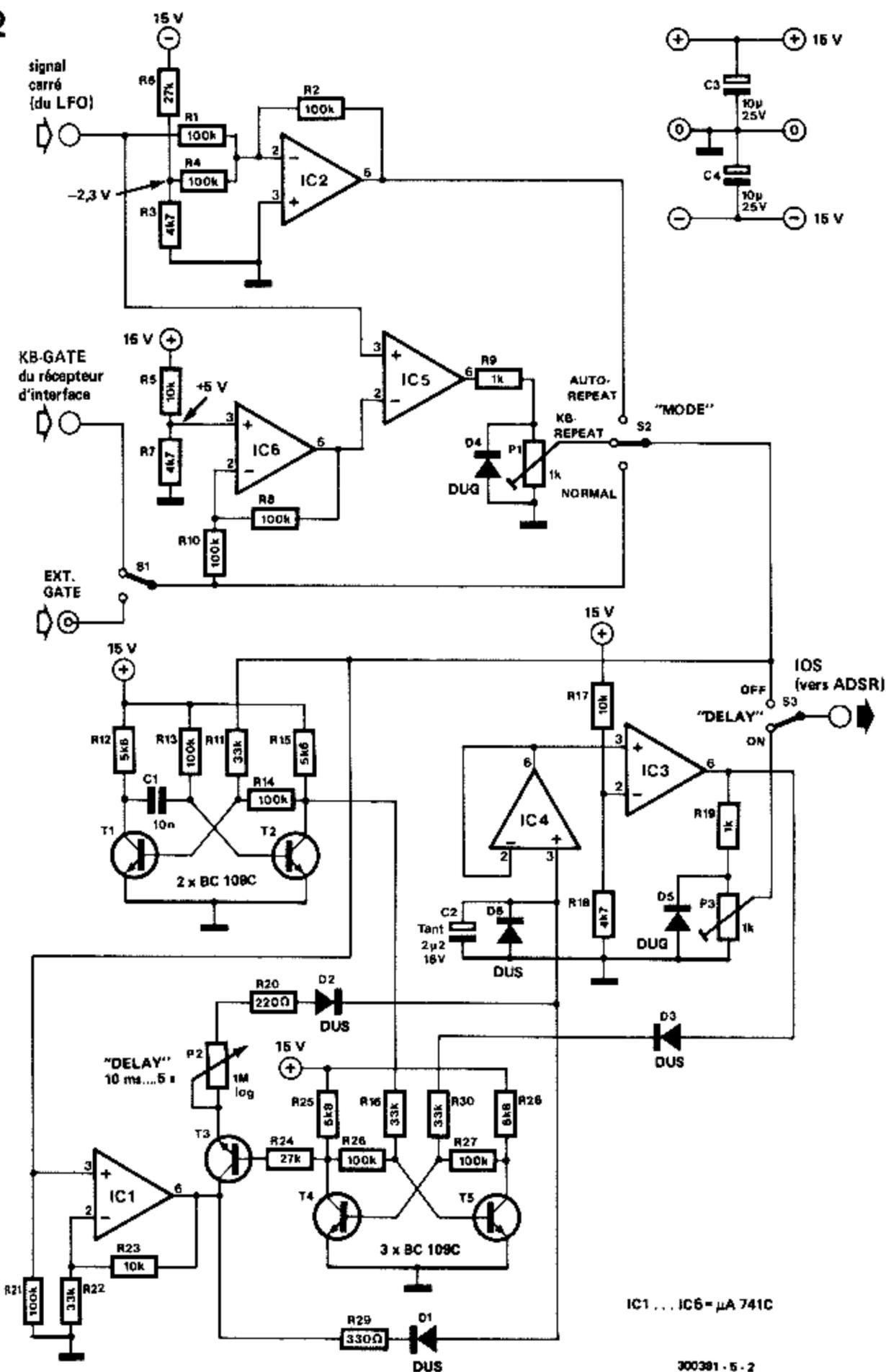


2



Liste des composants de la figure 2

Résistances:

R1, R2, R4, R8, R10, R13, R14, R21, R26, R27 = 100 k
 R3, R7, R18 = 4k7
 R5, R17, R23 = 10 k
 R6, R24 = 27 k
 R9, R19 = 1 k
 R11, R16, R22, R30 = 33 k
 R12, R15 = 5k6
 R20 = 220 Ω
 R25, R28 = 6k8
 R29 = 330 Ω

Potentiomètres:

P1, P3 = 1 k (ajust.)
 P2 = 1 M (log.)

