qui équipait la première version de cet appareil. Elle regroupe les fonctions suivantes : génération des signaux, commutation des gammes, sélection de la forme, des salves et de la mesure, atténuation en sortie et conversion AC/DC pour la mesure d'amplitude.

Le générateur AF 2000 est un générateur de fonctions (sinusoidale, triangulaire ou carrée) de précision à affichage numérique de la fréquence et de l'amplitude du signal délivré. La gamme de fréquences couverte s'étend de moins de 2 Hz à 200 kHz en fonctionnement normal (moins de 0,2 Hz en mode wobulation). La gamme d'amplitude couverte

s'étend de 50 μ V eff à 6 V eff en sinusoidal. Une entrée wobulation permet de balayer en fréquence sur 3 décades. Cet appareil fonctionne également en mode «salves», en sinus et en triangle.

Il est constitué de deux autres cartes : une carte alimentation AL 203 qui fournit du +15 V, du -15 V et du 5 V flottant et une carte GENAF 2201 qui regroupe les fonctions suivantes :



LA NOUVELLE CARTE POUR L'AF 2000

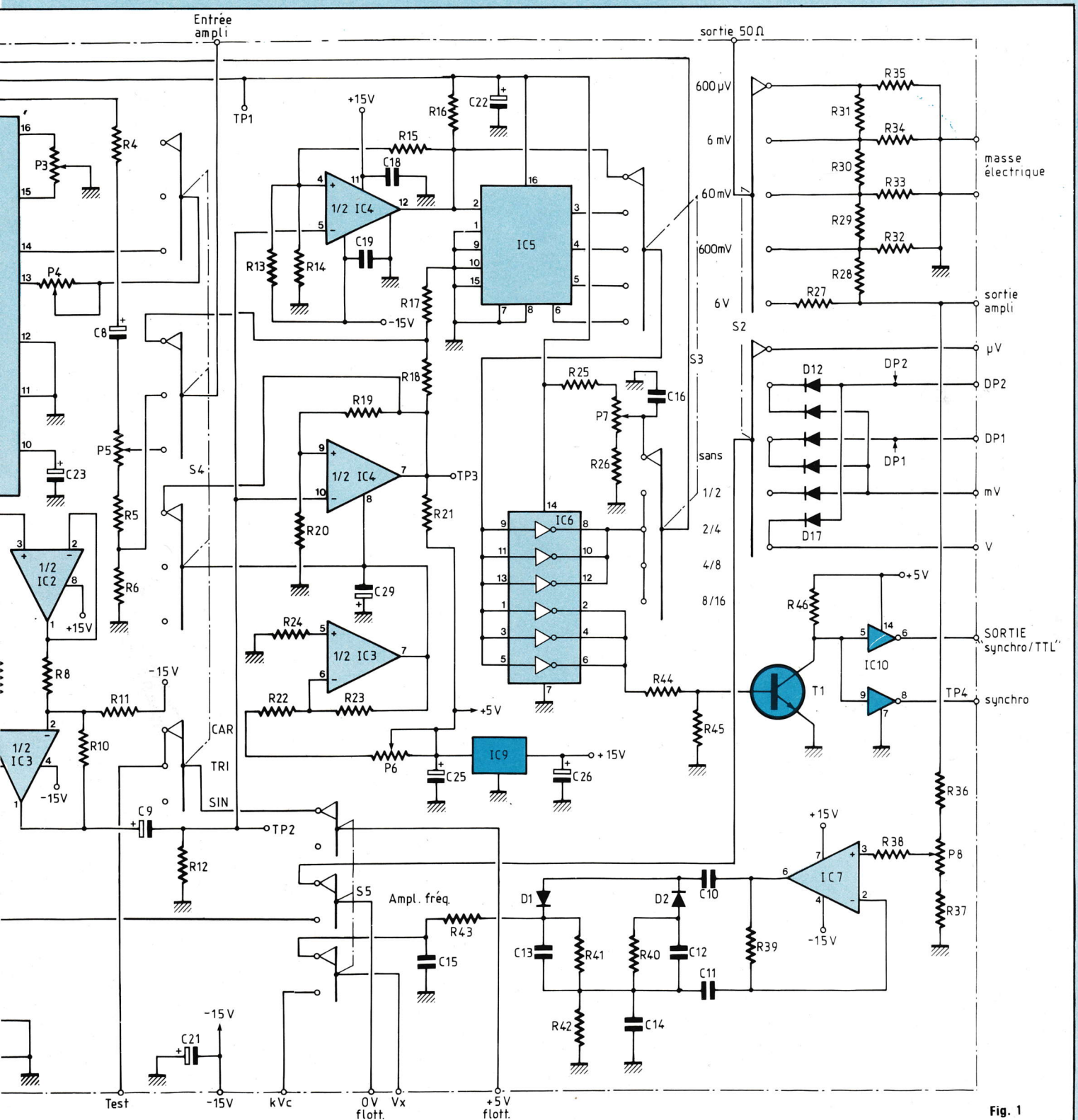


Fig. 1

génération de la tension V_C et du courant I_C de contrôle du VCO (avec réglage gros et fin de la fréquence), amplificateur de sortie rapide (avec réglage gros et fin de l'amplitude) et circuit de mesure avec convertisseur A/D 2000 points et affichage des unités de mesure.

SCHEMA ELECTRIQUE DE LA NOUVELLE CARTE

Le schéma électrique de la carte GENAF 2102 est visible en figure 1. Tout a été mis en œuvre pour tirer le maximum du circuit intégré principal : le XR 2206 (IC1). Les qualités du signal délivré par ce circuit ne sont plus à démontrer. Cependant, pour faire encore mieux sur toutes les formes d'ondes, et en mode salves, nous ne nous sommes pas servi du signal carré délivré par ce circuit : la broche 11 a été reliée à la masse. Nous avons recréé un signal carré à partir de la tension disponible sur le condensateur du VCO incorporé dans IC1 (entre les broches 5 et 6). Pour ce faire, cette tension a été appliquée à l'entrée d'un amplificateur différentiel composé des amplis op IC1 et 1/2 IC3.

La tension triangulaire résultante (disponible en TP2) est envoyée sur deux comparateurs rapides contenus dans IC4 (un LM 319). Il en sort deux signaux carrés de haute qualité : l'un servant à attaquer l'entrée horloge du diviseur de fréquence IC5 pour le fonctionnement en salves, et l'autre servant à fournir le signal carré de sortie du générateur. Pour ce dernier signal, on peut contrôler parfaitement le niveau bas à l'aide du potentiomètre P6, ce qui permet d'obtenir une composante continue vraiment nulle. A ce niveau, le temps de montée ne vaut que 70 ns et le temps de descente 30 ns.

Pour mieux comprendre le fonctionnement de cette partie de la carte, on pourra se reporter au diagramme de la figure 2. Le signal de sortie de la carte (disponible en «entrée ampli») possède la même amplitude crête à crête quelle que soit la forme d'onde sélectionnée (sinusoïdale, triangulaire ou carrée). Les ponts diviseurs constitués par

(R4, P5, R5 et R6) d'une part et (R17, R18) d'autre part, ont été calculés pour obtenir la même impédance de sortie quelle que soit la position du commutateur de forme S4. De cette manière, l'amplitude de sortie crête à crête reste la même pour les trois formes d'onde quelle que soit l'amplitude en sortie de l'ampli final (situé sur la carte GENAF 2201, répétons-le).

L'amplitude du signal triangulaire est alignée sur celle du signal carré par le potentiomètre P1. Celle du signal sinusoïdal est ensuite alignée sur les deux autres par le potentiomètre P5. Les potentiomètres P3 et P4 servent à régler la forme des sinusoïdes dans le but de réduire au maximum le taux de distorsion harmonique.

Le circuit de salves est légèrement différent de celui de la première version : il utilise un compteur-diviseur IC5 synchrone de manière à réduire au maximum l'erreur de phase sur le début des salves. Ces dernières commencent maintenant à zéro (voir figure 3) alors qu'elles commençaient à V_{max} sur l'ancienne version. Au moyen du commutateur S3, on peut faire apparaître une période sur deux du signal sinusoïdal ou triangulaire, 2 sur 4, 4 sur 8 ou 8 sur 16, ce qui étend encore les possibilités. En position «sans», la tension envoyée sur l'entrée 1 de IC1 (modulation d'amplitude) est réglable par le potentiomètre P7 : elle influe en effet sur la qualité des signaux délivrés par IC1.

Les signaux de synchronisation au niveau TTL sont élaborés par le transistor-interface T1 et les inverseurs d'un circuit 7404. L'un sort en face avant (sortie BNC synchro/TTL) et l'autre sort sur la prise DIN de la face arrière sur laquelle on dispose maintenant des tensions d'alimentation + et - 15 V, de la masse électrique, de l'entrée V_w qui commande la fréquence et de ce signal TTL image de la fréquence délivrée par le générateur. Grâce à cette prise, on peut non seulement wobler mais également asservir la fréquence du signal de sortie en incorporant le générateur dans une boucle à verrouillage de phase (PLL).

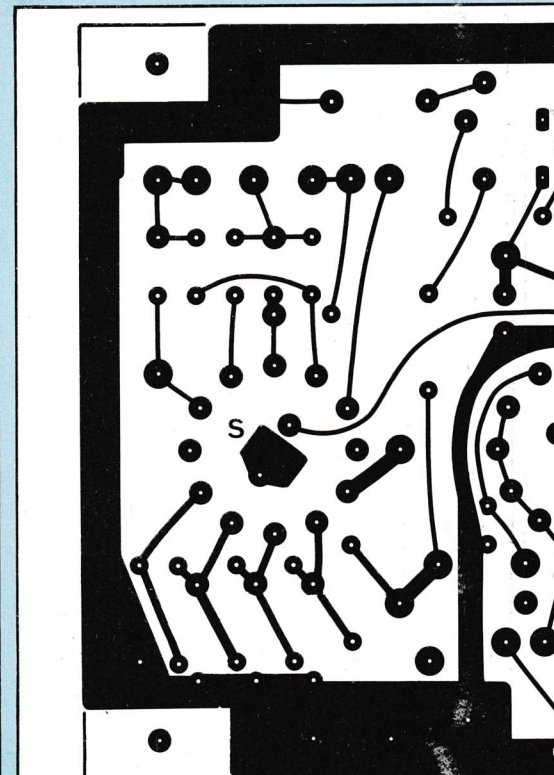


Fig. 5

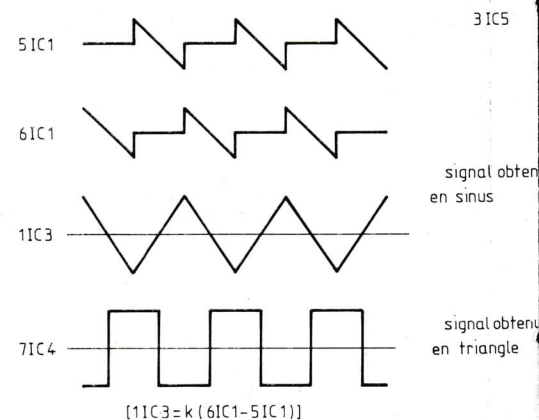
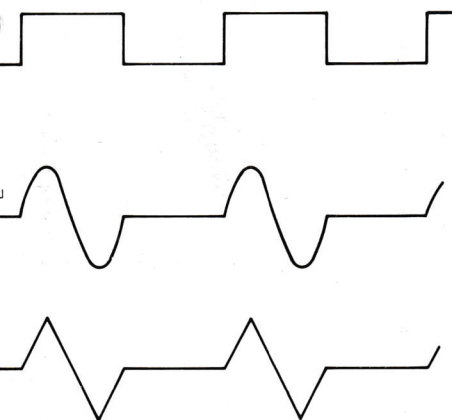
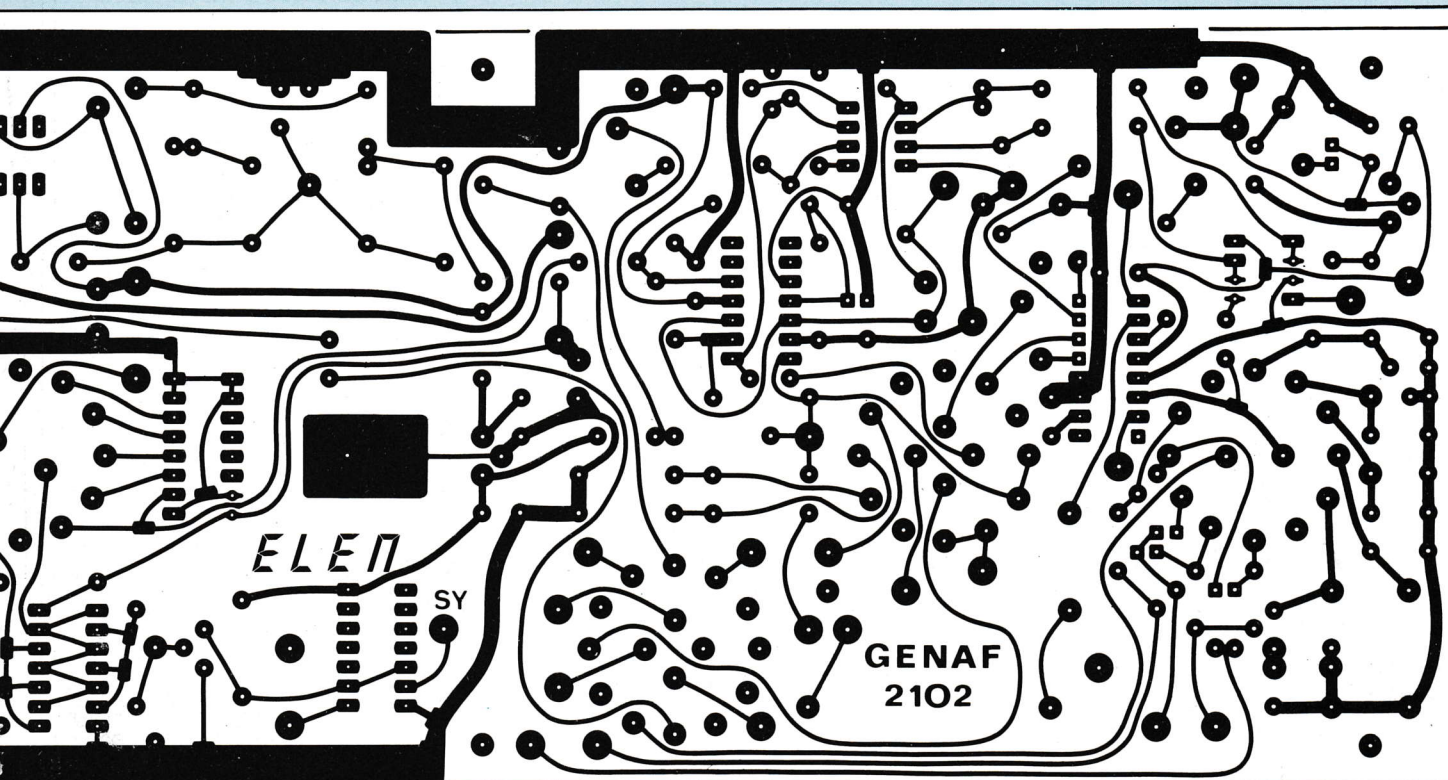


Fig. 2

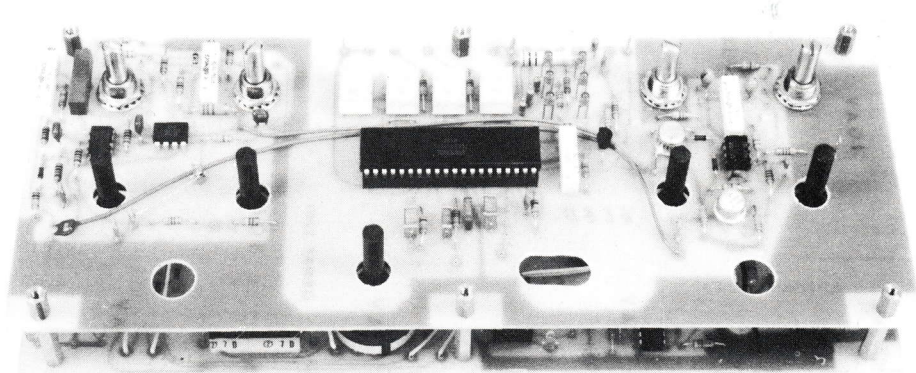
Le reste du schéma n'a subi aucune modification : la conversion AC/DC est assurée par IC7 et les composants associés et l'atténuateur de précision utilise les résistances R27 à R35. Rappelons que l'appareil est doté de 5 gammes d'amplitudes couvrant avec précision la plage 50 μV eff à plus de 6 V eff en sinus (140 μV à 18 V crête à crête sur toutes les formes d'ondes) et

LA NOUVELLE CARTE POUR L'AF 2000



commutateur S3 sur 1/2

Fig. 3



Fixation des deux cartes GENAF 2102 et GENAF 2201 par des entretoises filetées.

que l'impédance de sortie est constante quelle que soit la gamme choisie : elle vaut $50 \Omega (\pm 3 \%)$.

REALISATION DE LA CARTE

Le schéma d'implantation de la carte GENAF 2102 est donné en figure 4 et le dessin du cuivre en figure 5. Le circuit imprimé étant fourni percé et étamé, il ne reste plus qu'à y placer les

composants et les souder. Dans l'ordre, on plantera d'abord les picots (en force à l'aide d'une pince) puis les résistances, les straps, les diodes, les condensateurs, les potentiomètres, les circuits intégrés, etc., et en dernier les commutateurs. On n'oubliera pas de positionner correctement la rondelle de butée de ces derniers. Enfin, on câblera les 7 fils.

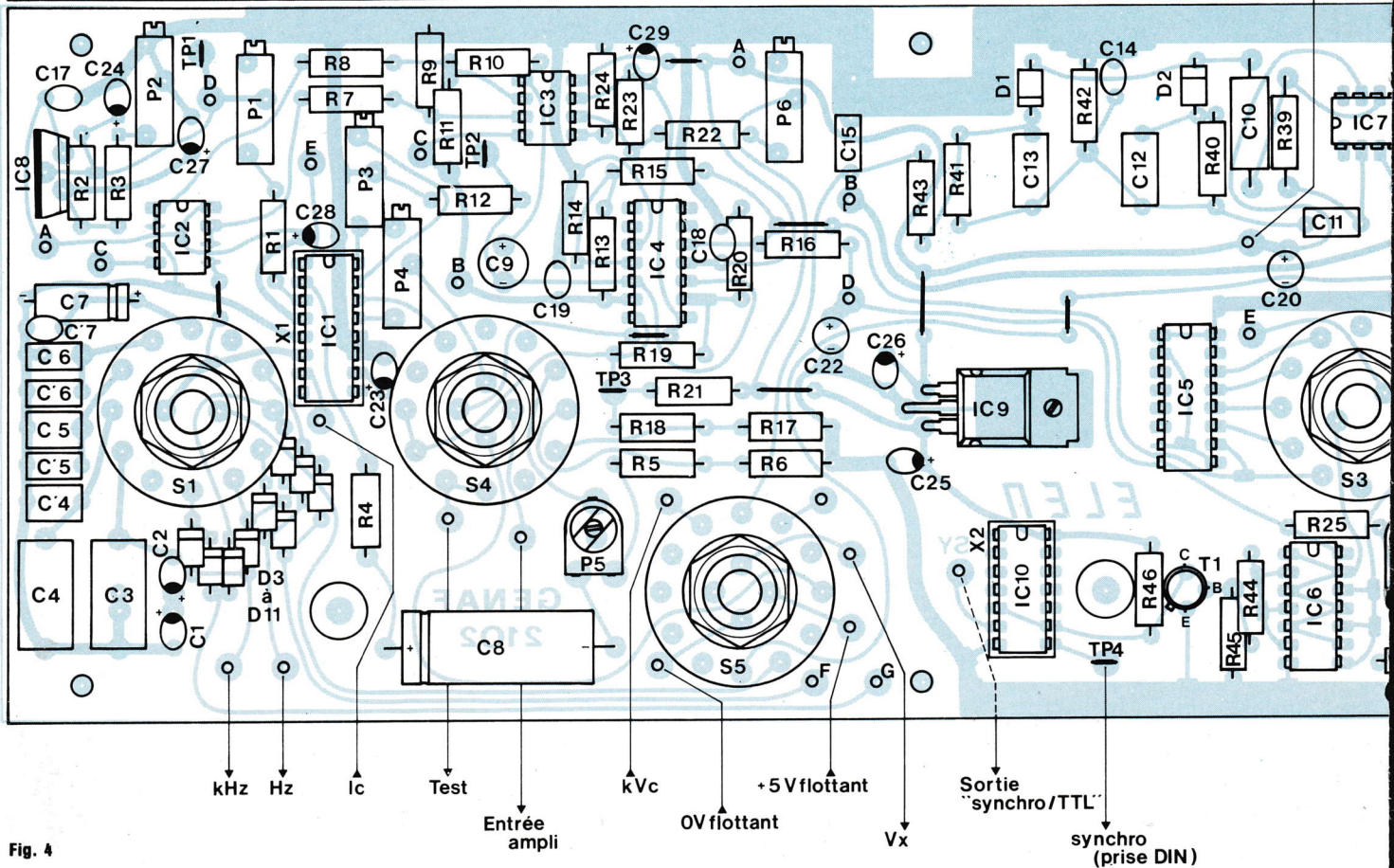
repères A à G. L'étamage de la carte garantit des soudures faciles à réaliser et fiables. Seule précaution à prendre : ne pas trop chauffer les composants à semiconducteurs. Un fer de 30 W muni d'une panne fine et bien propre convient parfaitement. Les condensateurs C1 à C7 du VCO qui déterminent la plage de fréquences pour chaque gamme sont livrés triés dans le kit :

Les points portant la même lettre (A à G) sont reliés entre eux.

TP1 : point-test +7,5 V

TP2 : point-test tension triangulaire permanente

TP3 : point-test tension carré symétrique



NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

● Résistances 5 % 1/4 W (sauf mention contraire)

R1 - 15 k Ω
 R2, R4, R37 - 220 Ω
 R3, R25 - 820 Ω
 R5 - 1,8 k Ω
 R6, R14, R20, R21 - 1 k Ω
 R7, R8 - 3,3 k Ω
 R9, R36 - 8,2 k Ω
 R10, R23, R40, R41 - 10 k Ω
 R11 - 47 k Ω
 R12 - 1,5 k Ω
 R13 - 750 k Ω
 R15 - 680 k Ω
 R16 - 2,2 k Ω
 R17 - 510 Ω
 R18 - 2,7 k Ω
 R19, R38 - 220 k Ω
 R22 - 9,1 k Ω
 R24, R44, R45 - 4,7 k Ω
 R26, R46 - 470 Ω

R27 - 51 Ω / 1 W
 R28 à R31 - 499 Ω 1/8 W (1 %)
 R32 à R34 - 61,9 Ω 1/8 W (1 %)
 R35 - 54,9 Ω 1/8 W (1 %)
 R39 - 2,2 M Ω 1/2 W
 R42 - 4,3 k Ω
 R43 - 1 M Ω

● Semiconducteurs

IC1 - XR 2206 CP
 IC2, IC3 - TL 082 ou éq.
 IC4 - LM 319
 IC5 - CMOS 4520 B
 IC6 - CMOS 4069 B
 IC7 - TL 071 ou éq.
 IC8 - LM 317/T ou éq.
 IC9 - 7805 T
 IC10 - TTL 7404
 T1 - 2N 2369 A
 D1 à D17 - 1N 4148 ou éq.

● Potentiomètres

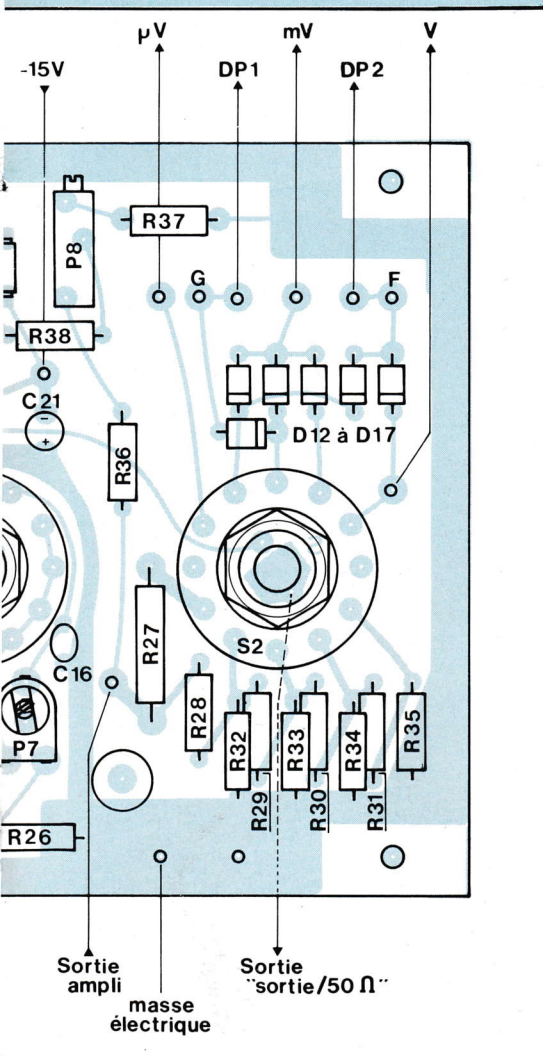
P1 - 10 k Ω 3006 P ou éq.
 P2, P4, P8 - 500 Ω 3006 P ou éq.
 P3 - 20 k Ω 3006 P ou éq.

P5, P7 - 470 Ω VA05 V
 P6 - 5 k Ω 3006 P ou éq.

● Condensateurs

C1 - 22 μ F 6 V tantale goutte \$
 C2 - 47 μ F tantale goutte \$
 C3 - ajustage de (C1 + C2) MKT
 C4 - 1,5 μ F 5 % MKT \$
 C'4 - ajustage de C4 MKT
 C5 - 150 nF 5 % MKT \$
 C'5 - ajustage de C5 MKT
 C6 - 15 nF 5 % MKT \$
 C'6 - ajustage de C6 MKT ou céramique
 C7 - 1,5 nF polypropylène 2,5 %
 C'7 - non monté
 C8 - 1 000 μ F / 10 V chimique axial
 C9 - 470 μ F / 10 V chimique radial
 C10 - 4,7 μ F / 25 V chimique non polarisé
 C11, C15 - 220 nF MKT
 C12, C13 - 1 μ F MKT
 C14 - 100 pF céramique
 C16 - 1 nF céramique

E NOUVELLE CARTE POUR L'AF 2000



C17 - 100 nF céramique
 C18, C19 - 10 nF céramique
 C20 à C22 - 47 μF /25 V chimique radial
 C23 à C26 - 1 μF /25 V tantale goutte
 C27 à C29 - 10 μF /25 V tantale goutte

\$: condensateurs ajustés à la valeur multiple de 16 correspondante.

● Commutateurs

S1, S2, S3 - rotatif pour C.I. Lorlin ou éq. 2 cir. 6 pos.
 S4, S5 - rotatif pour C.I. Lorlin ou éq. 4 cir. 3 pos.

● Divers

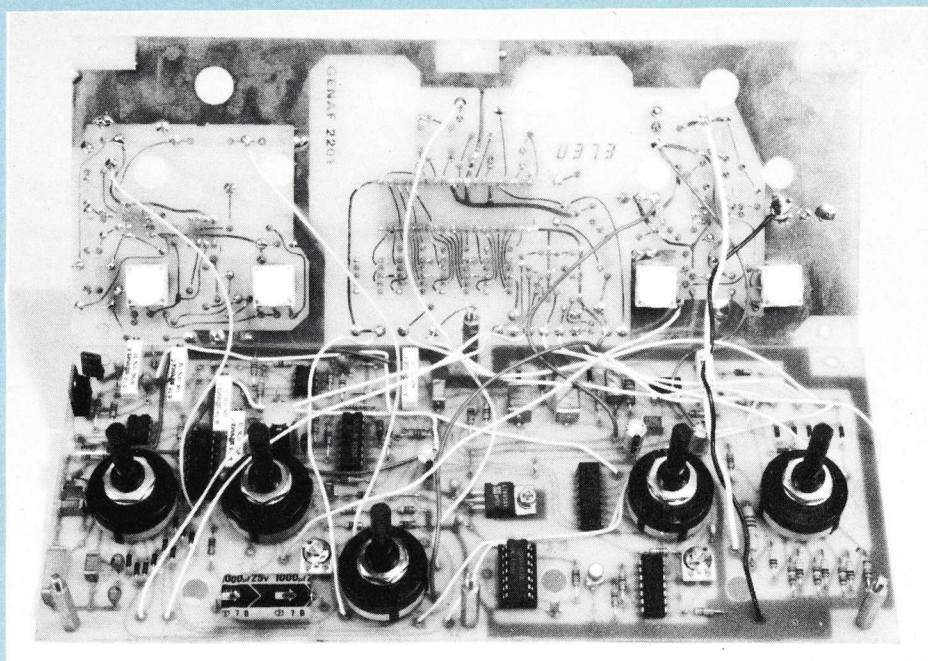
X1 - support pour circuit intégré 16 broches
 X2 - support pour circuit intégré 14 broches

TP1 à TP4 - picots

1 vis TC 3-8

1 écrou HM 3

1 rondelle Z311



Interconnexions entre les cartes GENAF 2201 et 2102.

pour chaque gamme, le condensateur d'ajustage C3, C'4 à C'7 de la bonne valeur est fourni, ce qui facilite et abrège grandement les opérations d'étalonnage. Toutes les résistances sont à couche métallique et les potentiomètres à piste Cermet.

INTEGRATION DANS LE GENERATEUR

La carte GENAF 2102 est entièrement compatible mécaniquement parlant avec l'ancienne carte GENAF 2100. Elle se connecte à la carte GENAF 2201 par 18 fils (de 0,22 mm²) assurant les liaisons suivantes : +15 V, -15 V, masse électrique, +5 V flottant, 0 V flottant, I_c , kV_c , V_x , entrée ampli, sortie ampli, test, Hz, kHz, mV, μV , DP1 et DP2. Une fois ces liaisons effectuées, les deux cartes GENAF sont assemblées par un jeu de 12 entretoises filettées (6 mâles-femelles de longueur 25 mm en 6 femelles-femelles de longueur 10 mm). L'ensemble des deux cartes est ensuite fixé sur la face avant de l'appareil au moyen de 6 vis de 3-6 (voir photo).

Reste ensuite le câblage des prises BNC vers les sorties «sortie/50 Ω » et «synchro/TTL».

La seule liaison supplémentaire (par rapport à la première version de l'appareil) est la liaison de synchronisation reliant TP4 de la carte GENAF 2102 à la broche qui restait libre sur la prise DIN de wobulation montée en face arrière.

ETALONNAGE DE LA CARTE

Voici un extrait de la procédure d'étalonnage (partie concernant la nouvelle carte présentée ici) contenue dans la notice technique accompagnant l'appareil :

c. Réglage de la forme d'onde en sinusoïdal

- Prérégler à l'aide du potentiomètre P1 la tension sinusoïdale à 6 V efficaces (en sortie/50 Ω) avec les potentiomètres P56 et P57 tournés à fond sur la gamme 6 V.

- Effectuer le réglage des potentiomètres P3 (symétrie) et P4 (THD) de manière à obtenir un taux de distorsion harmonique le plus faible possible à la fréquence de 650 Hz. Ce réglage s'effectue soit à l'aide d'un distorsiomètre, soit à l'aide d'un filtre rejeteur en double T ponté ayant un taux de réjection d'au moins 60 dB à la fréquence rejetée (650 Hz). Employer

NOUVELLE CARTE POUR L'AF 2000

comme moyens de contrôle un oscilloscope et un voltmètre alternatif.

b. Etalonnage en amplitude

– Mettre l'appareil sous tension pendant une demi-heure au moins et régler la fréquence à 1 000 Hz.

– Relier un voltmètre digital continu entre l'entrée de l'ampli de sortie (point chaud de P56) et la masse. Mettre le commutateur de forme sur «car». Régler le potentiomètre P6 de manière à annuler la composante continue en carré (lecture 0 mV sur le voltmètre).

– Mettre le commutateur de forme sur «sin». Régler le potentiomètre P7 au seuil pour lequel le signal en sortie commence à être atténué. Prendre garde de ne pas toucher le transformateur d'alimentation pendant cette opération (pour des raisons évidentes de sécurité).

– Mettre le commutateur de forme sur «tri», régler le potentiomètre P1 de manière à obtenir en sortie la même amplitude crête à crête pour le signal triangulaire que celle obtenue pour le signal carré.

– Mettre le commutateur de forme sur «sin». Régler le potentiomètre P5 de manière à obtenir en sortie la même amplitude crête à crête pour le signal sinusoïdal que celle obtenue pour les deux autres formes de signaux.

– Régler le potentiomètre P58 de l'ampli de sortie de manière à annuler la composante continue en carré.

– Mettre le commutateur de forme sur «sin». Connecter un voltmètre alternatif digital en sortie et agir sur les réglages d'amplitude de manière à lire 5,00 V efficaces sur ce voltmètre. Agir sur le potentiomètre P8 de manière à lire exactement la même valeur sur l'affichage du générateur.

e. Réglage de l'extinction en mode-salves

– Mettre le commutateur de salves sur la position «1/2».

– Régler le potentiomètre P2 de manière à ce que le signal de sortie (triangulaire ou sinusoïdal) s'annule complètement lorsque le signal de sortie «synchro/TTL» est à l'état haut. Utiliser comme moyen de contrôle un oscilloscope à double trace.

PERFORMANCES OBTENUES

Après avoir effectué correctement les réglages, on obtient de très bonnes performances, dignes d'un véritable appareil de laboratoire.

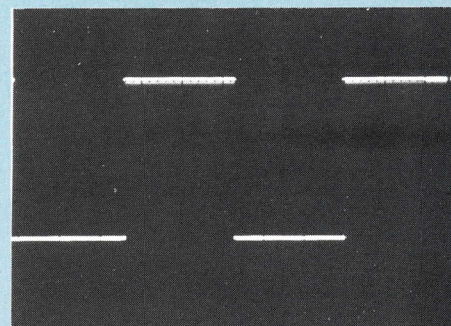
En ce qui concerne la fréquence, l'erreur relative (relevée sur la carte présentée ici) entre la valeur affichée et la valeur vraie ne dépasse jamais 0,5 % sur les quatre premières gammes (20 Hz, 200 Hz, 2 000 Hz, 20 kHz) quelle que soit la fréquence du signal de sortie (entre 10 % et 100 % de la gamme). Sur la gamme 200 kHz, l'erreur ne dépasse pas 2 % entre 20 kHz et 100 kHz.

En ce qui concerne la mesure d'amplitude en sinusoïdal, lorsque le générateur affiche respectivement 6,00 V, 600 mV, 60,0 mV, le multimètre ayant servi à l'étalonnage affiche respectivement 6,00 V eff, 601 mV eff, 60,2 mV eff (à la fréquence de 1 kHz). Le multimètre utilisé n'est pas suffisamment sensible pour apprécier l'erreur sur les gammes 6 mV et 600 μ V mais on peut extrapoler et tabler sur des lectures de 6,00 mV (pour 6,03 vrais) et 600 μ V (pour 604 μ V vrais). D'autre part, on ne relève une erreur de 1 % qu'à partir d'une fréquence de 50,7 kHz.

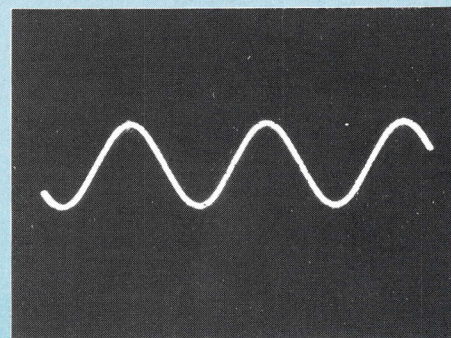
L'expérience nous a prouvé que toutes ces performances sont durables dans le temps. L'électronique analogique n'est pas encore morte !...

Quelques oscillogrammes donnent un bon aperçu de la qualité des signaux obtenus dans des conditions de réglage les plus diverses.

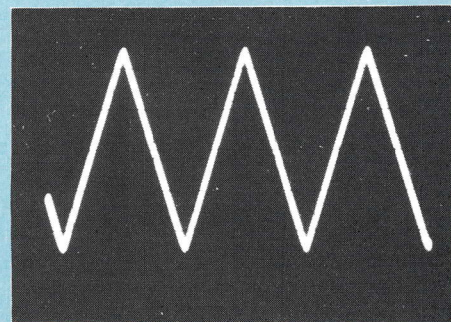
Christian Eckenspieller



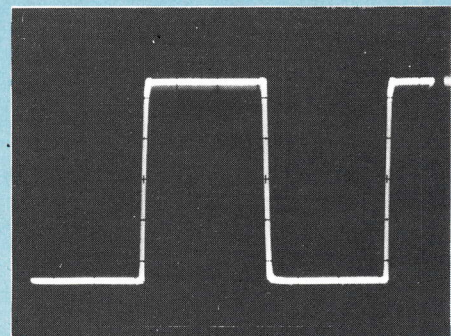
A. Signal carré à 100 Hz amplitude 2 Vcc.



B. Signal sinusoïdal à 100 Hz amplitude 10 mVcc.



C. Signal triangulaire à 1 kHz amplitude 1 Vcc.



D. Signal carré à 100 kHz amplitude 1 Vcc.

Ce matériel est disponible en kit complet ou tout monté aux Ets E.L.E.N.
160, rue d'Aubervilliers 75019 Paris - Tél. (1) 42.01.03.28

AMPLI~COMBO

8 Watts

Cet amplificateur, à vocation universelle, a la particularité de réunir sur une même carte, le préampli, le correcteur de tonalité, l'étage de puissance et dans un même volume l'électronique et l'enceinte acoustique.



Il fournit une puissance raisonnable pour sa taille, sans compromettre ses qualités sonores ($DHT < 1\%$). Il est le complément idéal pour votre orgue électronique.

PRESENTATION GENERALE

Heureux soient les modestes bricoleurs, car cette réalisation, composée d'un correcteur grave/aiguë séparés, un réglage de niveau et un amplificateur de **8 vrais watts**, sera montée en tout et pour tout sur deux circuits imprimés :

- l'alimentation et l'ampli-correcteur. Ses dimensions extérieures sont de $270 \times 220 \times 150$ (H x L x P), et il ne nécessite absolument aucun réglage. Il présente une structure simple et assez classique (figure 1) :
- Un réglage de niveau général,
- Une adaptation d'impédance, afin de s'accomoder avec la plupart des sources, et attaquer l'ampli dans de bonnes conditions,
- L'étage de puissance,
- Les corrections, qui agissent directement sur le circuit cité précédemment.
- Une conversion des signaux électriques en signaux acoustiques (effectuée par le haut-parleur, bien sûr !).

LE CIRCUIT

Le schéma électrique est donné figure 2, le réglage de niveau est confié à un potentiomètre logarithmique de $47\text{ k}\Omega$. Le gain du préamplificateur d'adaptation est volontairement limité à 10, afin de ne pas réveiller un bruit de fond inutile. Cette valeur permet en effet de satisfaire la plupart des applications. Si vous comptez utiliser un microphone dynamique à faible impédance, il vaudra mieux la faire passer à 50 ou 100 (suivant le modèle de microphone). Le correcteur, de conception classique (c'est un «baxandall»), a la particularité d'être inséré dans la contre-réaction de l'étage de puissance, on économise ainsi un étage et on limite par la même occasion la génération de souffle.

POUR GUITARES ET CLAVIERS

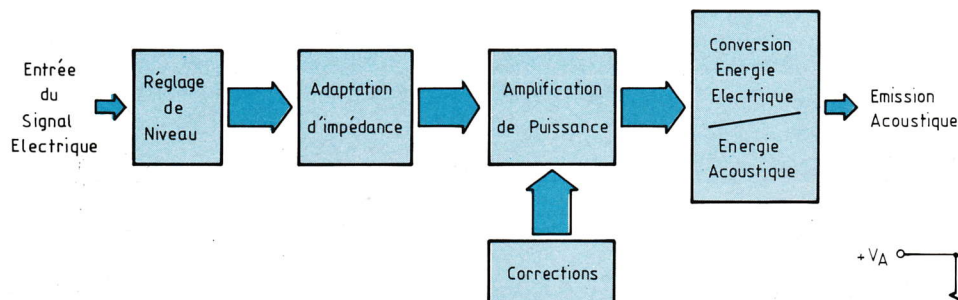


Fig. 1 : Synoptique de l'ampli-Combo.