Condensateurs:

C1 = 10 n (MKH, MKM)
 C2 = 2μ2/16 V, tantale
 C3, C4 = 10 μ/25 V

Semiconducteurs:

D1, D2, D3, D6 = DUS
 D4, D5 = DUG
 T1... T5 = TUN (par ex. BC 550C)
 IC1... IC6 = μA 741 C (mini dip)

Divers:

S1, S3 = inverseur miniature
 S2 = commutateur à 3 positions
 3 x mini-jacks
 2 x boutons (axe 6 mm)
 1 x connecteur 31 broches ou picots

Figure 1. Schéma de principe simplifié d'un module de commande d'ADSR. Le circuit de retard ressemble au circuit AR d'un ADSR du FORMANT, lorsque D = 0.

Figure 2. Circuit complet d'un module de commande d'ADSR.

de porte venant de l'extérieur (séquenceur par exemple). Les caractéristiques de ce signal doivent être: +5 V = ON, 0 V = OFF.

Le signal provenant d'un LFO (sortie carrée) est appliqué à IC2 qui déplace le niveau de +2,3 V. Si S2 est en position "AUTO REPEAT", le générateur d'enveloppe sera déclenché au rythme du LFO. En position "KB-REPEAT", le signal de sortie du comparateur IC5 parvient à l'entrée de l'ADSR (relié par câblage interne) via R9 et P1. La tension de référence présente à l'entrée inverseuse est réalisée à partir du signal de porte venant du clavier, inversé et déplacé de 5 V. A l'entrée non inverseuse parvient le signal carré du LFO (inchangé). De telle sorte que l'ADSR est déclenché au rythme du LFO, mais seulement aux moments où le signal de porte du clavier (ou d'un séquenceur) est présent sur l'entrée Gate interne ou externe. Il s'en suit un effet de répétition qui a valu son nom à cette position de S2.

Venons-en au circuit de retard; celui-ci ressemble au circuit de l'ADSR proprement dit tel qu'on le rencontre dans le FORMANT. En voici une explication brièvement détaillée: le signal de porte appliqué à l'entrée du circuit de retard déclenche la bascule monostable construite autour de T4 et T5; ce dernier devient conducteur et T4 se bloque. Son collecteur a un potentiel de +15 V à ce moment-là et T3 se met à conduire, ouvrant ainsi le chemin de charge d'où va découler le retard.

La charge du condensateur au tantale C2 se fait pendant une durée variable selon la position de P2: cette durée correspond au retard apporté au signal de porte. La tension aux bornes de C2 est découplée sous faible impédance par l'ampli-op IC4. L'impédance d'entrée d'IC4 est assez élevée pour que l'on puisse affirmer que la quasi totalité du courant délivré par IC1 est emmagasinée par C2. De la sortie d'IC4, le signal parvient à l'entrée non inverseuse d'IC3.

Dès que la tension aux bornes de C2 atteint le seuil de commutation du comparateur IC3 (soit 5 V environ), la sortie de ce dernier passe de -12...14 V à +12...14 V, ce qui remet la bascule T4/T5 à zéro, à travers D3 et R30. En conséquence, T3 se bloque, achevant ainsi la charge de C2 (fin du retard). La tension aux bornes de C2 est alors mémorisée à l'entrée du circuit de retard jusqu'à la fin du signal de porte. Lorsque celle-ci se produit, le flanc descendant à la sortie d'IC1 permet à C2 de se décharger à travers D1 et R29. La présence de R29 introduit une constante de temps de 3 ms environ pour cette décharge. Le circuit de retard est alors prêt à différer un nouveau signal de porte.