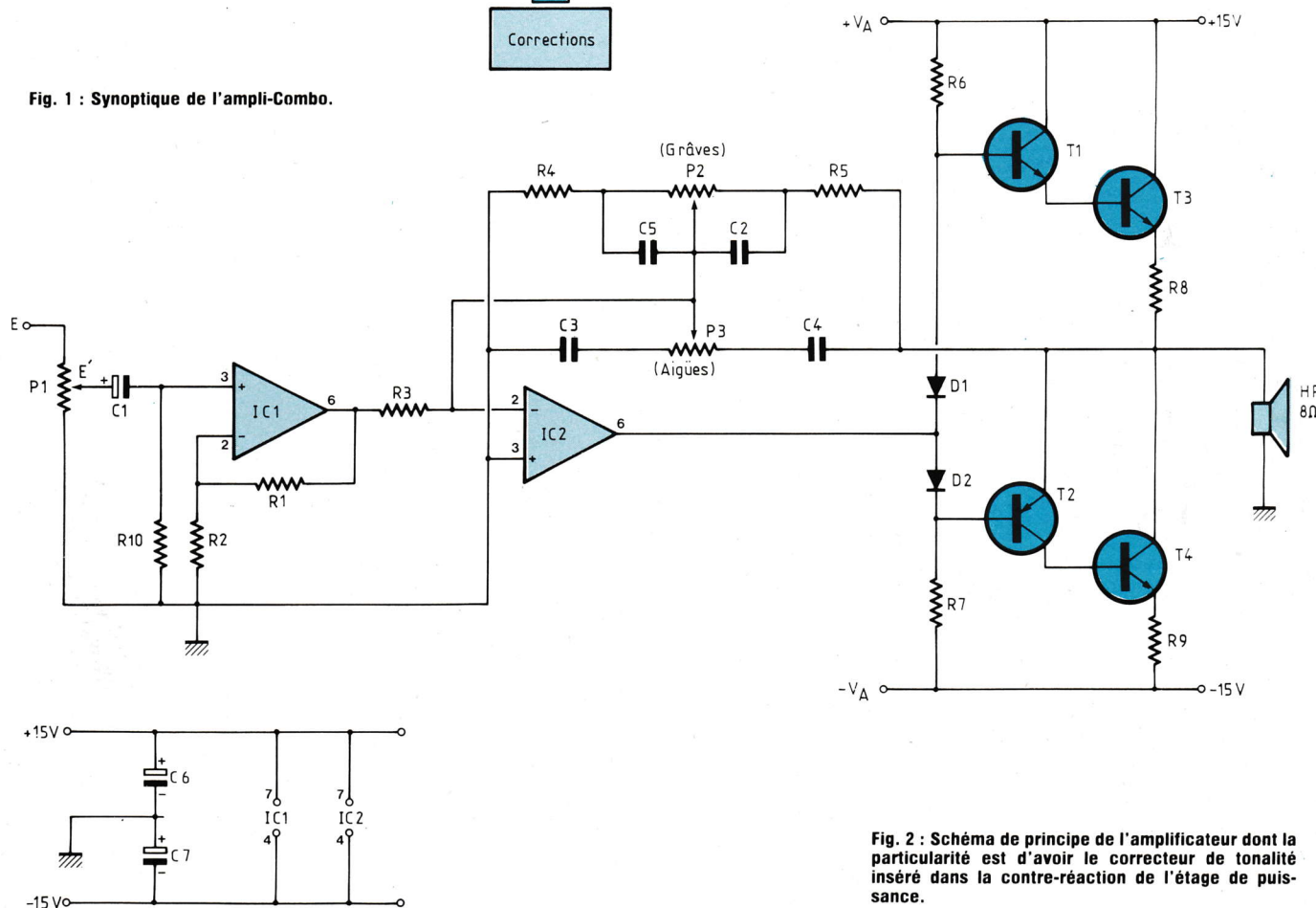


Fig. 2 : Schéma de principe de l'amplificateur dont la particularité est d'avoir le correcteur de tonalité inséré dans la contre-réaction de l'étage de puissance.

Chacun des deux transistors de puissance ne traite qu'une seule alternance du signal, qui est reconstitué en sortie, ils sont commandés par un amplificateur opérationnel TL 081.

L'ALIMENTATION

La qualité d'un bon ampli dépend essentiellement de son alimentation,

c'est pourquoi on préférera utiliser des régulateurs intégrés pour alimenter l'ensemble du montage. La faible augmentation de prix est négligeable devant les avantages apportés :

- faible distorsion,
- protection contre les court-circuits,
- confort d'écoute appréciable même à la puissance nominale (bonne intelligibilité).

La tension optimale exigée par les amplificateurs opérationnels est en harmonie avec les besoins en énergie de l'étage de puissance, une seule source symétrique de ± 15 V sera donc nécessaire (figure 3).

La puissance de sortie peut être calculée selon la formule suivante :

$$P = \frac{U^2}{R} = RI^2$$

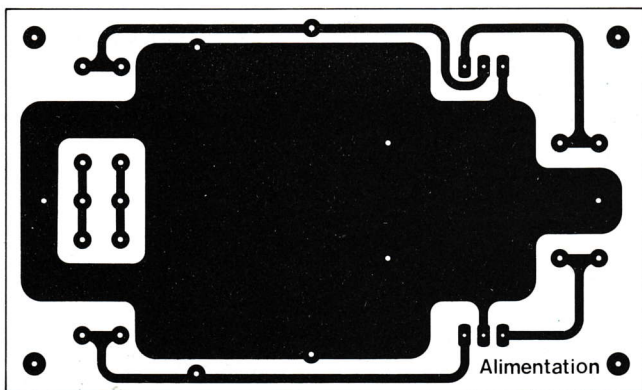


Fig. 4a

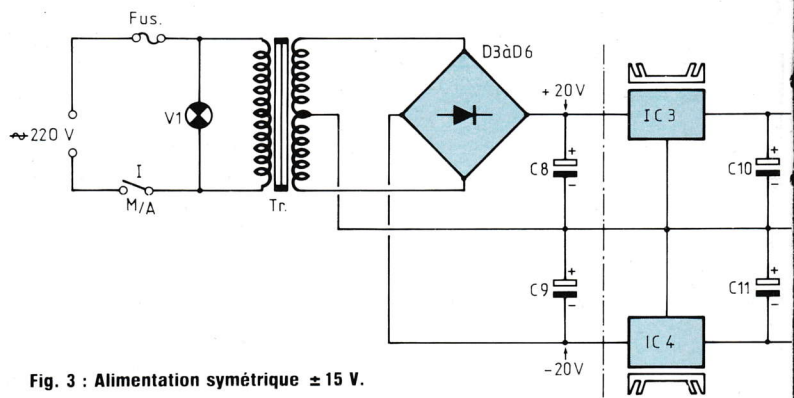
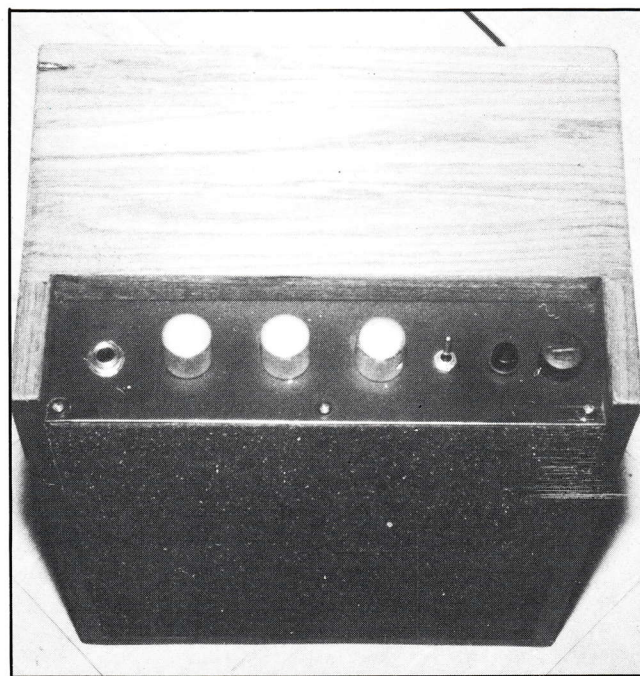
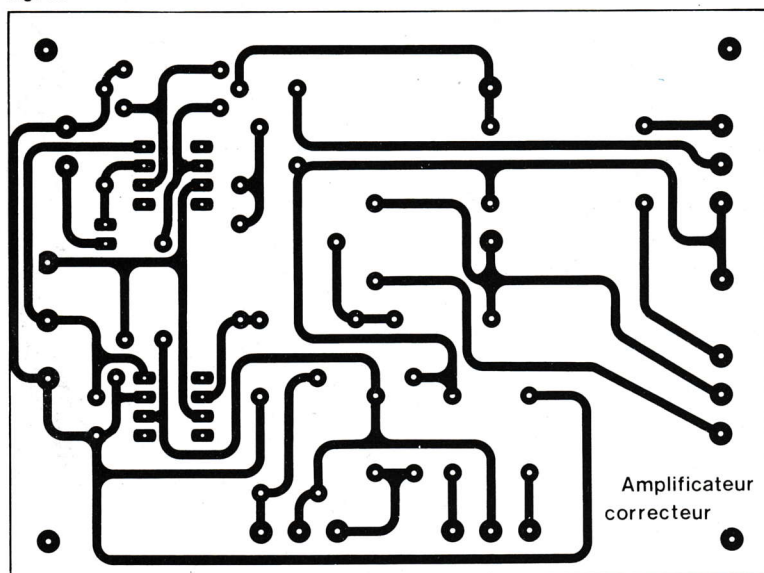


Fig. 3 : Alimentation symétrique ± 15 V.

Fig. 5a



R étant l'impédance du haut-parleur, U la tension efficace aux bornes de R, et I le courant efficace circulant dans R, (sachez que $U_{eff} = U_{MAX \text{ fournie}} / \sqrt{2}$)

Pour une alimentation de ± 15 V, P est donné par :

$$P = \frac{(15/\sqrt{2})^2}{8} = 14 \text{ W !}$$

Ne vous réjouissez pas trop vite, car le rendement d'un amplificateur de ce type avoisine les 60 %, et nous

ramène bien à une puissance de sortie sans distorsion de 8 W efficaces.

De toute façon, si vous envisagez de dépasser cette valeur, la protection interne des régulateurs se chargera de vous en dissuader, les distorsions de son n'ont qu'à bien se tenir !

Le courant demandé par les sources sera de :

$$I = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{8}{8}} = 1 \text{ A}$$

Voilà qui satisfait pleinement nos régulateurs.

LA REALISATION PRATIQUE

Les implantations et tracés des pistes sont donnés figures 4a et 4b pour l'alimentation, et figures 5a et 5b pour l'ampli-correcteur.

Remarquez que le circuit de l'ampli comporte deux entrées d'alimentation séparées : (+ V, - V), pour le préampli et (+ VA, - VA) pour l'ampli de puissance. Cela évite des interactions entre ces deux parties, on réalisera alors un câblage en étoile (voir plan de câblage figure 6). Pour limiter les lon-

POUR GUITARES ET CLAVIERS

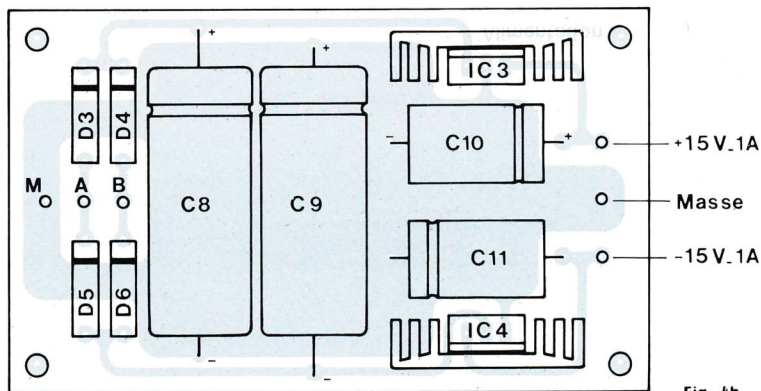


Fig. 4b

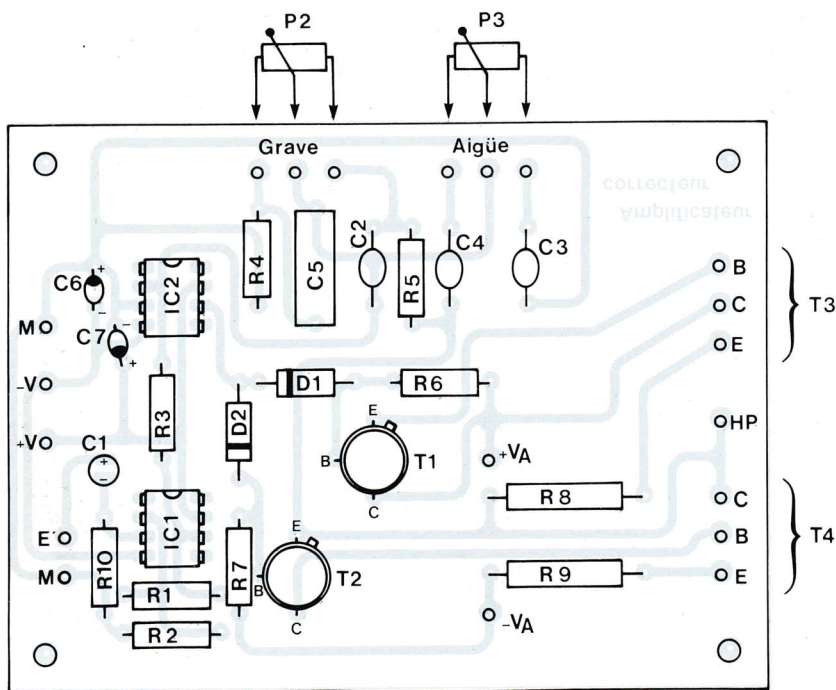


Fig. 5b

guez de câble entre la face avant et le circuit imprimé, l'ampli pourra être fixé sous la partie supérieure du coffret, en vis-à-vis des potentiomètres. Les transistors de l'étage de sortie devront être fixés sur un radiateur extérieur au circuit, qui peut être constitué simplement par deux équerres en aluminium de 2 mm d'épaisseur, elles serviront du même coup à la fixation sur la face arrière du coffret. Les plans du coffret sont donnés figure 7. Attention, si vous utilisez un radiateur unique pour T3 et T4, il faudra munir

leur semelle d'une plaquette de mica d'isolation. Les régulateurs seront équipés d'un dissipateur. Etant donné les caractéristiques de cet ampli, il peut être judicieux de doter le panneau arrière d'une sortie HP extérieure (qui coupe automatiquement le HP interne). Vous pouvez faire passer la puissance de sortie à 15 W en reliant (+ VA) à la borne positive de C8 (+ 20 V) et (- VA) à la borne négative de C9 (- 20 V), le taux de distorsion sera évidemment plus élevé. Il faudra porter

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

ALIMENTATION

• Semiconducteurs

IC3 - LM 7815 + dissipateur
IC4 - LM 7915 + dissipateur
D3 à D6 - 1N 4007

• Condensateurs

C8, C9 - 2 200 μ F/25 V
C10, C11 - 100 μ F/25 V

• Divers

Transformateur 2 $\times$ 15 V, 1 A
Porte-fusible + fusible à monter sur châssis $\varnothing$ 14
Interrupteur miniature $\varnothing$ 6
Cordon secteur
Voyant 220 V $\varnothing$ 8

AMPLI-CORRECTEUR

• Résistances

R1 - 1 k Ω
R2 - 10 k Ω
R3 - 1 k Ω
R4 - 1 k Ω
R5 - 10 k Ω
R6 - 1,5 k Ω
R7 - 1,5 k Ω
R8 - 0,5 Ω / 2 W
R9 - 0,5 Ω / 2 W
R10 - 100 k Ω

• Potentiomètres

P1 - 47 k Ω / B
P2 - 47 k Ω / A
P3 - 47 k Ω / A

• Semiconducteurs

T1 - 2N 1711
T2 - 2N 2905
D1, D2 - 1N 4001
T3 - 2N 3055 + radiateur
T4 - 2N 3055 + radiateur
IC1 - TL 071 (TL 081)
IC2 - TL 081

• Condensateurs

C1 - 2,2 μ F radial/ 16 V
C2 - 22 nF
C3 - 82 nF
C4 - 10 nF
C5 - 0,22 μ F
C6 - 2,2 μ F/25 V
C7 - 2,2 μ F/25 V

• Divers

Haut-parleur 8 Ω 10 ou 20 W (voir texte)

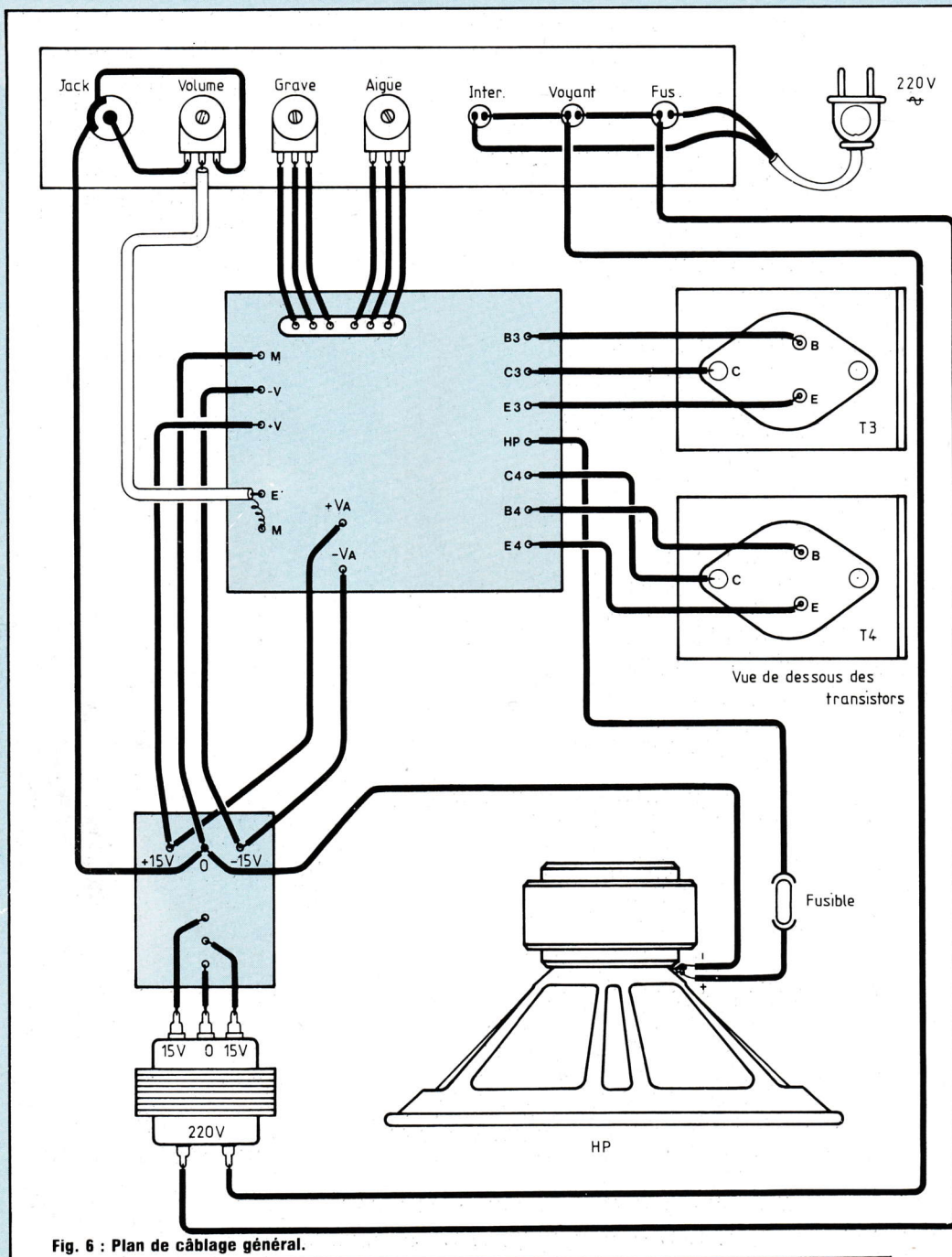


Fig. 6 : Plan de câblage général.

la puissance du HP à 20 W environ.

CONCLUSION

Ce mini-combo trouvera sa place dans le labo de l'électronicien amateur aussi bien que dans la pièce du musicien en

herbe, tant il est pratique et polyvalent. Connecté à une enceinte acoustique Hi-Fi d'un bon rendement (> 90 dB), il vous décoiffera à coup sûr par son étonnante clarté sonore.

B.Dalstein

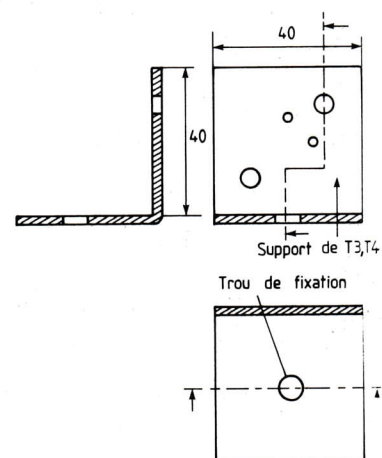


Fig. 7c : Radiateur en aluminium, épaisseur 2 mm pour les transistors T3 et T4.