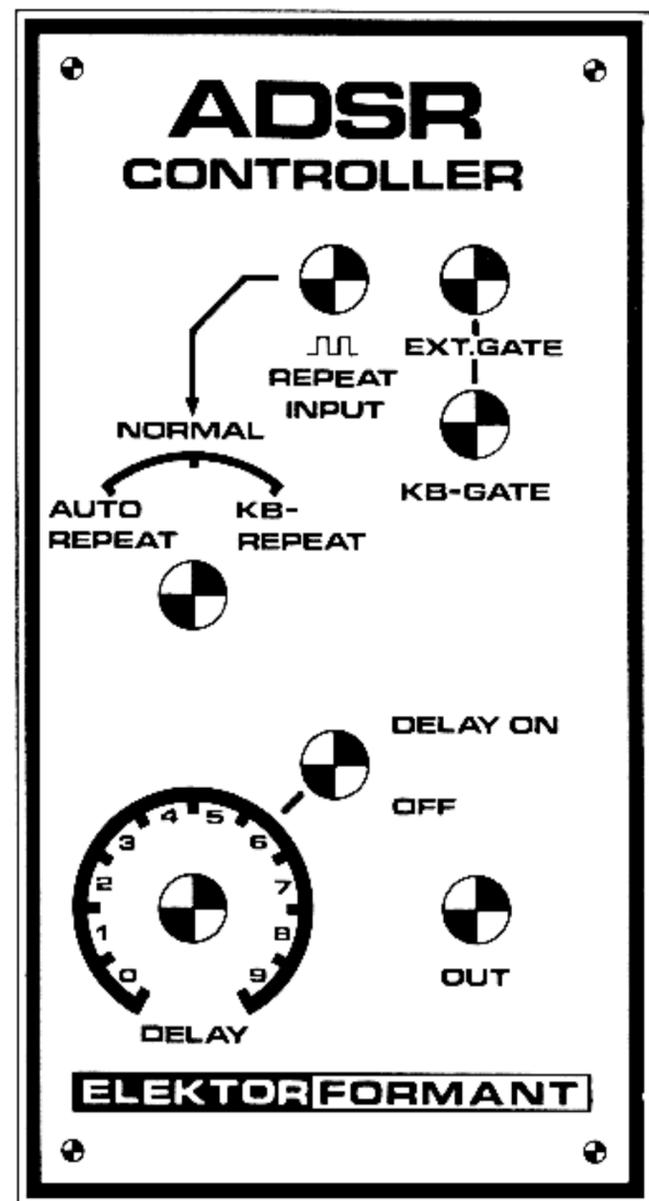
P3 permet d'ajuster le niveau de sortie du comparateur IC3 à +5 V environ. D3 bloque les variations négatives à la masse. De sorte que le signal disponible à la sortie du circuit de retard est parfaitement compatible avec la ligne "GATE" du synthétiseur. Grâce

à S3, il est possible de pré régler un retard que l'on mettra en œuvre au moment voulu.

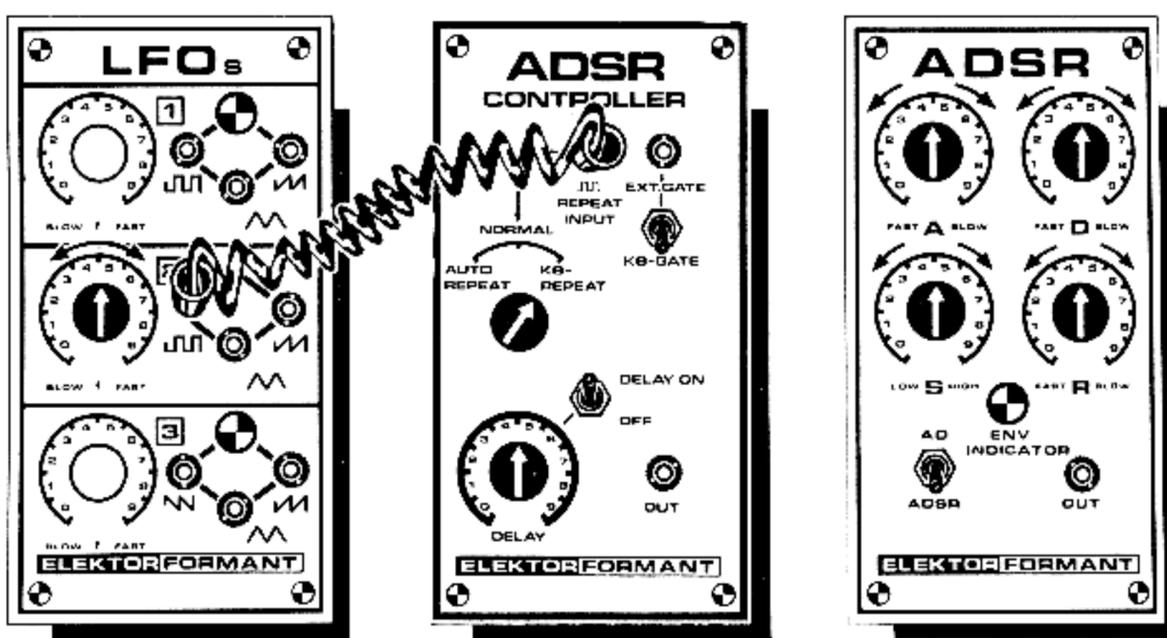
Choix des composants

Comme dans le cadre général du FORMANT, le choix des composants n'est pas critique pour autant que l'on se tienne à des produits de qualité. Un condensateur au tantale est indispensable pour C2. Les transistors

4



5



T1 . . . T5 seront de préférence du type C (par exemple BC 550C).

Construction et réglage

Le circuit imprimé que l'on pourra réaliser pour ce nouveau module apparaît sur la figure 3, avec sa sérigraphie pour l'implantation des composants.

Il serait logique de prévoir un module de commande par ADSR; mais rien n'empêche des combinaisons plus économiques! Le câblage sera réalisé de façon interne, de préférence; mais là encore, rien n'empêche de le faire en face avant. Lorsqu'un module générateur d'enveloppes est relié à un module de commande, il faudra supprimer la liaison avec la ligne KB-GATE provenant du récepteur d'interface.

Les seuls organes de réglage pour la mise en forme du signal de sortie sont P1 et P3. Le réglage de P1 sera fait avec un LFO oscillant très lentement et en actionnant une touche du clavier en même temps (S1 en position KB-GATE). Il suffit alors d'ajuster P1 de sorte que

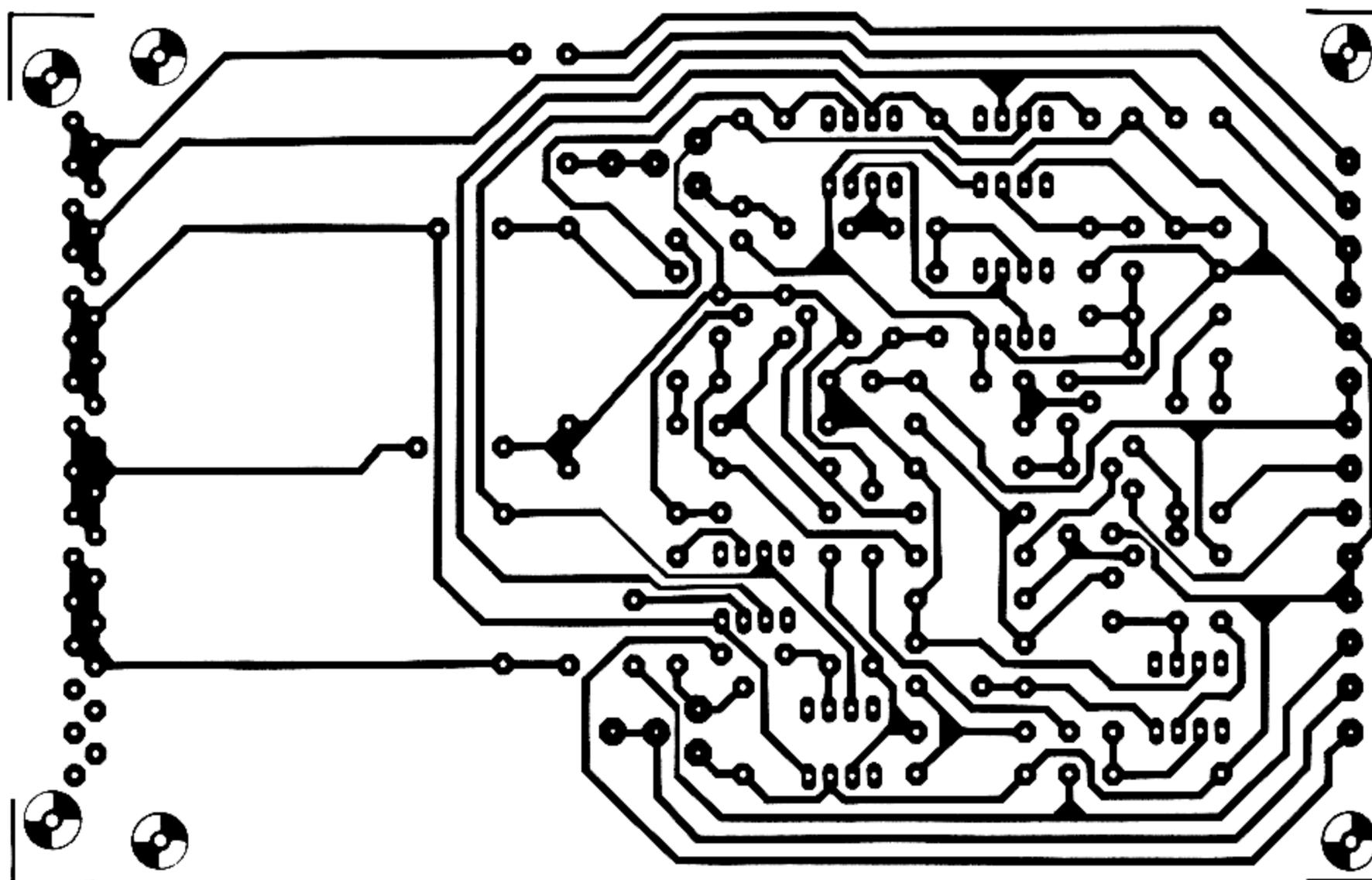
Figure 3. Circuit imprimé et sérigraphie pour l'implantation des composants du module de commande d'ADSR.