1. Panneau arrière	250
2. Fond (socle)	150
3. Dessus	100
4. Tasseau avant (section 10 x 10) ..	20
5. Face avant	60
6. Côté droit	150
7. Côté gauche	150
8. Panneau support de HP	240

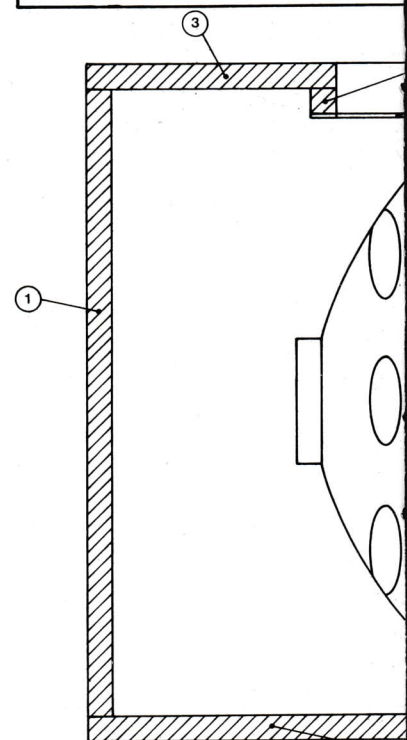


Fig. 7b

POUR GUITARES ET CLAVIERS

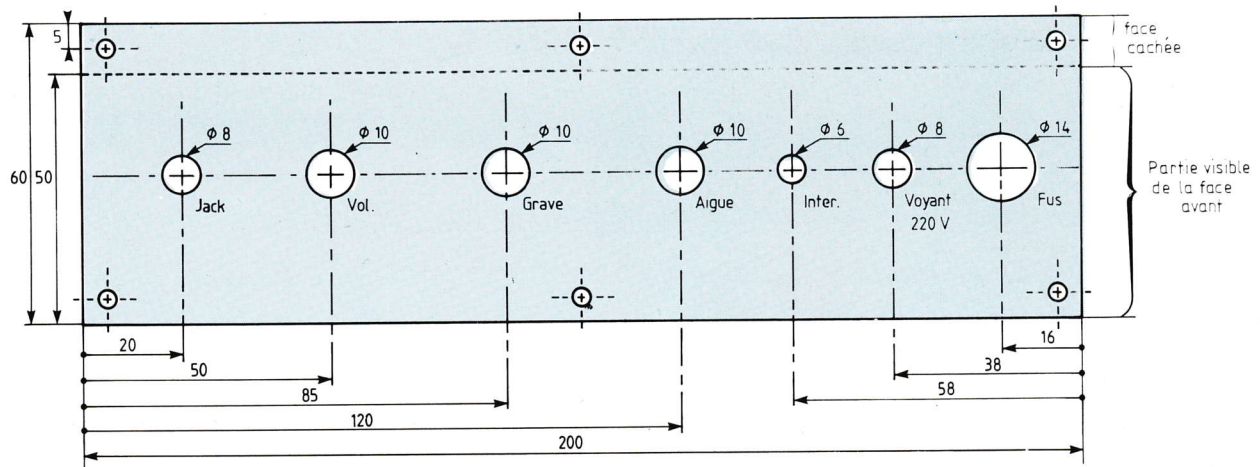
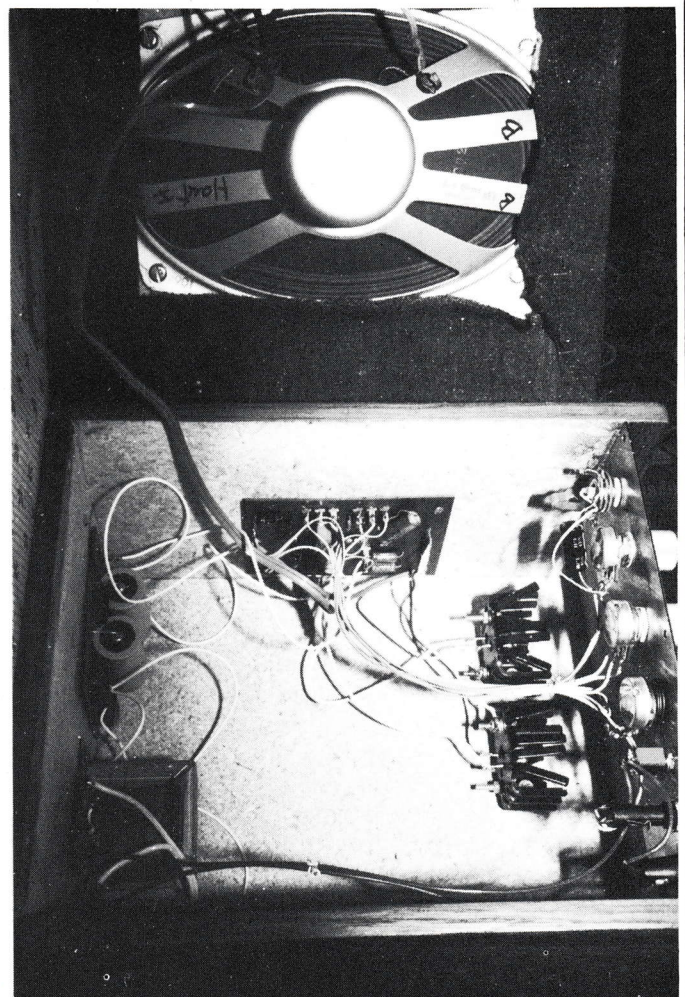
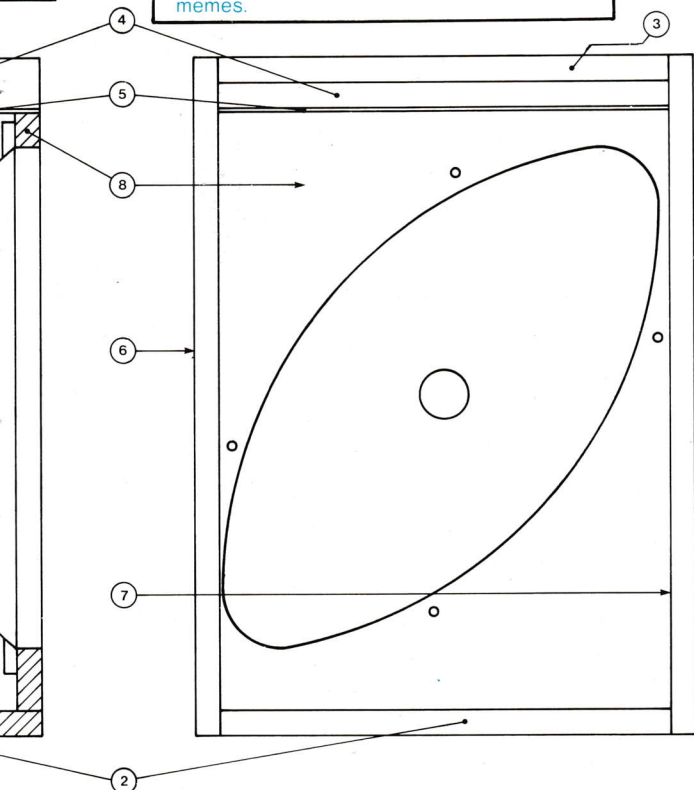


Fig. 7a : Face avant, vue de dessus, tôle épaisseur 1 mm.

200
200
200
mm
200
270
270
200

Les panneaux sont en novopan de 10 mm d'épaisseur.
Les éléments du boîtier sont assemblés, cloués et collés. Seuls la face avant et le panneau HP devront être vissés sur le coffret car ils doivent rester amovibles.
L'ensemble pourra être gainé ou plaqué, le HP protégé par un tissu acoustiquement transparent. Les photos jointes parlent d'elles-mêmes.



LE BIOFEEDBACK

Littéralement, le mot biofeedback signifie retour de nourriture biologique ; c'est-à-dire en fait contre-réaction biologique. Cet appareil utilise ce principe pour vous permettre de vous relaxer et de vous détendre, son utilisation est des plus élémentaire.

Dans notre cerveau, il y a différents types d'ondes qui prennent naissance, chacune ayant une signification. En général on les classe dans quatre catégories : les ondes Béta sont typiques de la concentration, puis les ondes Alpha celles de la détente et du repos, les ondes Thêta se retrouvent avant le sommeil lors de l'humeur créatrice, et en dernier les ondes Delta qui sont celles du sommeil profond sans rêve. Le principe de notre appareil est de capter ces ondes et de moduler un bruit blanc en amplitude, puis de réécouter ce bruit résultant, comme indiqué figure 1.

PRINCIPE

La sonde est constituée d'une pince se fixant sur un lobe d'oreille et d'un bandeau possédant un contact que l'on placera sur une tempe. Le signal qui en est issu est fortement amplifié, car il est de l'ordre de la dizaine de

micro-volt. Puis, il est appliqué à l'entrée modulation du VCA, son entrée signal étant attaquée par un générateur de bruit blanc. On amplifie une dernière fois le signal afin qu'il puisse alimenter un casque (style baladeur). Donc, en fixant son attention auditive sur le son modulé par l'activité cérébrale, on arrive avec un peu d'expérience à approfondir son attitude mentale, c'est-à-dire que l'on développe son état de concentration, de repos, ou de créativité selon le cas.

REALISATION

Le montage est construit autour de cinq ampli-opérationnels des plus classiques étant donné qu'il s'agit de 741. Tout d'abord A1 constitue un symétriseur, l'alimentation du montage étant simple (pile 9 V), et celle nécessaire pour les étages d'entrée, devant être symétrique. R15 et R16 constituent un diviseur de tension dont le point milieu est appliqué à l'entrée non

inverseuse de A1 monté en ampli unitaire (ampli de courant).

La jonction base-émetteur de T1 est polarisée en inverse à travers R9. Le bruit de jonction est disponible sur l'émetteur, il est filtré par C2 et R10, pour arriver sur l'entrée inverseuse de A4 qui amplifie environ 100 fois ce signal.

L'entrée du montage s'effectue sur les résistances R1 et R2 pour attaquer l'ampli différentiel constitué autour de A2. Ce type de montage permet d'amplifier la différence de tension entre les deux entrées, mais pas les parasites dûs aux cordons, car ils se retrouvent additionnés au signal de part et d'autre, et donc leur différence est nulle. Le gain de cet ampli est de l'ordre de la douzaine. Ensuite vient A3 qui amplifie à nouveau le signal avec un gain réglable par P1 entre 32 et 500. Sa sortie attaque une led qui va donc voir le courant la traversant varier selon le signal d'entrée, R8 servant à limiter ce courant et la consommation. La tension de sortie de A3 est de l'ordre de $V_{cc}/2$ en l'absence de signal, ainsi la led sera toujours illuminée, son intensité variant autour de cette valeur centrale. Elle est couplée optiquement (au moyen d'un ruban adhésif opaque) à R17 qui est en fait une photorésistance.

A5 réalise un ampli à gain variable, celui-ci dépendant de l'illumination de la led, modulant le bruit blanc issu de A4. P2 permet de varier le gain. La sortie se connectera sur une prise Jack femelle stéréo (pour le casque de baladeur), les deux écouteurs étant branchés en parallèle. Le circuit imprimé vous est présenté figure 2 et l'implantation figure 3. La consommation du montage étant de l'ordre de 20 mA, il peut être alimenté par une petite pile 9 V.

Pour la réalisation du cordon de la sonde, on utilisera du câble double blindé. Afin d'avoir un meilleur contact avec la peau, il faut utiliser un gel spécial, ou à défaut de l'eau saturée en sel. L'appareil doit être utilisé dans un endroit calme, car le niveau sonore de sortie n'est pas très élevé, afin de préserver les tympans à longue



CES ONDES QUE NOUS EMETTONS

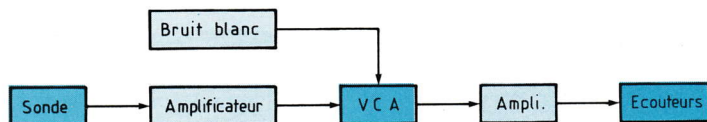


Fig. 1 : Schéma synoptique du montage.

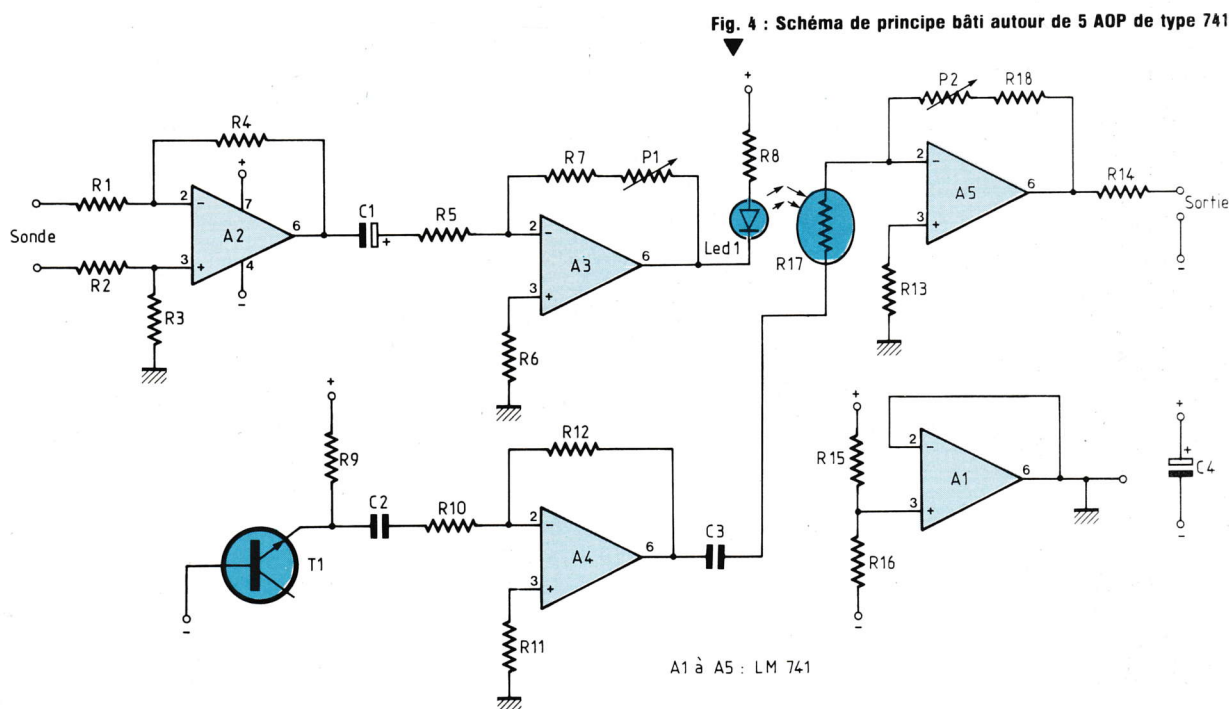


Fig. 4 : Schéma de principe bâti autour de 5 AOP de type 741.

A1 à A5 : LM 741

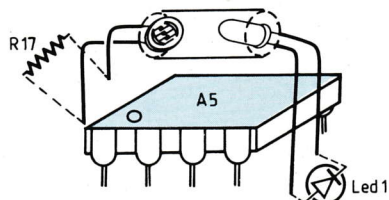


Fig. 5 : Détail de couplage optique entre R17 et la diode led au dessus de l'ampli OP A5.

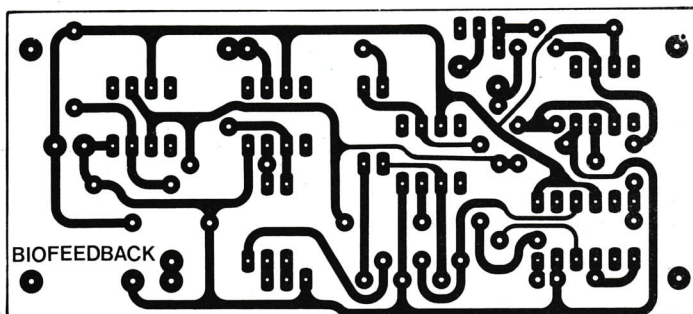


Fig. 2

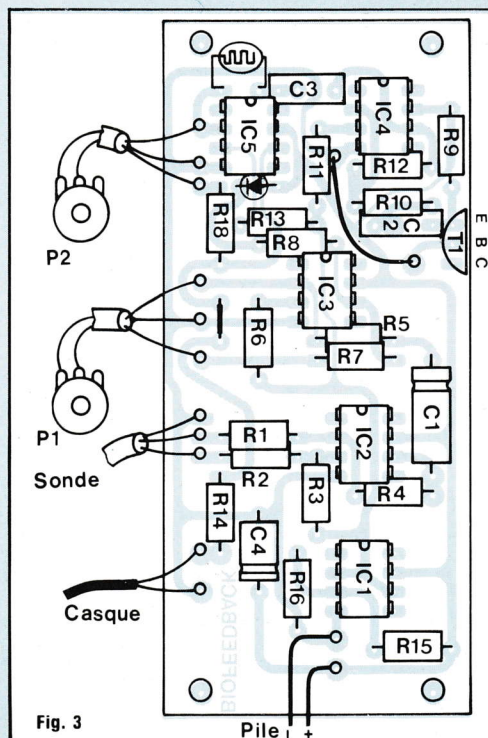
échéance. Nous vous conseillons d'autre part de fermer les yeux et de prendre une position confortable, dans un lieu où vous serez tranquille. Il se peut que la pince d'oreille vous fasse mal, dans ce cas essayez de la placer très bas sur le lobe de l'oreille. Les sondes seront faites, d'une part avec

une petite pince crocodile dont on aura recourbé les dents et détendu le ressort, d'autre part par un bandeau en coton se fixant au moyen d'un velcro enserrant la tête sans la comprimer, le contact se faisant par une petite pression métallique. L'usage que vous pouvez faire de ce

montage est très grand, pour notre part, il nous sert à mieux nous concentrer lors de parties d'échecs. Il peut aussi servir pour se relaxer (à quand le relaxateur obligatoire pour tous les automobilistes ?)

Levieux Lionel

CES ONDES QUE NOUS EMETTONS



NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

● Résistances

R1-2 : 47 kΩ
 R3-4 : 560 kΩ
 R5 : 4,7 kΩ
 R6 : 5,6 kΩ
 R7 : 150 kΩ
 R8 : 330 Ω
 R9 : 100 kΩ
 R10-11 : 10 kΩ
 R12 : 1 MΩ
 R13 : 1 kΩ
 R14 : 470 Ω
 R15-16 : 22 kΩ
 R17 : LDR 05 (photorésistance)
 R18 : 150 Ω

● Semiconducteurs

A1, A2, A3, A4, A5 - 741

T1 : BC 238 C

Ld1 : Led 5 mm rouge

● Condensateurs

C1-4: 47 μF / 25 V

C2-3 : 47 nF

● Potentiomètres

P1 : 2,2 MΩ B

P2 : 2,2 kΩ A

● Divers

2 fiches jack 3,5 femelle stéréo

1 fiche jack 3,5 mâle stéréo

1 pression pile 9 V

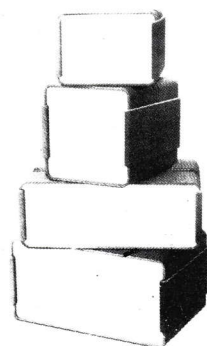
1 boîtier

1 sonde à confectionner soi-même.

MMP

LE COFFRET QUI MET EN VALEUR VOS REALISATIONS

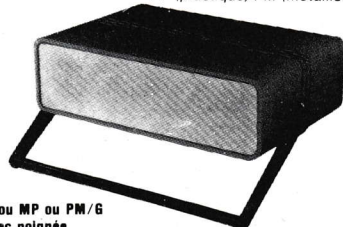
mmp



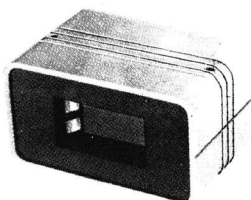
SERIE «PP MM»

110 PP ou PM	115 x 70 x 64
114 NOUVEAU	106 x 116 x 44
115	115 x 140 x 64
116	115 x 140 x 84
117	115 x 140 x 110
210	220 x 140 x 44
220	220 x 140 x 64
221	220 x 140 x 84
222	220 x 140 x 114

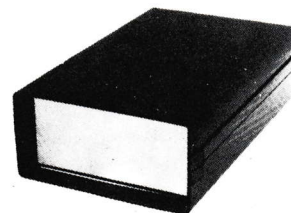
* PP (plastique) PM (métallisé)



220 PP ou MP ou PM/G
avec poignée

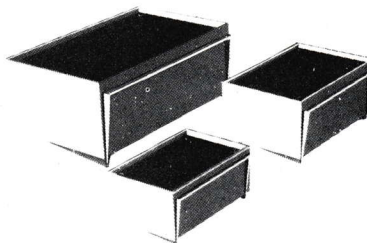


110 PP ou PM Lo
avec logement de pile
115 PP ou PM Lo
avec logement de piles



SERIE «L»

173 LPA avec logement pile face alu	110 x 70 x 32
173 LPP avec logement pile face plas.	110 x 70 x 32
173 LSA sans logement face alu	110 x 70 x 32
173 LSP sans logement face plast.	110 x 70 x 32



SERIE «PUPICOFFRE»

10 A, ou M, ou P	85 x 60 x 40
20 A, ou M, ou P	110 x 75 x 55
30 A, ou M, ou P	160 x 100 x 68

* A (alu) - M (métallisé) - P (plastique).

GAMME STANDARD DE BOUTONS DE REGLAGE

mmp

Tel. : 43.76.65.07

COFFRETS PLASTIQUES

10, rue Jean-Pigeon
94220 Charenton

ALIMENTATION DE LABORATOIRE

0/50V - 0/5A

(3^{ème} partie)



Cette troisième et dernière partie de notre alimentation de laboratoire sera consacrée à la réalisation des cartes «voltmètre», «ampèremètre» et «commande des leds», réalisation comprenant, bien entendu, circuits imprimés et plans de câblage à l'échelle 1.