Figure 4. Suggestion pour une face avant.

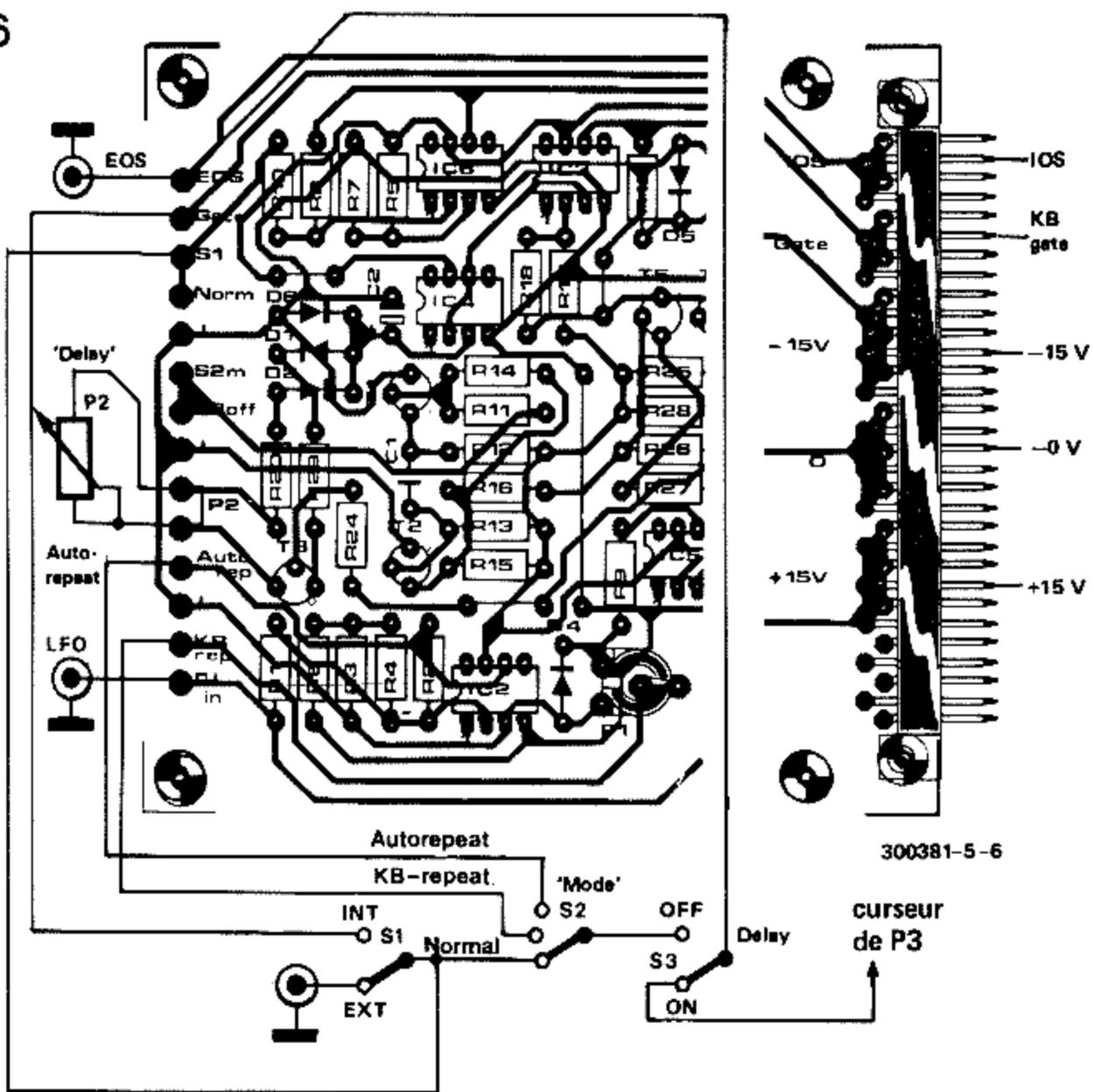
Figure 5. Configuration "KB-REPEAT".

Figure 6. Schéma de câblage de la face avant et du circuit imprimé.

3



6



VC-LFO

Les LFO (Low Frequency Oscillator = Oscillateur Très Basse Fréquence) sont absolument indispensables dans un synthétiseur. Ils sont utiles pour toutes les modulations, qu'elles soient de fréquence (VCO), de timbre (VCF), ou d'amplitude (VCA). Ils introduisent ce supplément d'instabilité qui donne au synthétiseur juste ce qu'il lui faut de "vie". Jusqu'ici, nous ne disposions que d'oscillateurs très basse fréquence *simples*; il n'était pas possible de les commander en tension comme les autres modules du FORMANT. Or cette possibilité apporte une grande variété d'effets, comme l'intensification des effets de déphasage, la modulation des effets de trémolo à partir de la frappe du clavier (voir circuit de "modulation dynamique" du clavier), mobilité du vibrato d'après la hauteur des notes jouées sur le clavier, intermodulation des LFO, etc...

Le nouveau module de LFO commandé en tension délivre deux signaux de commande indépendants (pour FM, TM, PWM, CM, AM). Et c'est ainsi que même nos LFO se mettent sous la houlette de Moog, l'initiateur de la commande en tension. C'est ce que fait apparaître le schéma de principe de la figure 1.

Mais tout cela prend de la place et sur un circuit imprimé nous ne trouvons plus que deux oscillateurs... mais de quoi nous plaindrions-nous, ils sont commandés en tension! Et chacun de ces oscillateurs dispose de trois sorties, ce qui laisse la porte ouverte aux modulations les plus raffinées.

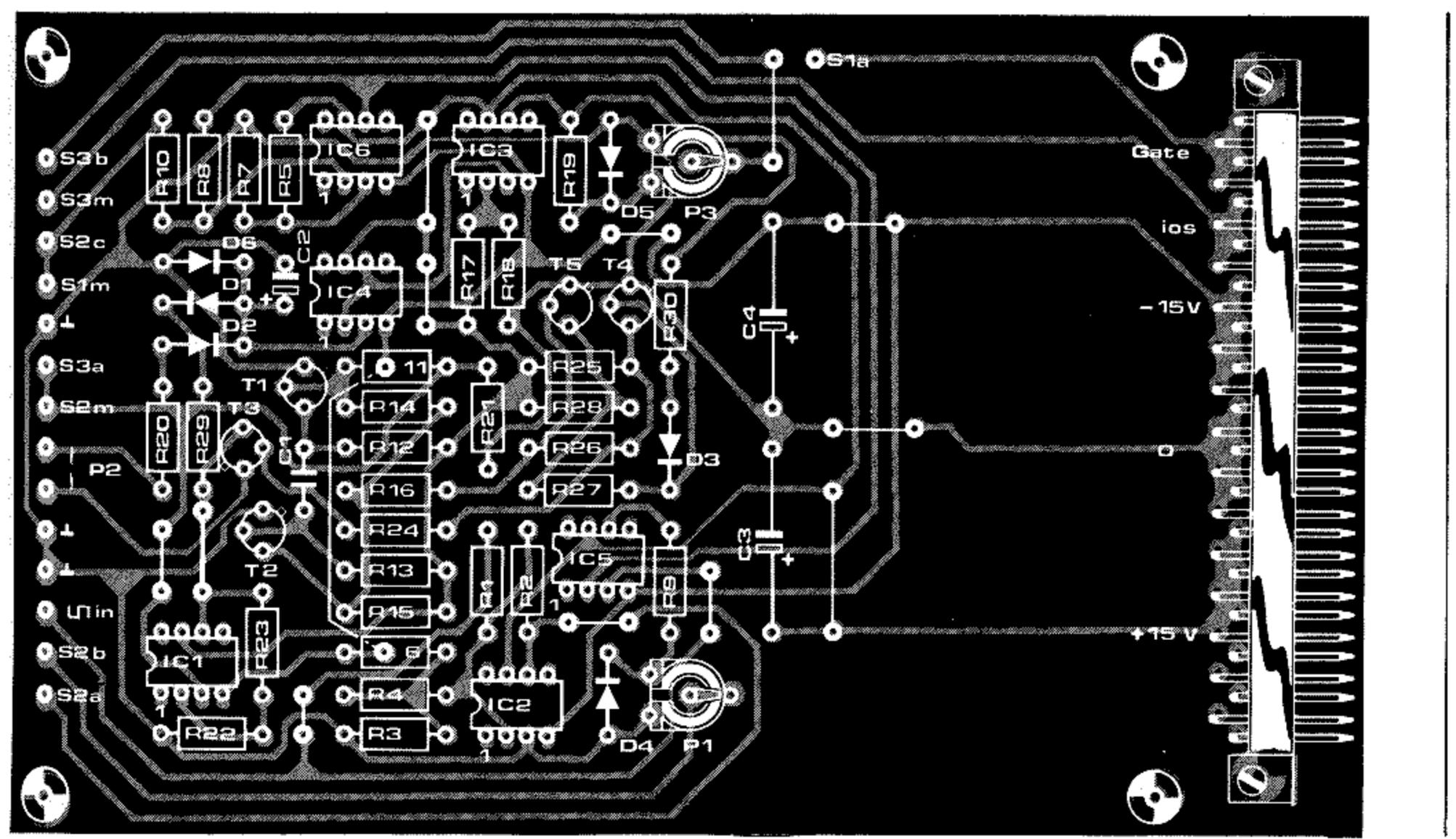
L'ADSR commandé démarre normalement. Le réglage de P3 est satisfaisant lorsque le signal de sortie du circuit de retard (touche actionnée, retard minimum) évolue entre 0 V et +4,7 ... 5 V.