L'étape finale consiste, il va de soi, en l'interconnexion de tous les modules publiés dans les n^{os} 42 et 43. Il vous suffira pour cela de suivre le pas à pas soigneusement établi par l'auteur.

Le câblage électrique est une partie conséquente de cette réalisation, rançon de la modularité, mais il ne présente néanmoins pas de problème majeur.

LES PLATINES VOLTMETRE

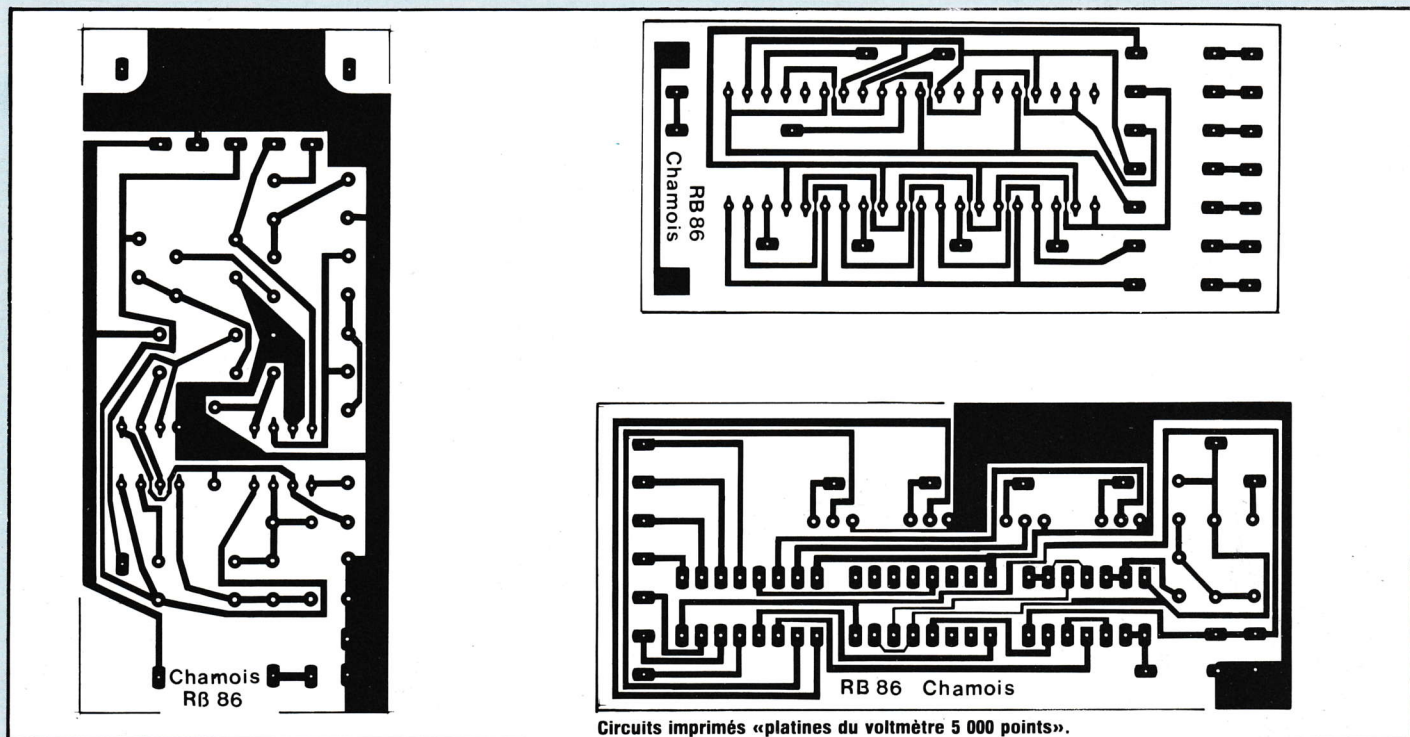
Le voltmètre est composé de trois pla-

tines s'enfichant les unes sur les autres. Voici à nouveau une technique particulière méritant quelques lignes d'explications. lorsqu'on doit réaliser un ensemble compact, et c'est le cas des appareils de tableau, il faut trouver un compromis entre dimensions, accessibilité et facilité de câblage. Ici, les platines constituant le sous-ensemble vont s'enficher les unes sur les autres, au moyen de petits picots mâles et femelles, réalisant à la fois la liaison électrique et la tenue mécanique. Comme il n'y a plus à se préoccuper de l'accessibilité, puisque les opé-

rations de câblage ou de dépannage se font, platines déconnectées, avec une aisance totale, il est éventuellement possible de porter le foisonnement (densité d'éléments par unité de surface) au quasi-absolu, en ayant finalement un ensemble beaucoup plus facile à mettre en œuvre que par la technique conventionnelle.

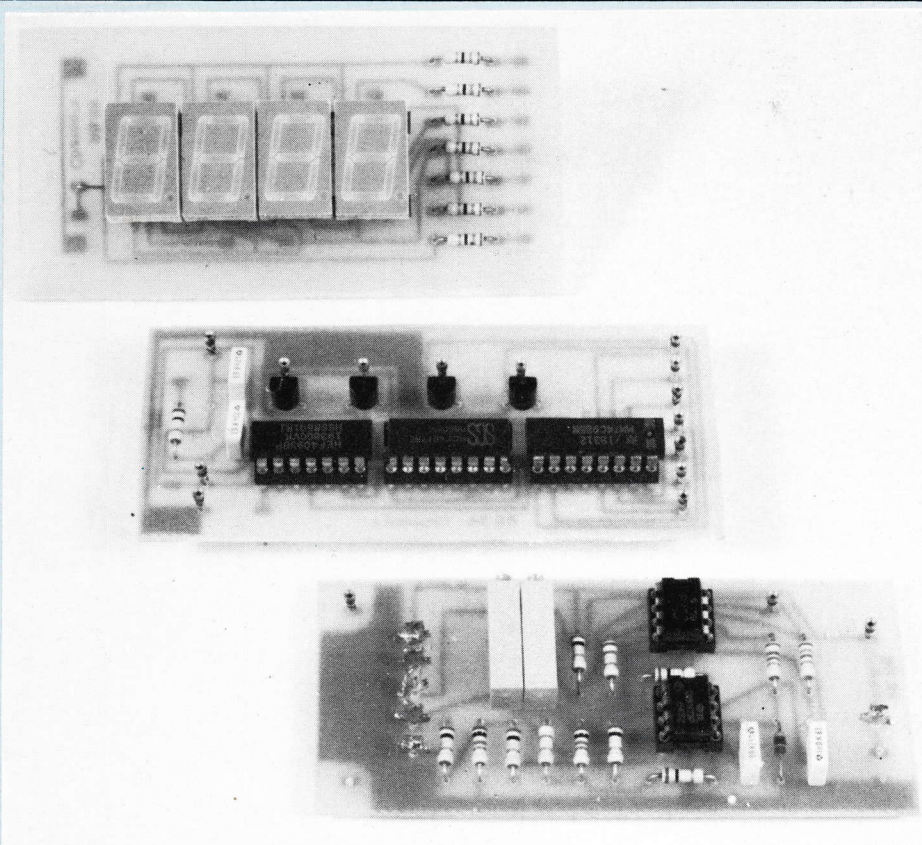
Ces trois platines sont : le support d'afficheurs, le fréquencemètre et le convertisseur U/F. La réalisation commencera par le support d'afficheurs qu'il sera possible d'essayer individuellement en appliquant +5 V sur chacune des résistances R54 à R60 et en portant à la masse le commun des afficheurs. On doit obtenir l'allumage de tous les segments. L'étape suivante sera la concrétisation du fréquencemètre, qui sera lui aussi testé immédiatement en y enfichant la carte précédente. Dès la mise sous tension, les quatre afficheurs doivent s'allumer et indiquer zéro. Un signal appliqué alors sur l'entrée comptage (secteur, gén. BF) doit donner la lecture du $1/10^e$ de la fréquence injectée. Il est à noter que ces deux cartes forment, à elles seules, un parfait fréquencemètre de tableau qu'il serait tout à fait possible d'utiliser ailleurs, dans un générateur BF par exemple, ne serait-ce que pour éviter la punition de l'étalement de l'appareil. La platine de conversion U/F, enfin, sera réalisée, puis testée avec le concours des deux précédentes. En cas de problème, très improbable si les composants utilisés sont corrects et la fabrication menée étape par étape comme préconisé, il faudra faire très attention, si l'on veut examiner le signal sortant du LM331 : ce signal, de toutes façons absent si aucune tension n'est appliquée à l'entrée (si $U_x = 0$, $F_x = 0$), a la forme de fines raies aux basses fréquences, difficiles à mettre en évidence, même en poussant la luminosité du «scope». La fixation des picots mâles et femelles sur ces différentes platines est une opération délicate car, pour une bonne fiabilité, il faut que les emplacements femelles correspondent très exactement aux points mâles. La technique de montage est la suivante : on soude

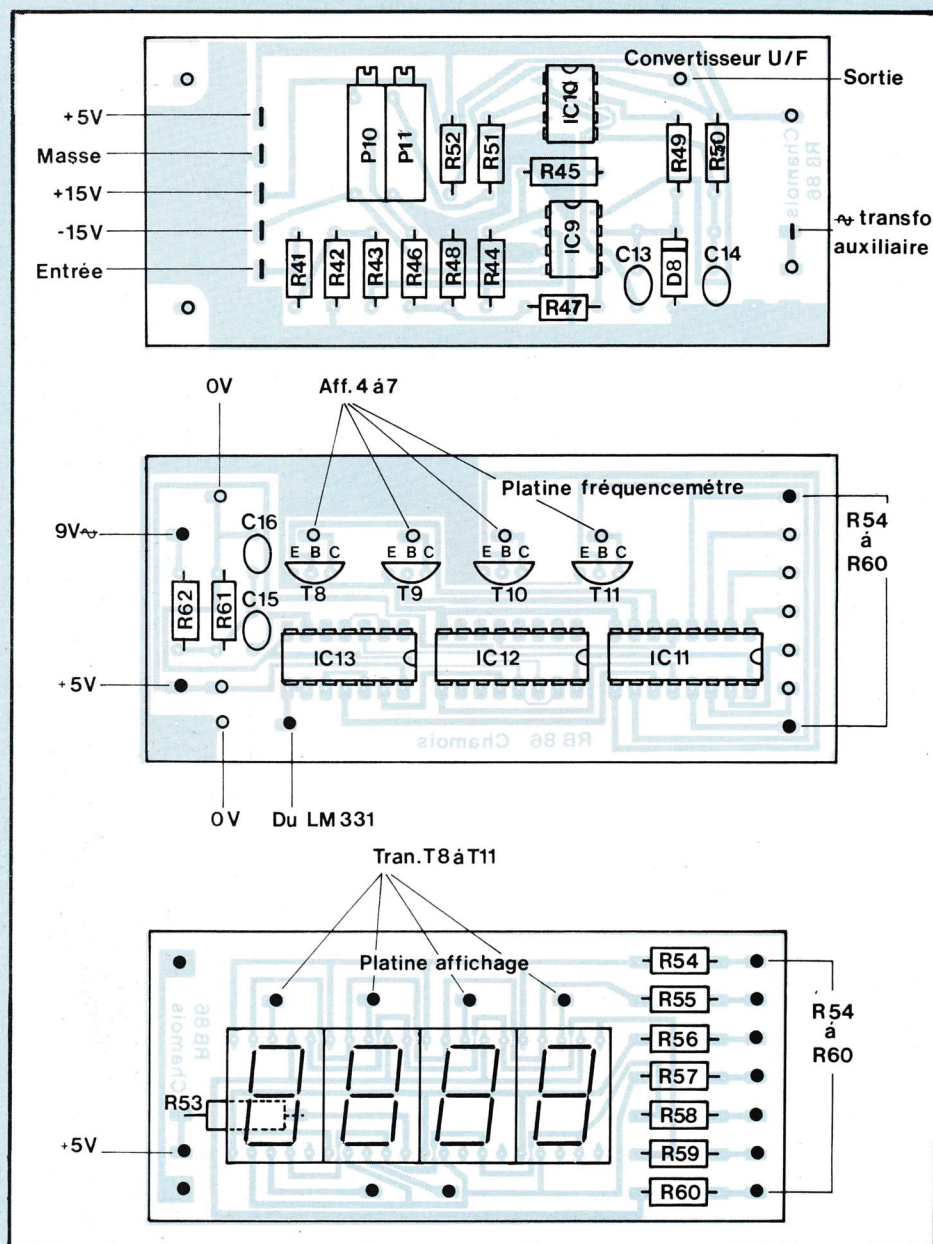
L'ATTENTION SUR LA TENSION



Circuits imprimés «platines du voltmètre 5 000 points».

d'abord, aux emplacements prévus, tous les picots femelles en les positionnant bien verticalement. Ces picots sont, pour notre part, tirés de supports de C.I. de qualité «tulipe», réformés pour cause de rupture d'une ou plusieurs pattes. Les extraire de leur logement est chose très facile en chauffant simplement la patte au fer à souder. Le plastique du support fond et il suffit d'une légère pesée de la panne du fer pour que le picot tombe, prêt à l'emploi. Une fois les picots considérés comme femelles mis en place, on y enfiche autant de picots, qui deviendront les mâles. L'ensemble est alors posé sur la platine correspondante, côté cuivre et les soudures nécessaires effectuées, côté cuivre toujours, sans traversée du substrat. On vérifie alors que les opérations d'enfichage et d'extraction se font parfaitement, sans forcer. En cas de «point dur», on préférera refondre légèrement la soudure du point incriminé plutôt que d'essayer de tordre une des fiches à la pince. Pour ceux – et ils auraient grand tort – que cette technique effraierait, il est toujours possible de réaliser l'opération de





NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

PLATINES VOLTMETRE

● Résistances

R41 - 10 k Ω
 R42 - 1 k Ω
 R43 - 10 k Ω
 R44 - 10 k Ω
 R45 - 100 k Ω
 R46 - 470 k Ω
 R47 - 100 k Ω
 R48 - 1 k Ω
 R49 - 2,2 k Ω
 R50 - 6,8 k Ω
 R51 - 12 k Ω
 R52 - 10 k Ω
 R53 à R60 - 47 Ω
 R61 - supprimée
 R62 - 100 k Ω

● Condensateurs

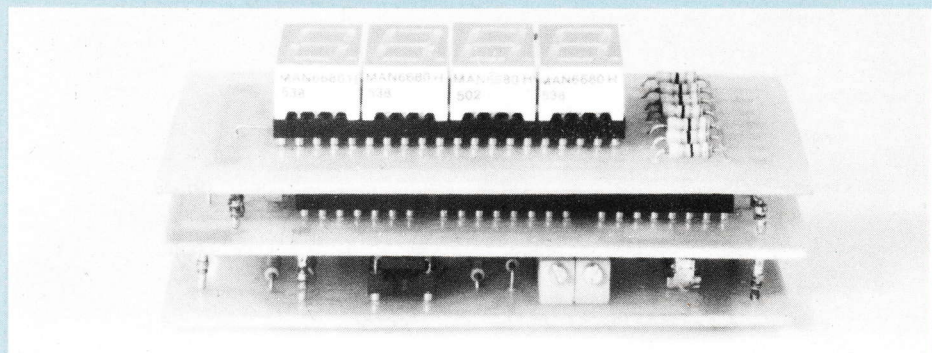
C13 - 4,7 nF
 C14 - 1 nF
 C15 - 22 nF
 C16 - 47 nF

● Semiconducteurs

IC9 - TL082
 IC10 - LM331
 IC11 - 74C925
 IC12 - 4017
 IC13 - 4093
 T8 à T11 - BC239C
 AFF4 à AFF7 - MAN6680
 D8 - 1N4148

● Ajustables multitours

P10 - 100 k Ω
 P11 - 10 k Ω

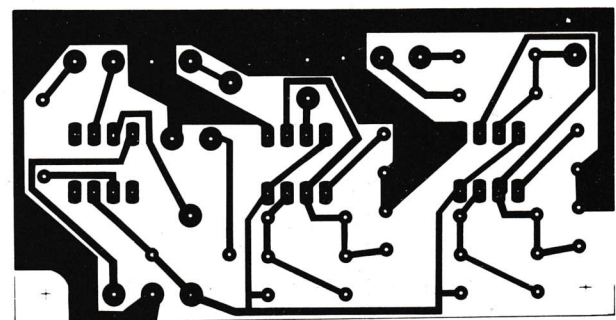
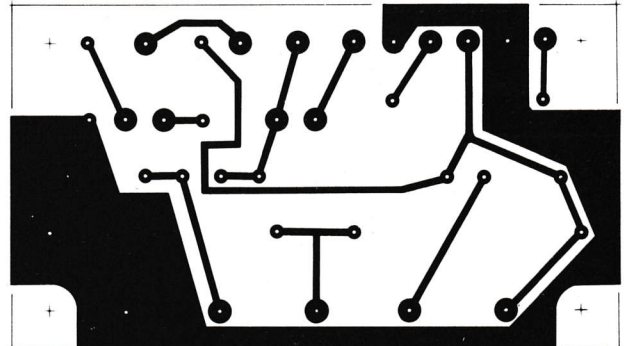
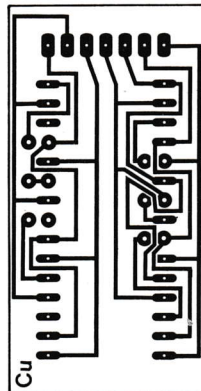
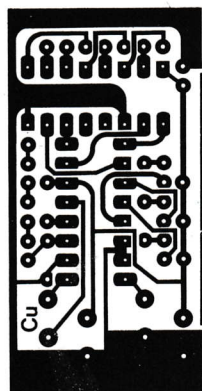
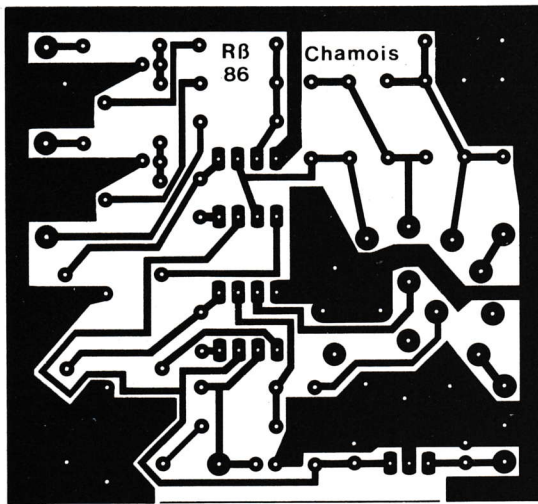


façon conventionnelle, avec des queues de résistances par exemple, mais au prix d'interventions acrobatiques par la suite. Cette méthode est vraiment plus facile à exécuter qu'à décrire, et un coup d'œil aux photos de l'ensemble montre l'aspect très professionnel du résultat, sans parler des facilités d'un éventuel dépannage.

LES PLATINES AMPEREMETRE

L'ampèremètre, tout du moins sa partie

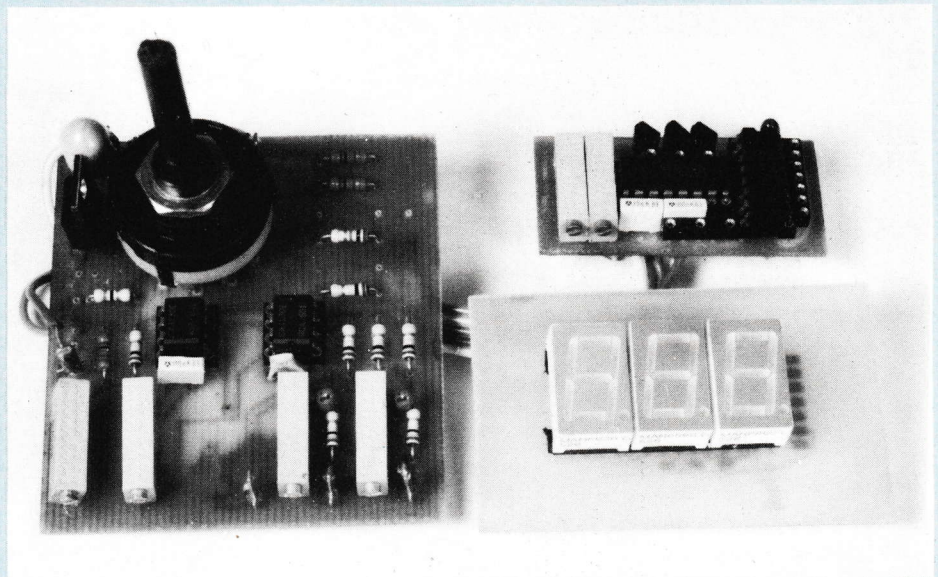
L'ATTENTION SUR LA TENSION

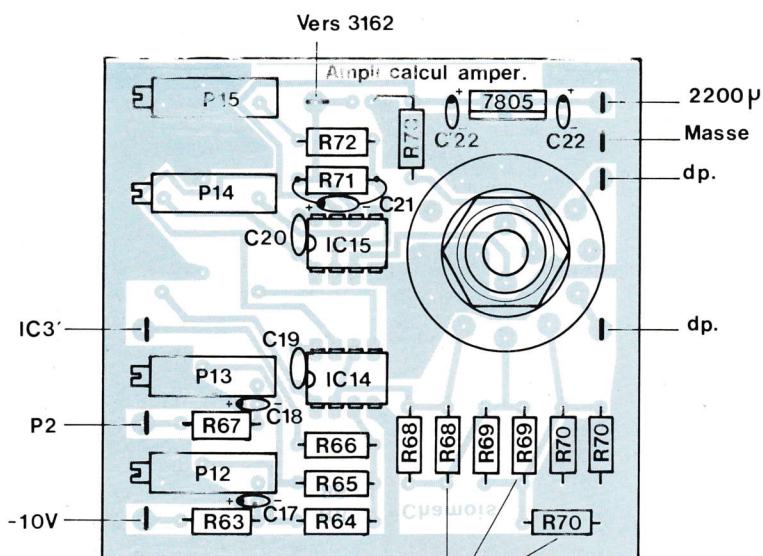


▲ Circuits imprimés
— Commande des leds et générateur de ΔV
— Générateur de courant constant et pont de mesure

◀ Circuits imprimés des «platines ampèremètre».

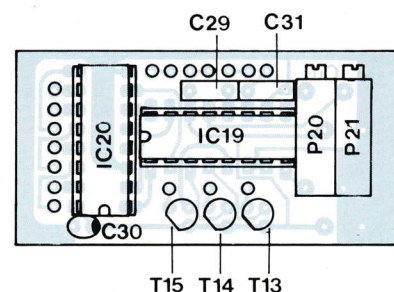
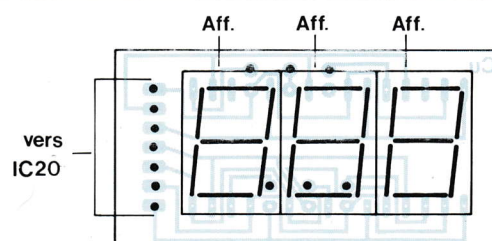
voltmètre, est réalisée elle aussi en technique «enfichable». Il n'y a plus rien à dire sur l'archi-classique couple CA3161/CA3162, universellement employé dans cette fonction, si ce n'est l'extrême compacité obtenue avec la méthode décrite : impossible de faire mieux. La carte regroupant les amplificateurs de calcul et la commutation ne présente guère de difficulté. Le commutateur implanté sur le C.I. assure la fixation mécanique et évite le casse-tête du câblage fil à fil. Ces cartes devront, elles aussi, être essayées, en injectant des tensions connues successivement aux différents points d'entrée (voltmètre, commutateur, amplificateur $\times 10$ puis amplificateur de calcul) et en vérifiant l'obtention d'un affichage cohérent.





Trois cartes pour un affichage précis de la consommation.

Pour ajustage pont diviseur



NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

PLATINES AMPEREMETRE

● Résistances

R63 - 100 k Ω
 R64 - 10 k Ω
 R65 - 10 k Ω
 R66 - 10 k Ω
 R67 - 100 k Ω
 R68 - 10 k Ω
 R69 - 1 k Ω
 R70 - 2 $\times$ 220 Ω
 R71 - 10 k Ω
 R72 - 220 Ω
 R73 - 47 Ω

● Condensateurs

C17 - 10 μ F
 C18 - 10 μ F
 C19 - 820 pF
 C20 - 100 nF
 C21 - 22 μ F
 C22 - 47 μ F
 C'22 - 1 μ F
 C29 - 270 nF

● Semiconducteurs

IC14 - CA3130
 IC15 - CA3130
 IC19 - CA3162
 IC20 - CA3161
 AFF1 à AFF3 - MAN6660
 T1 à T15 - BC558C

Régulateur 7805

● Ajustables multitours

P12 - 5 k Ω
 P13 - 1 k Ω
 P14 - 10 k Ω
 P15 - 500 Ω
 P20 - 47 k Ω
 P21 - 10 k Ω

● Divers

Commutateur 4 circuits/3 positions

BLEEDER I CONSTANT

● Résistances

R82 - 470 Ω
 R83 - 470 Ω
 R84 - 2,2 k Ω
 R85 - 470 Ω
 R86 - 100 Ω

● Condensateurs

C26 - 47 μ F
 C27 - 47 μ F
 C28 - 10 μ F

● Ajustables

P18 - 470 Ω
 P19 - 10 k Ω

● Semiconducteurs

T12 - BD139
 D11 - 1N4148

● Divers

Galvanomètre gradué de 0 à 10

GENERATEUR DE ΔU

COMMANDE DES LEDS

● Résistances

R74 - 220 k Ω
 R75 - 220 k Ω
 R76 - 820 k Ω
 R77 - 820 k Ω
 R78 - 330 Ω
 R79 - 330 Ω
 R80 - 1 k Ω
 R81 - 330 Ω

● Condensateurs

C23 - 470 nF
 C24 - 10 nF
 C'24 - 10 nF
 C25 - 10 μ F

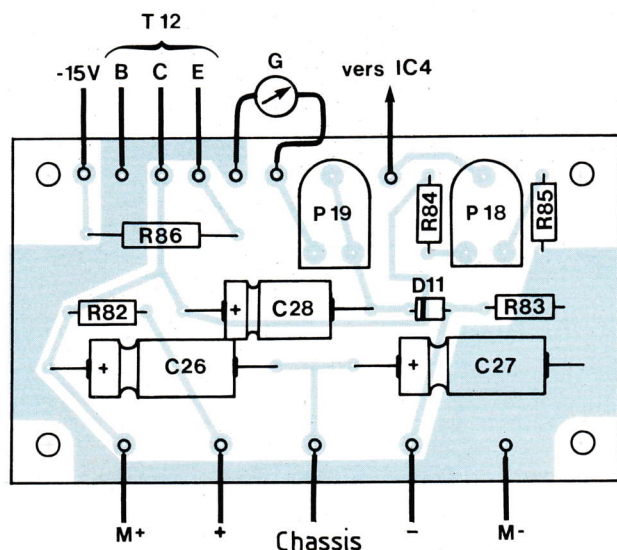
● Semiconducteurs

D9 - 1N4148
 D10 - 1N4148
 IC16 - 555
 IC17 - 555
 IC18 - 741
 3 $\times$ leds

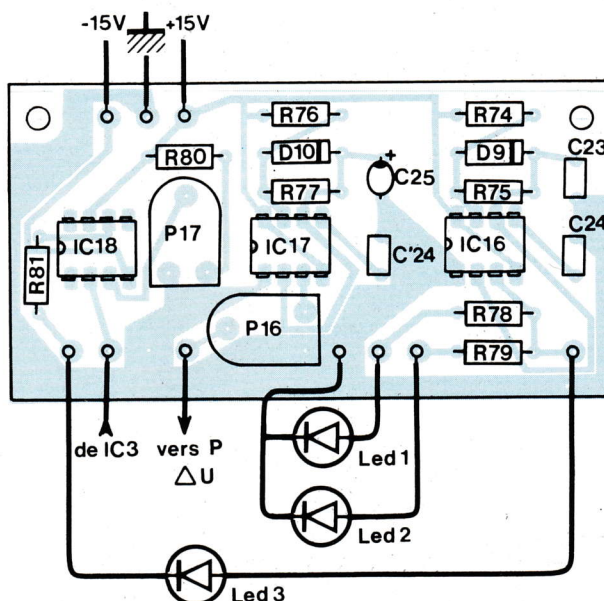
● Ajustables

P16 - 1 k Ω
 P17 - 100 Ω

L'ATTENTION SUR LA TENSION



Platines de commande des leds et bleeder I constant.



LA PLATINE DE COMMANDE DES LEDS, LE BLEEDER I CONSTANT

A nouveau une récréation, puisque les trois fonctions de la première sont indépendantes, et qu'il ne s'agit que de C.I., très banaux. On vérifiera simplement au «scope» la présence des créneaux générés par les 555. En ce qui concerne la seconde, elle ne pourra être essayée qu'une fois positionnée, mais elle ne représente pas une fonction vitale. Et puis, il n'y a que deux actifs...

MONTAGE FINAL

La réalisation est ici présentée en rack Retex, eu égard à l'aspect très professionnel de ce boîtier. L'aspect intérieur semble tout aussi séduisant. Un châssis interne, généreusement dimensionné ; percé d'origine de très nombreux trous, laisse croire à une grande liberté de disposition interne. La réalité est en fait un peu moins agréable. Si les deux tôles d'habillage latérales se montent et se démontent sans aucun problème, les tôles de dessus et de dessous ne peuvent se mettre en place que moyennant le démontage

d'un renfort. Si l'on a eu la maladresse de fixer quelque élément sur le renfort «interdit», l'opération d'habillage devient impossible, ou tout au moins très acrobatique.

Le montage final commencera par la mise en place des éléments positionnés sur les panneaux avant et arrière : interrupteurs, potentiomètres, radiateurs et autres passe-fils seront montés après perçage. Une grande précision sera requise en ce qui concerne les découpes des afficheurs car aucun cache ne viendra masquer les maladroites, le bandeau fumé visible sur les photos ne sert qu'à masquer les toutes petites imperfections et à améliorer le contraste.

En ce qui concerne les potentiomètres, il existe un petit problème : les potentiomètres mono-tours ont un axe de 6 mm alors que les multi-tours ont un axe de 6,35, U.S. oblige. Avant de percer la face avant, il faudra s'assurer soit de pouvoir trouver des boutons pour axe de 6,35, soit d'être capable de repercer des boutons pour axe de 6. En cas d'impossibilité totale, une dernière solution existe, et c'est celle employée sur la maquette : tous les potentiomètres sont fixés sur un rail interne, en retrait de la face avant,

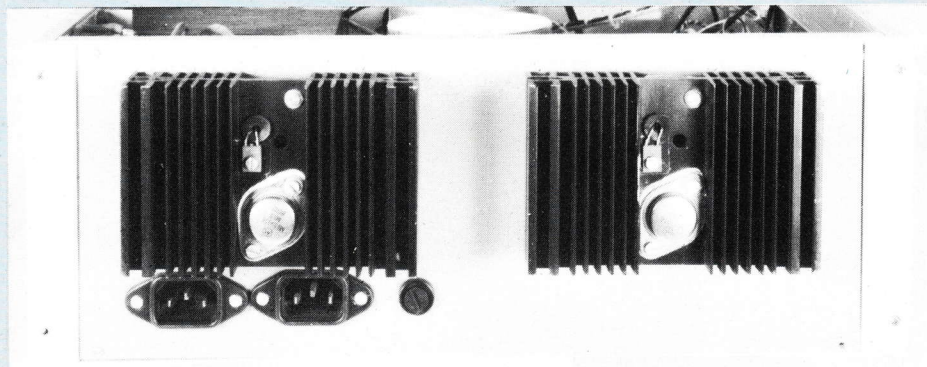
monté de façon à ce que les axes de 6 affleurent correctement. Les axes des multi-tours sont, eux, prolongés par un simple domino d'électricien et un axe «normal», permettant l'usage de boutons classiques. La corvée se terminera par la mise en place du transformateur principal et des deux chimiques de filtrage, derniers éléments dont le positionnement nécessite un peu de réflexion avant l'action.

Toutes ces pièces, ainsi qu'une grande partie des cartes, sont fixées, soit directement sur le châssis interne, soit par l'intermédiaire de cornières d'aluminium anodisé, maintenant largement distribuées par les grandes surfaces au rayon bricolage, et d'une mise en œuvre facile et très esthétique. Les photos de la maquette terminée montrent la disposition adoptée, qui ne présente d'ailleurs aucun aspect impératif. On évitera simplement de faire voisiner trop étroitement les transformateurs avec les cartes U_{REF} et stabilisation, sous peine de voir remonter le niveau de résiduelle de la tension stabilisée. Voltmètre et ampèremètre enfin, sont simplement engagés par leurs afficheurs dans la découpe correspondante, jusqu'à toucher le bandeau fumé de décor, lui-

même collé directement sur la face avant. Si la découpe est correctement faite, cela «tient tout seul» et quelques petits points de colle cellulosique viendront verrouiller l'ensemble, une fois la mise au point faite, permettant néanmoins un démontage ultérieur.

Un petit truc en passant pour faire des découpes de ce genre de façon quasi-parfaite : l'emplacement est d'abord tracé, à la cote juste, à l'envers du côté apparent. Le trou est ensuite ébauché par une série de perçages tangents par exemple. La cote est enfin ajustée à la lime mais en travaillant «de biais», c'est-à-dire en inclinant la lime de façon à ce que la cote du trou, côté parement, soit plus petite que celle côté intérieur. Une fois arrivé aux limites du tracé, on présente la pièce à enchâsser qui doit s'engager correctement dans l'épaisseur du matériau. Des retouches à ce moment sont possibles, aux endroits où la pièce s'engage encore mal, jusqu'à ce que celle-ci affleure la surface, sans jeu ni bavure.

Le câblage électrique sera une partie conséquente de la réalisation, rançon de la modularité. Il ne présente néanmoins pas de problème majeur, si ce n'est d'avoir compris le fonctionnement de l'ensemble, indispensable dans un projet de cette taille et le respect des quelques points suivants : l'ordre logique est alimentations, platine à thyristor, ballasts, platines de régulation, voltmètre, ampèremètre, simulations des perturbations puis divers, sécurités, voyants et autres. On commencera donc par câbler les alimentations, puissance et auxiliaires. Le transformateur de puissance, normalement coupé par le relais thermique, sera provisoirement câblé directement sur la prise CEE arrière. Les tensions + et - 15 V, + 5 V et le 60 V non régulé sont maintenant disponibles. La carte thyristor est, elle aussi, mise en place et son fonctionnement confirmé, comme aux essais individuels. Les deux ballasts, leurs résistances d'émetteur, la résistance de base, les BD139 de mesure de température sont positionnés sur les radiateurs et tout le câblage renvoyé sur



Les dissipateurs des transistors ballasts MJ 15016 et des BD 139 de la protection thermique sont fixés contre la face arrière du boîtier.

une cosse relais, fixée sur la face arrière. Ne pas oublier que ce sont les résistances **d'émetteur** des ballasts qui vont au chimique de filtrage et les **collecteurs** qui délivrent la tension régulée : les ballasts sont des PNP... Une vérification à ce niveau sera faite en reliant les bases des ballasts au pôle (-) des chimiques de filtrage par une résistance de quelques kilohms. Les ballasts conduisent alors, donnant toute la tension non régulée sur leurs collecteurs, tension qui tombe à zéro une fois la résistance ôtée. Tous ces essais partiels, qui semblent bien fastidieux, sont pourtant indispensables. Il ne faut pas oublier que le transformateur, capable de fournir plusieurs centaines de VA, pulvérisera, en cas d'erreur, tout ce qu'il lui sera maladroitement connecté.

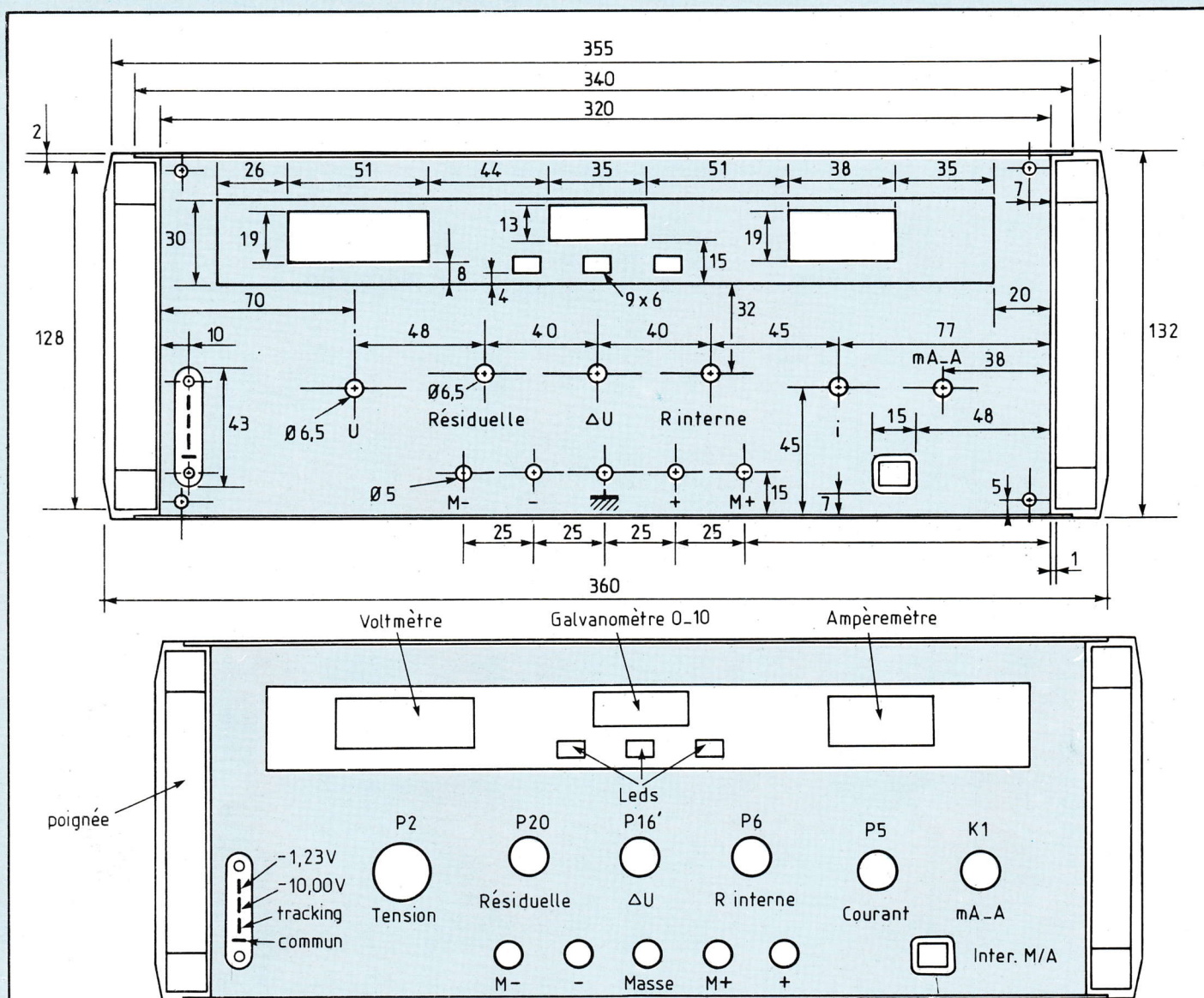
Arrivé à ce point, les fonctionnements partiels obtenus, le reste ne doit plus être qu'une formalité : mise en place de la platine U_{REF} , de la platine régulation et de la platine I constant. A noter, sur cet ensemble, la manière impérative de câbler les alimentations auxiliaires : chaque platine sera reliée **individuellement** au niveau des tensions positives, négatives et masse jusqu'à une cosse relais, placée au plus près de la platine alimentation, cosse relais elle-même câblée au plus court en fil de forte section. Cette façon de faire est la seule permettant d'obtenir une tension régulée exempte des bruits de commutation du thyristor, ou de la platine engendrant les perturbations. Une fois les trois cartes citées fixées et alimentées, on vérifie une dernière fois,

puis on connecte. La régulation tension d'abord : base des ballasts, pont diviseur, U_{REF} ... Intense moment d'émotion, mais si l'on a bien fait les différentes vérifications, c'est le miracle, la tension de sortie suit docilement la manœuvre du potentiomètre de réglage, de zéro à environ 50 V, puisque le tarage n'est pas encore fait. Même procédure pour la limitation en courant : câblage de P5, puis vérification que, à vide, la mise à zéro de P5 entraîne l'effondrement de la tension de sortie puis, après court-circuit de la sortie par un ampèremètre, que le réglage permet la maîtrise totale du courant de sortie, de zéro à environ 5 A.

Il ne reste plus, après ce morceau de bravoure, qu'à câbler les accessoires, depuis le générateur de perturbations jusqu'aux afficheurs, en confirmant à chaque étape le fonctionnement déjà acquis aux essais puis à faire des essais en puissance. On constatera alors (agréablement surpris, nous l'espérons) que Chamois supporte la puissance sans effort apparent, même à 50 V et 5 A, malgré les radiateurs apparemment trop petits pour le courant délivré, ceci étant dû, bien sûr, au limiteur à thyristor.

Les opérations de calibrage termineront cette belle réalisation. Respect rigoureux des paramètres annoncés et refus d'utiliser des composants spéciaux (résistances de précision ou de haute stabilité par exemple) nous ont évidemment obligé à utiliser un nombre respectable d'éléments ajustables. Cette réalisation s'adressant à des

L'ATTENTION SUR LA TENSION



Perçages, découpes et mise en place des composants sur la face avant du coffret. Suivant le modèle utilisé, cette disposition peut être modifiée et n'est donc donnée qu'à titre indicatif.

amateurs largement confirmés d'une part, qui ne devront pourtant l'entreprendre qu'une fois appréhendés tous les détails de fonctionnement d'autre part, nous en resterons là en ce qui concerne la description technique et ne détaillerons pas non plus la procédure de réglage, évidente pour qui nous a suivi jusqu'ici : il s'agit simplement, en agissant sur les éléments concernés, d'obtenir la calibration des paramètres générés, et des valeurs affichées, sachant qu'en aucun cas un

mauvais réglage ne peut empêcher le fonctionnement de l'appareil, hormis peut-être la sécurité température. Il nous reste à examiner deux détails, visibles sur la photo et jusqu'ici absents du texte : la fiche CEE secteur en double exemplaire et la prise de façade. Ces deux éléments sont destinés à commander une éventuelle alimentation négative, permettant de disposer de $\pm 50 \text{ V } 5 \text{ A}$ ou de 100 V sous la même intensité. La deuxième fiche secteur, câblée en parallèle sur

le primaire du transformateur de puissance, sert à alimenter ce second appareil qui reste, bien sûr, à construire, identique à l'alimentation positive. On y mettrait seulement la platine U_{REF} et les générateurs de perturbations, inutiles en double exemplaire. La mise sous tension des deux appareils serait ainsi simultanée, comme il se doit. La prise de façade sert, elle, en version mono-alimentation, à sortir les tensions de référence $+1,23 \text{ V}...$ et $+10 \text{ V}$, ainsi que leur commun. Nous

L'ATTENTION SUR LA TENSION

avons déjà noté l'excellente stabilité de la première, dont il importe à la première occasion d'en relever la valeur exacte à des fins d'étalonnage ultérieur d'instrument de mesure (voltmètre made home par exemple). Dans ce cas, il ne faudra pas oublier le câblage, aux bornes de la prise même, du condensateur C3 de $4,7 \mu\text{F}$. Ce condensateur n'est pas un découplage, comme il peut sembler être à première vue. En fait, l'ICL 8069 se débrouille fort bien tout seul, mais a tendance à entrer en oscillation si on lui connecte une charge légèrement capacitive (quelques centaines de pF). Comme il retrouve sa stabilité à partir de quelques μF , la mise en place de ce condensateur permet tous les cas de figure quant à l'éventuelle capacité connectée à cet endroit. Cette prise permet également le renvoi vers l'éventuelle alimentation négative des tensions nécessaires au fonctionnement en mode totalement séparé (réglage indépendant du + ou du -) ou en tracking intégral (reproduction intégrale, en négatif, du réglage de la partie positive, y compris la génération des différentes perturbations). Dans ce cas, la quatrième broche de la prise sera reliée au point commun de R30 et R33, transmettant toutes les informations relatives au réglage de la partie positive. Le C.I. IC4 de l'alimentation négative, dans laquelle R35, R36 et R37 seraient alors inutiles, serait alors commuté soit sur le potentiomètre de réglage de façade en mode séparé, soit sur cette quatrième broche en mode tracking.

LES POTENTIOMETRES DE FAÇADE

Tous les potentiomètres de façade sont câblés en blindé 2 conducteurs. Ils sont tous référencés à la masse de l'électronique de commande, réalisée par le blindage du fil utilisé, qui sera donc relié à la masse de la carte considérée d'un côté et à la piste du potentiomètre, côté froid de l'autre. Nous disons bien à la masse de la carte et non à la masse châssis car, rappelons-le, les sorties sont flottantes. La masse de l'électronique est au

pôle (-) de la tension de sortie, alors que le châssis est à la borne centrale de «terre». On peut ainsi par câblage externe volontaire ou fortuit, relier ou le (+) à la «terre» ou le (-) à la terre ou laisser la tension de sortie non référencée, tout en conservant un découplage par C 26 ou C 27.

- P2, potentiomètre 10 tours de préférence règle la tension de sortie, le côté chaud reçoit le - 10 V de la carte U_{REF} , le curseur rejoint l'entrée 1 de la carte stabilisation (IC4).

- P5, potentiomètre 10 tours également règle le courant maximum. Son câblage est clairement indiqué sur la carte stabilisation U/I page 63 du n° 42.

- P20, potentiomètre monotour de $1 \text{ k}\Omega$ règle la valeur de la résiduelle désirée. Son point chaud vient des diodes D4 et D5 (fig. 6) au travers d'une résistance de $47 \text{ k}\Omega$. D4, D5 et cette résistance sont à câbler (en l'air) aux bornes mêmes du potentiomètre. Son curseur va à l'entrée n° 2 de IC4.

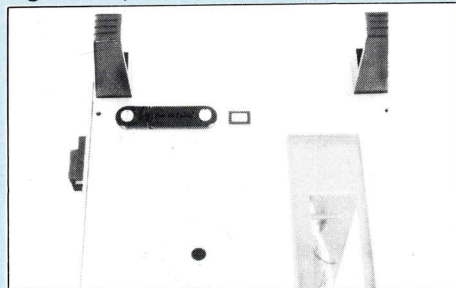
- P16', potentiomètre $1 \text{ k}\Omega$ monotour également, règle l'amplitude du ΔU . Son côté chaud vient du curseur de P16 et son propre curseur va à l'entrée n° 3 de IC4 (fig. 10).

- P6 enfin, monotour de $1 \text{ k}\Omega$ également, fixe la résistance interne. Son câblage est représenté sur la carte stabilisation U/I.

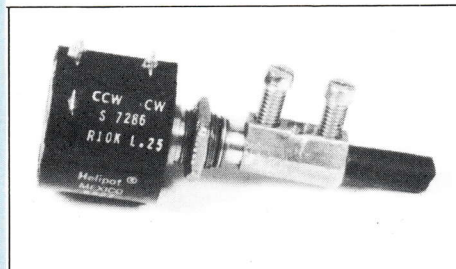
- Le connecteur de façade, lui, comporte 4 broches. La première est le commun relié à la masse de l'électronique. La seconde servira de tracking à destination d'une éventuelle alimentation négative. Elle sera dans ce cas reliée à la sortie de IC4 (point commun de R30 et R33). La troisième sort le - 10,00 V qui provient de la carte U_{REF} .

L'alimentation négative disposerait ainsi soit d'une tension représentative du réglage principal (mode tracking) soit de la référence - 10,00 V permettant de régler la valeur négative indépendamment de la valeur positive (mode séparé). La broche 4 enfin sort le - 1,23 V qui, après relevé exact de sa valeur (voltmètre 200 000 points si possible) pourra servir à des fins d'étalonnage. Cette valeur sera alors avantageusement gravée sur la face avant.

Il faudra néanmoins ne pas perdre de vue que cette broche débouche directement sur la diode de référence Z2. Toute tension positive ou négative introduite fortuitement à ce niveau provoquerait immédiatement la destruction de Z2, l'arrêt de l'alimentation et l'obligation après réparation d'une nouvelle mesure de la valeur délivrée... La forme même du connecteur utilisé (voir photo) permet que ce cas de figure ne puisse être volontaire.



Connecteur de façade.

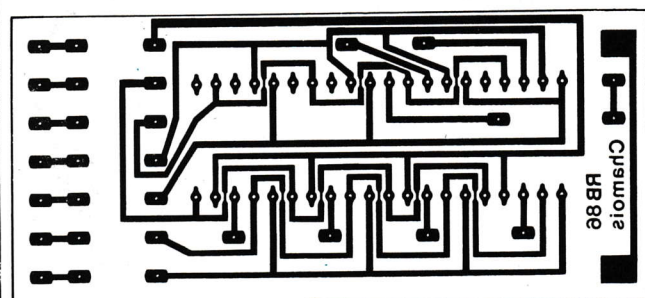
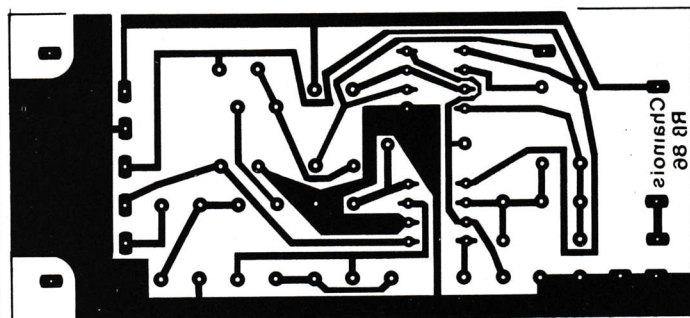
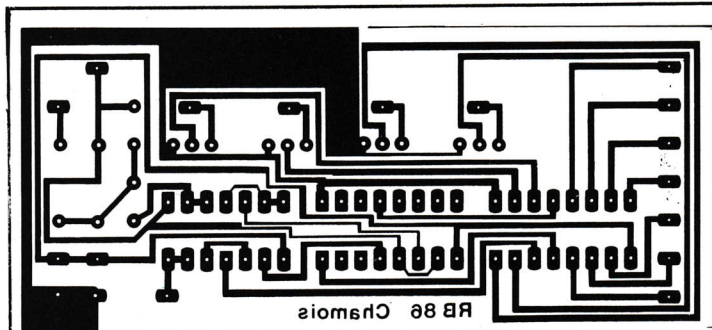


Domino de raccordement d'axes.

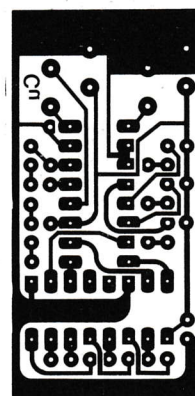
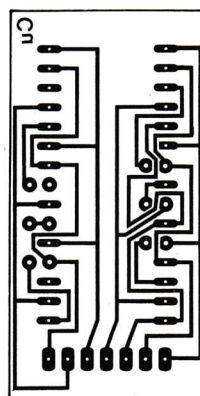
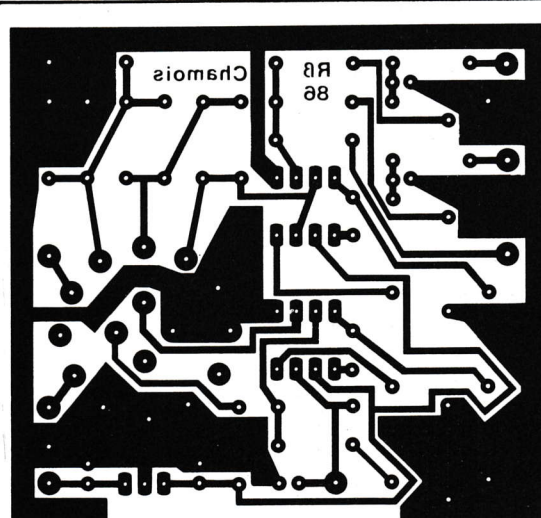
Voici terminée cette longue, et pourtant succincte description. Nous souhaitons à tous ceux qui en entreprendront la réalisation autant de plaisir que nous avons pris à mettre au point les détails de valeurs et de conception permettant d'obtenir cette puissance tranquille, la finesse et l'éventail des différents paramètres maîtrisés, la précision des cotes électriques générées. Nous restons, bien sûr, par l'intermédiaire de la revue, à la disposition des lecteurs qui, ayant entrepris cette réalisation, se heurteraient à quelques points obscurs. Nous tenons par ailleurs à remercier chaleureusement les Ets Laze Electronique où nous avons trouvé la compétence et le dynamisme qui nous furent utiles, et sans qui cette réalisation n'aurait peut-être pas vu le jour.

R. Breton

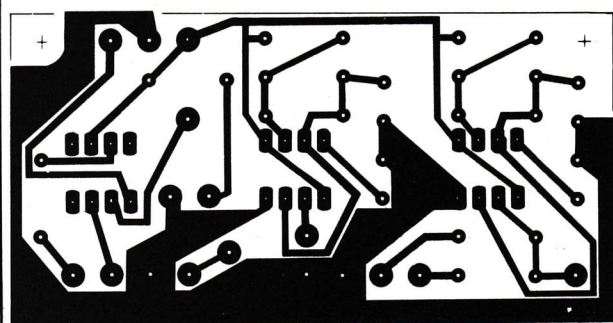
GRAVEZ-LES VOUS-MEME



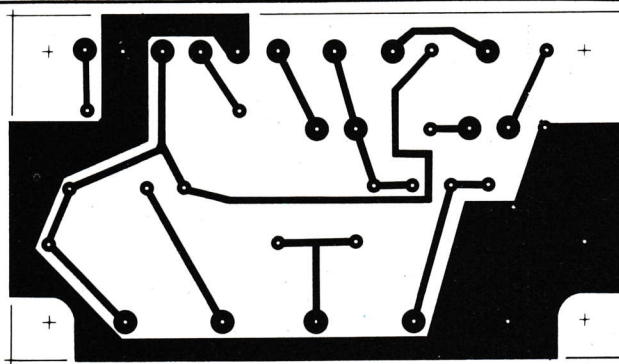
Circuits imprimés du voltmètre 10 000 points.



Circuits imprimés de l'ampèremètre.

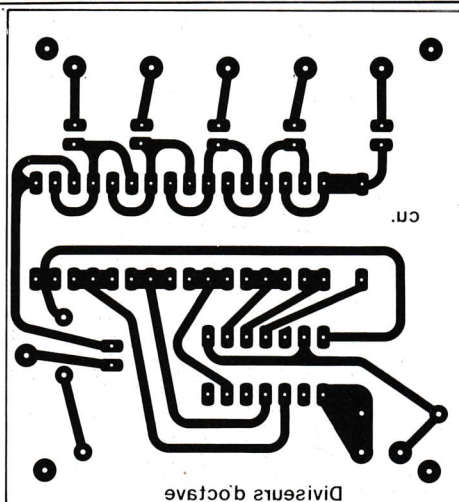
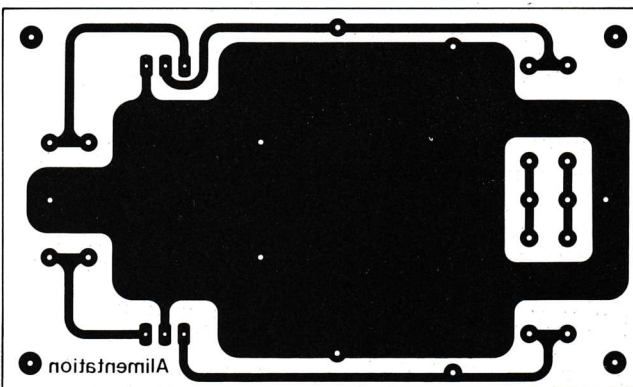
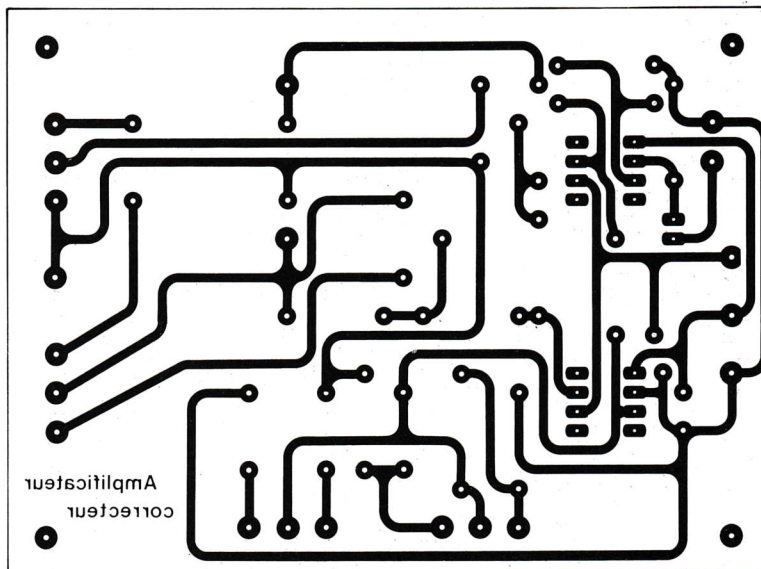
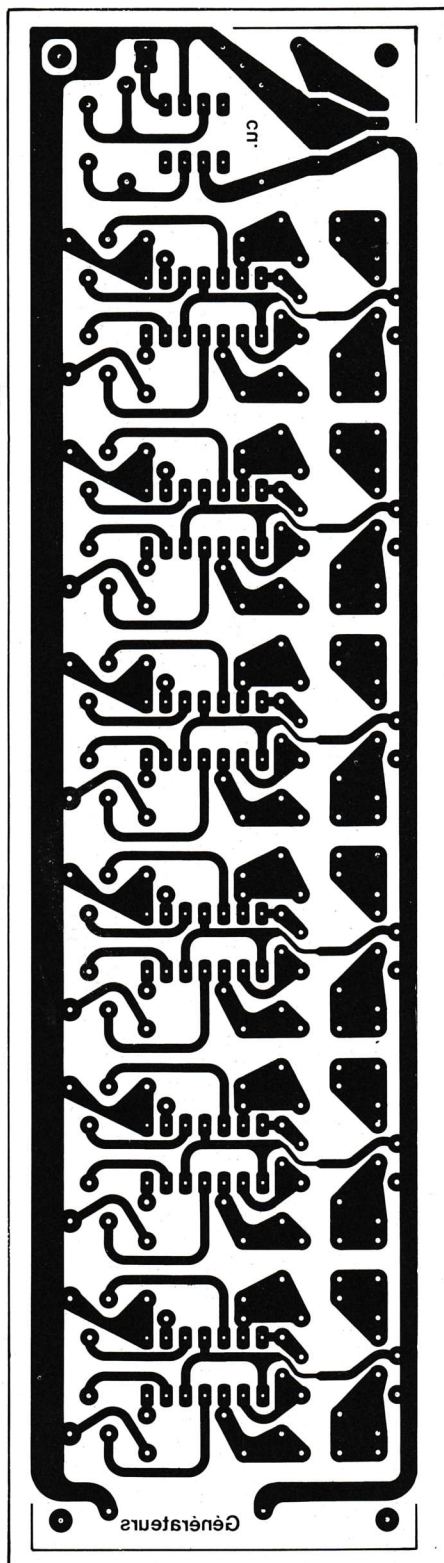


Circuit imprimé de commande des leds et générateur de ΔU .



Circuit imprimé du générateur de courant constant.

GRAVEZ-LES VOUS MEME

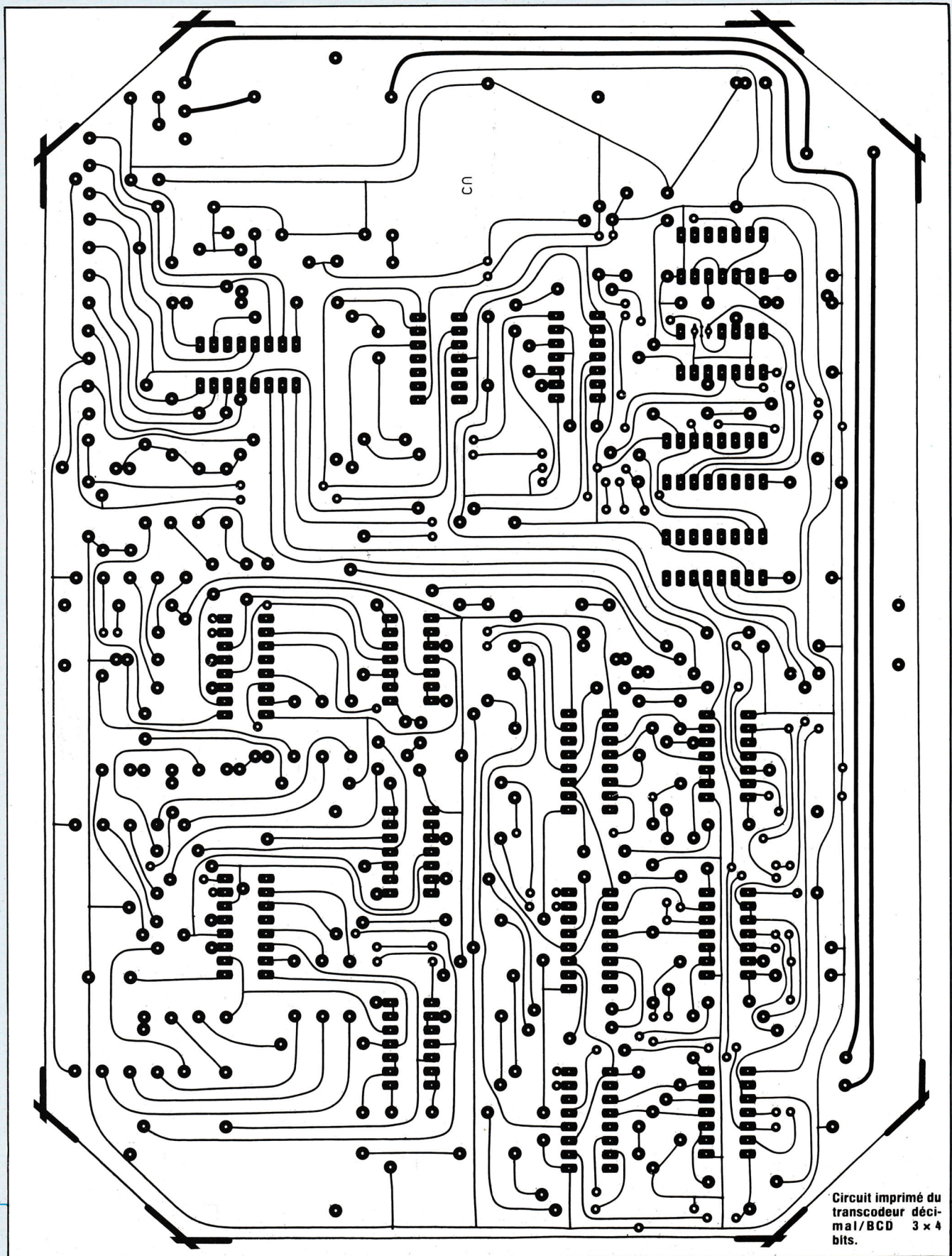


▲ Amplificateur 8 watts.

◀ Orgue électronique
5 octaves
(version de base).

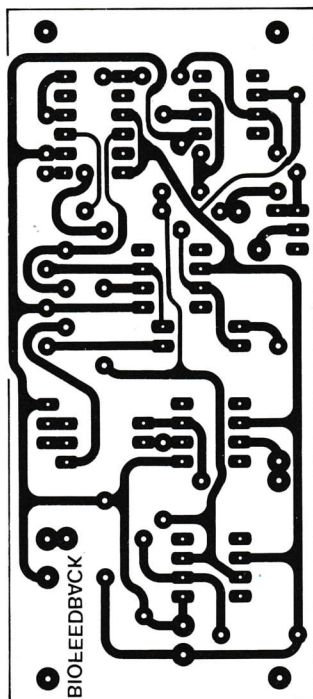
Les implantations
sont volontaire-
ment publiées à
l'envers pour que
le côté imprimé de
cette page soit en
contact direct
avec le circuit lors
de l'insolation.

GRAVEZ-LES VOUS MEME

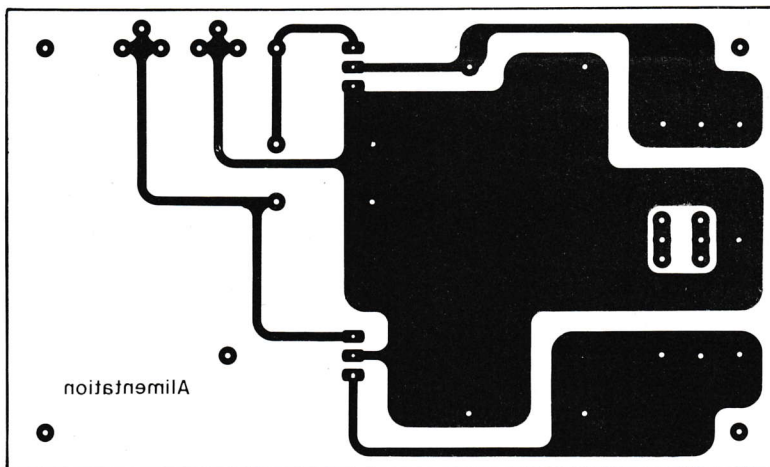


Circuit imprimé du
transcodeur déci-
mal/BCD 3 x 4
bits.

GRAVEZ-LES VOUS-MEME



Biofeedback.



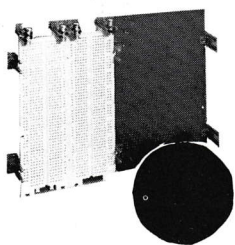
Alimentation de l'orgue électronique 5 octaves.

Les implantations sont volontairement publiées à l'envers pour que le côté imprimé de cette page soit en contact direct avec le circuit lors de l'insolation.

Lab BOITES DE CIRCUIT CONNEXION sans soudure

Double Lab - Super Lab - Nouveau Concept

Une révolution dans les essais
Utilisation en double face
Reprise arrière des contacts

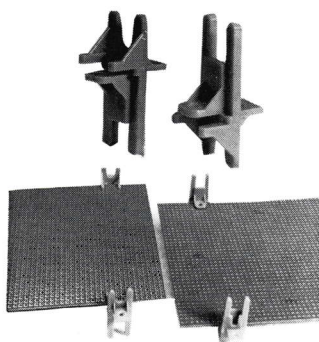


SS 187 : Super Lab 1260
avec C.I. 10x15 cm et douilles

Double Lab	T.T.C.
DBL 500.....	112 F
DBL 630.....	142 F
DBL 1000.....	202 F
DBL 1260.....	262 F
Super Lab avec C.I. et douille	
S Lab 1000.....	270 F
S Lab 1260.....	343 F

Lab 500. . . 95 F	Lab 1000 "plus" 292 F
Lab 630. . 125 F	Lab 1260 "plus" 370 F
Lab 1000. 185 F	

SUPPORT Lab pour circuits imprimés



Accessoire indispensable pour Essais - Contrôle - Dépannage de tous circuits imprimés.
Le support Lab se fixe sur le bord du circuit imprimé.
Par retournement, il permet la soudure ou le contrôle des contacts.
Il isole le montage.
Réutilisable - s'assemble sur les boîtes de circuit connexion Lab.
Pièce par 32 pièces 3,75 F TTC 117 F TTC

Documentation gratuite à **SIEBER SCIENTIFIC^R**
Saint-Julien-du-Gua 07190 St-SAUVEUR-MONTAGUT
Tél. 75.66.85.93 - Telex : Selex 642138 F code 178

BON DE COMMANDE

Pour compléter votre collection de LED

à adresser aux EDITIONS FRÉQUENCES
service abonnements
1, boulevard Ney 75018 PARIS

Je désire : . . . n° 12 ☐ . . . n° 14 ☐ . . . n° 15 ☐
 . . . n° 16 ☐ . . . n° 17 ☐ . . . n° 18 ☐ . . . n° 19 ☐
 . . . n° 20 ☐ . . . n° 22 ☐ . . . n° 26 ☐ . . . n° 27 ☐
 . . . n° 29 ☐ . . . n° 30 ☐ . . . n° 31 ☐ . . . n° 33 ☐
 . . . n° 34 ☐ . . . n° 36 ☐ . . . n° 38 ☐ . . . n° 40 ☐
 . . . n° 41 ☐

Les numéros 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 21, 23, 24, 25, 28, 32, 35, 37 et 39 sont épuisés.

(indiquer la quantité et cocher les cases correspondantes aux numéros désirés).

Je vous fais parvenir ci-joint le montant

de F par CCP ☐ Par chèque bancaire ☐
par mandat ☐

22 F le numéro (frais de port compris).

Mon nom :

Mon adresse :

Beckman Industrial™

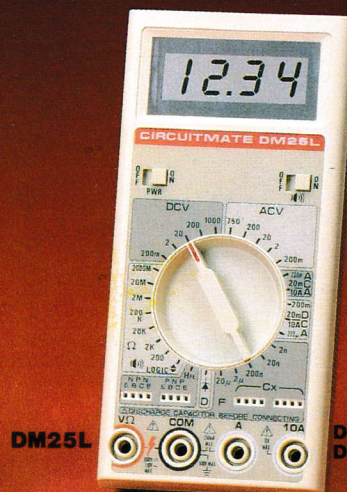
La Bonne Mesure



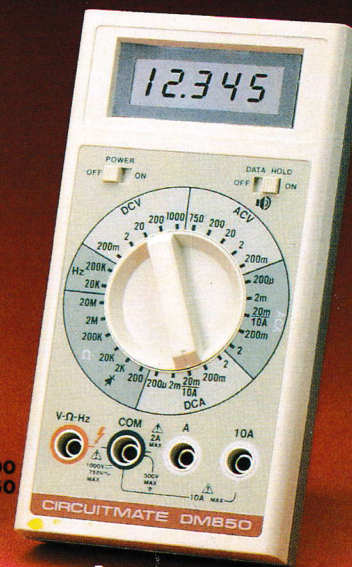
DM10
DM15B
DM20L



DM23



DM25L



DM800
DM850

La nouvelle gamme de multimètres économiques

- **DM10:** 17 gammes protégées par fusibles. Impédance d'entrée 1MΩ. Précision 0,8% VCC. **Prix ttc: 349 F.**
- **DM15B:** 27 gammes. Bip sonore. Protection 2A DC/AC. Impédance 10MΩ. 1000 VDC/750VAC. **Prix ttc: 616 F.**
- **DM20L:** identique au DM15B avec 30 gammes. Mesure du gain des transistors. Test logique. Calibre 2A. Lecture directe 200MΩ et 2000MΩ. **Prix ttc: 718 F.**
- **DM23:** 23 gammes. Calibre 10A AC/DC. Bip sonore. Mesure du gain des transistors. **Prix ttc: 729 F.**
- **DM25L:** identique au DM23 avec 29 gammes. Mesure de capacités en 5 gammes. Test logique. Lecture directe sur calibre 2000MΩ. **Prix ttc: 821 F.**
- **DM800:** 28 gammes. 4 digits-1/2. Fréquence-mètre. Bip sonore. Fonction mémoire. **Prix ttc: 1.974 F.**
- **DM850:** identique au DM800. Le DM850 mesure la valeur efficace vraie. **Prix ttc: 2.324 F.**



Oscilloscopes

9020: 2 x 20 MHz

- Double trace
- Ligne à retard

Prix TTC: 4.738 F

9060: 2 x 60 MHz

9100: 2 x 100 MHz

- Double trace
- Double base de temps

Prix 9060: 14.226 F TTC

Prix 9100: 18.970 F TTC



Générateur de Fonctions FG2

- Signaux sinus, carrés, triangle, pulses
- de 0,2Hz à 2MHz en 7 gammes
- 0,5% de précision
- Distorsion inférieure à 30dB
- Entrée VCF (modulation de fréquence)

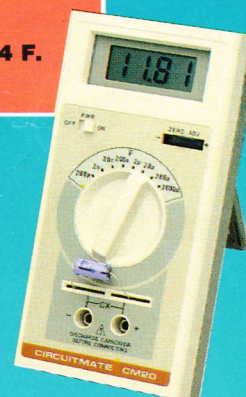
Prix TTC: 1.978 F.



Compteur UC10

- 5Hz à 100MHz
- 2 canaux d'entrée
- Mesure de fréquences & rapports de fréquences
- 4 temps de porte
- Affichage LED à 8 digits

Prix TTC: 3.070 F.



Capacimètre CM20A

- 8 gammes de mesure
- de 200pF à 20000μF
- Résolution de 1pF
- Précision 0,5%

Prix TTC: 799 F.

CIRCUITMATE™ de Beckman Industrial™

DISTRIBUÉ PAR :

ACER

Les prix sont donnés à titre indicatif et peuvent varier selon nos approvisionnements.

ACER COMPOSANTS

42, rue de Chabrol 75010 PARIS

Tél. : (1) 47.70.28.31

De 9 h à 12 h 30 et de 14 h à 19 h
du lundi au samedi

REUILLY COMPOSANTS

79, bd Diderot 75012 PARIS

Tél. : (1) 43.72.70.17

De 9 h à 12 h 30 et de 14 à 19 h du
lundi au samedi. Fermé lundi matin

SYPER

Télex : SYPER 218488 F

Beckman
metrix
elc
LEADER
Weller.

60, rue de Wattignies 75017 PARIS Tél. : 43.47.58.78



ALIMENTATIONS

elc



AL841 3-4,5-6-7,5-9-12 V 1 A **196 F**
AL745 2 à 15 V 3 A **563 F**
AL812 ca 30 V 2 A **652 F**
AL781 ca 30 V 5 A **1540 F**
AL823 2 x ca 30 V **3024 F**
ou ca 60 V 5 A

CAPACIMETRES



BECKMAN CM20 à rotacteur de 200 pF à 2 000 µF **798 F**

FREQUENCEMETRES

BECKMAN UC10 5 Hz à 100 MHz 8 digits. Fréquence-mètre, périodmètre, intervalle, unité de comptage, etc. **2 990 F**
CENTRAD 346 1 Hz à 600 MHz **1 880 F**
ELC FR 853 1 Hz à 100 MHz digital **1 420 F**

GENERATEURS DE FONCTIONS

BECKMAN FG2 générateur de fonctions sinus, carré, triangle, pulses de 0,2 Hz à 2 MHz en 7 gammes **1 978 F**
LEADER LFG1300 générateur de fonctions de 0,002 Hz à 2 MHz **8 490 F**



GENERATEURS BF

LEADER LAG 120A générateur BF, très faible distorsion 0,05 %, de 10 Hz à 1 MHz sortie 3 V RMS **3 280 F**
LEADER LAG 126 générateur BF de 5 Hz à 500 kHz. Très très faible distorsion **7 260 F**

GENERATEURS HF



LEADER LSG 17 de 10 Hz à 150 MHz, sortie 100 mV. Modulation interne 1 kHz **1 690 F**

NOUVEAU

Crotech

3031

Oscilloscope simple trace 20 MHz
● Sensibilité 2 mV/div.
● Testeur de composants
● Livré avec 1 sonde
GARANTIE 2 ANS 2 390 F

3132

Oscilloscope 2 x 20 MHz
● Sensibilité 2 mV/div.
● Double testeur de composants
● Mini-alim. incorporée +5 V - 1 A max.
+12 V - 0,2 A max.
-12 V - 0,2 V max.
● TV frame et TV ligne
● Livré avec 2 sondes
GARANTIE 2 ANS 3 990 F

METEX 3650

3 1/2 digits - 0,3 % en VCC (± 1 dgt)

Fonctions

- Multimètre 20 A
- Capacimètre
- Transistormètre
- Fréquence-mètre
- Test diode - Bip sonore
- Boîtier antichoc
- Hauteur digit 30 mm

METEX 3530

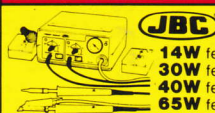
3 1/2 digits - 0,5 %

Fonctions

- Multimètre 10 A
- Capacimètre
- Transistormètre
- Test diode - Bip sonore



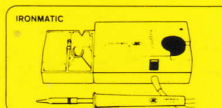
ENSEMBLES DE SOUDURE



JBC
14W fer à souder 14 W 220 V **120 F**
30W fer à souder 30 W 220 V **105 F**
40W fer à souder 40 W 220 V **105 F**
65W fer à souder 65 W 220 V **140 F**

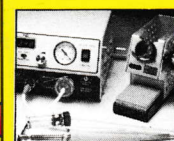
REPAIR STATION station de soudage et de dessoudage **4 460 F**
DESOLD STATION station de dessoudage **3 320 F**

IRONMATIC ensemble de soudage thermorégulé **990 F**



POIRE A DESSOUDER **82 F**
SUPPORT FER A SOUDER **91 F**
S 60 soudeuse 60 % 10/10 bob. 500 g **99 F**

Weller.



WTCPS ensemble de soudage **825 F**
WECP 20 poste de soudage thermorégulé de 150°C à 450°C **1 065 F**
EC 2002 poste de soudage thermorégulé à affichage numérique de 60°C à 450°C **1 485 F**
WC 100 fer à souder sans fil avec batterie incorporée, éclairage intégré, livré avec chargeur **368 F**
VP 801 EC ensemble de dessoudage point par point alimentation et pompe intégrée **6 405 F**
DS 701 EC nouvel ensemble autonome pour le soudage et le dessoudage à affichage numérique **11 150 F**
AG 700 fer à air chaud réglable de 50°C à 450°C **8 125 F**

MATERIEL PROFESSIONNEL

syntronic

FC 4010

Fréquence-mètre 1 Hz à 300 MHz sur 2 entrées
Sensibilité <15 mV c.a.c.
Précision : ± 1 digit
± 0,001 %

FG 3010

Générateur de fonctions 1 Hz à 500 kHz sinus, rectangle, triangle
Distorsion < 0,5 %
Amplitude réglable de 0,1 V à 10 V c.c. Offset DC réglable de -5 V à +5 V

FG 3110

Générateur de fonctions avec fréquence-mètre incorporé **3 990 F**

PS 1010

Alimentation professionnelle 0-30 V / 0 à 6 A. Régulation 0,01 %. 6 protections avec bip sonore. Refroidissement par ventilateur avec régulation automatique de la vitesse de rotation

PS 1110

Idem avec affichage digital **4 160 F**

PS 1020

Alimentation 0 V à 30 V / 0 à 12 A **4 660 F**

PS 1120

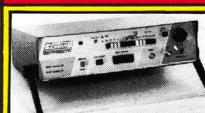
Idem à affichage digital **5 360 F**

PS 1120

Idem à affichage digital **5 860 F**



MIRES

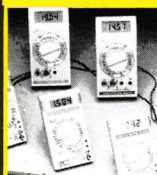


CENTRAD mire PAL-SECAM **9 998 F**

LEADER LCG 398
SECAM B-C-D-G-H-I-K-L son 5,5/6/6,5 MHz (AM - FM) **12 650 F**
LEADER LCG 404 idem PAL/SECAM **21 190 F**

MULTIMETRES

LUTRON DM 6010 multimètre digital 2 000 pts. Précision 0,5 % + sacoche de transport **598 F**
DM 6011 idem + testeur transistor + sacoche **625 F**



BECKMAN
DM 25 L **820 F**
DM 77 **610 F**
T 3020 **1 780 F**
350 multimètre de table **2 630 F**
360 multimètre de table, RMS, valeur efficace **3 290 F**

METRIX
MX 522 multimètre 3 1/2 digits 2 000 pts **883 F**
MX 430 analogique 40 kΩ / V **936 F**
MX 462 analogique 20 kΩ / V **698 F**

MONACOR
DMT 850 multimètre format de poche. Test transistor **385 F**

OSCILLOSCOPES

(vendus avec 2 sondes 1/10 + câble BNC/BNC)

BECKMAN 9020 2 x 20 MHz double trace **4 699 F**
BECKMAN 9060 2 x 60 MHz **14 225 F**
BECKMAN 9100 2 x 100 MHz **18 970 F**
LEADER LBO 523 2 x 40 MHz double trace **10 350 F**
LBO 524 L idem + double base de temps **13 450 F**
LBO 518 100 MHz 4 canaux 8 traces **23 720 F**
METRIX OX 710 C **3 540 F**
Autres produits sur commande.

PROMO LABO KF

1 Banc à isoler 270 X 400 mm, livré en kit, à monter.
1 Machine à graver 180 X 240 mm.
1 Atomiseur DIAPHANE rend transparent tout papier.
3 Plaques époxy présensibilisées 150 X 200 mm.
3 Litres de perchlorure de fer.
1 Sachet Révélateur.

H.T. 1517,70
T.T.C. 1800,00

FG 600 fer à souder portable, sans fil, sans batterie, sans courant ! Rechargeable en 15 secondes comme un briquet.
Caractéristiques
● Puissance réglable de 10 à 60 W
● Temps de chauffe : 20 secondes
● Autonomie : 1 h à 1 h 30 selon la puissance
● Effet magnétique : néant
● Livré avec panne : 2,4 mm
● Durée de la panne environ 48 h
● Possibilité d'adapter 3 pannes de diamètre différent

TTC 298 F

TOKO

INDUCTANCES	TTC	KACS 1506 A	20 10	166 NNF 10264 AG	17 10
0,22 UH	9,65	TRACS 34342	20 10	KENS K 4028 DZ	18,75
1,5 UH	5,40	BTAKN 34721	18,75	KENS K 4172 EK	21,35
2,2 UH	6,75	BTAKN 34722	18,75	KENS K 4434 DZ	21,35
10 UH	5,40	KACAK 1345	20 10		
15 UH	5,40	KACAK 1769	20 10	FILTRES CERAMIQUES MBB	80,00
22 UH	5,40	ANSA 3066 HM	28,75	SFE 5,5 M les 10	80,00
47 UH	5,40	CNS 2K 159 DC	21,55	SFE 6 M les 10	80,00
100 UH	5,40	CNS 2K 218 DC	21,55	SFE 6,5 M les 10	80,00
220 UH	5,40	CNS 2K 241 DC	21,55	FILTRES DISCRIMINATEUR MC 10	80,00
470 UH	5,40	CNS 2 K 249 DC	21,55	MC 10 5,5 M les 10	80,00
	18,75	CNS 2 K 281 DZ	21,55	MC 10 6 M les 10	80,00
	18,75	CNS 2 K 309 AD	21,55	MC 10 6,5 M les 10	80,00
	18,75	YANS 60027 N	20 10		
	18,75	YANS 60033 N	20 10		
	18,75	KANS R 3333	18,75		
	18,75	KANS K 3334	18,75		
	18,75	KANS K 3335	18,75		

VENTE PAR CORRESPONDANCE

1) Paiement à la commande forfait port et emballage : 35.F.
AMIS DE PROVINCE : AU DESSUS DE 1000 F D'ACHAT, PORT GRATUIT.
2) Contre remboursement : acompte 20% à la commande.

DETAXE A L'EXPORTATION
● Nous honorons les commandes des Ecoles, des Administrations et des Centres de Formation Professionnelle.
● Ces prix sont donnés à titre indicatif et peuvent varier sans préavis.
HORAIRES : Du lundi au samedi de 9 h à 12 h 30 et 14 h à 18 h 30. Le vendredi fermeture à 17 h 30. Métro Michel Bizot.
TRES GRAND PARKING GRATUIT A VOTRE DISPOSITION.