Applications

Le signal appliqué à l'entrée EXT. GATE pourra provenir d'un séquenceur tout aussi bien que du clavier ou d'un

réseau distributeur (voir chapitre 4). L'entrée REPEAT sert exclusivement à provoquer la répétition de la fonction ADSR au rythme du LFO qui la commandera.

La possibilité du retard affectant le signal de porte élargit la palette sonore du FORMANT: chorus, percussion-repeat, mandoline, etc... Autant de nouvelles cordes à son arc!



Liste des composants

Résistances:

R1,R2,R19,R20 = 68 k
 R3,R4,R6,R8,R9,R21,R22,
 R24,R30,R31,R38,R38',
 R40,R40',R41,R41',R42,
 R42' = 100 k
 R5,R23 = 47 k
 R7,R12,R13,R28,
 R29,R34 = 1 k
 R10,R32 = 3k9
 R11,R15,R33,R35 = 470 Ω
 R14,R18,R39,R39' = 22 k
 R16,R17 = 47 Ω
 (valeur approximative)
 R25,R27 = 10 k
 R26 = 4k7
 R36,R37 = 10 k

Potentiomètres:

P1,P8 = 100 k log. (axe 4 mm)
 P2,P4,P5,P6 = 10 k ajustable
 P3,P7 = 1 k ajustable
 P9 = 100 k lin. double (axe 4 mm)
 P10,P10' = 100 k lin (axe 4 mm)

Condensateurs:

C1,C2 = 1 μ(MKM, MKS)
 C3,C4 = 10 μ/25 V

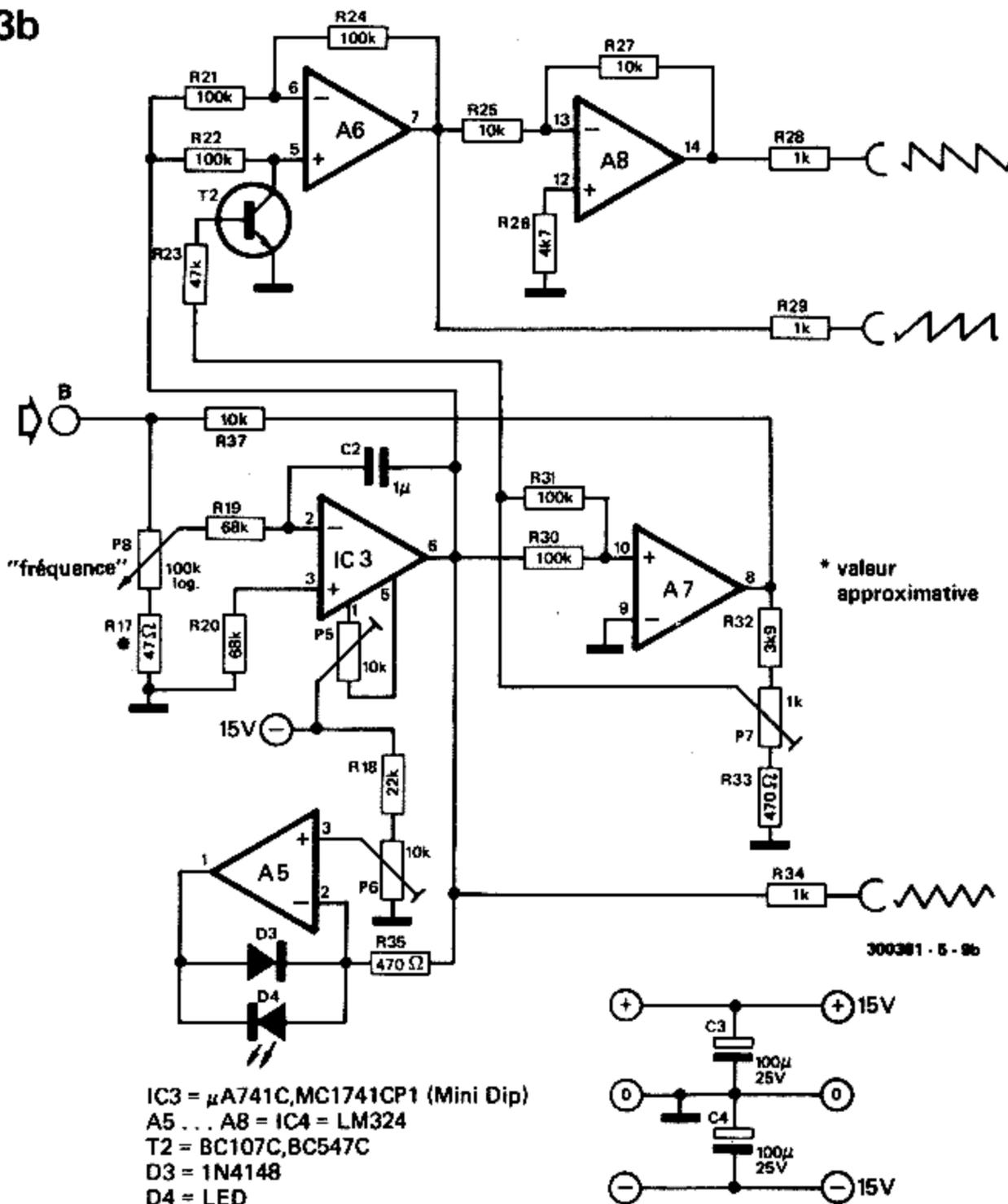
Semiconducteurs:

IC1,IC3 = μA 741C (Mini Dip)
 IC2,IC4,IC5 = LM 324N
 T1,T2 = BC 107C,BC547C, etc.
 D1,D3,D5,D5',D6,D6' = DUS
 D2,D4 = LED

Divers:

8 x mini jacks 3,5 mm
 5 x boutons Ø 4 mm
 1 x connecteur 31 broches ou picots

3b



sion de la dent de scie de telle façon que le circuit sorte, en plus d'une oscillation triangulaire et d'une oscillation en dents de scie à pente positive, une seconde oscillation en dents de scie à pente négative. La figure 4 reproduit le circuit de commande en tension (il en faudra deux en tout!). P9 est commun aux deux circuits de commande que l'on réalisera: il permet de déplacer la fréquence des deux oscillateurs qui disposent par ailleurs de leur potentiomètre pour la fréquence centrale (P1 et P8). Les entrées de commande

passent par P10 et P10' qui permettent d'en atténuer l'efficacité. La tension de commande est appliquée dans la boucle de réaction d'A3 (A7) et IC1 (IC3). La résistance R36 (R37) sépare la sortie du compensateur A3 (A7) de la tension de commande. Comme la tension d'entrée de l'intégrateur IC1 (IC3) détermine la rapidité des flancs sur sa sortie et de ce fait la fréquence d'oscillation du LFO, celle-ci est donc aussi liée à la tension de commande. Il va de soi que les LFO oscillent aussi en l'absence de signal de commande.

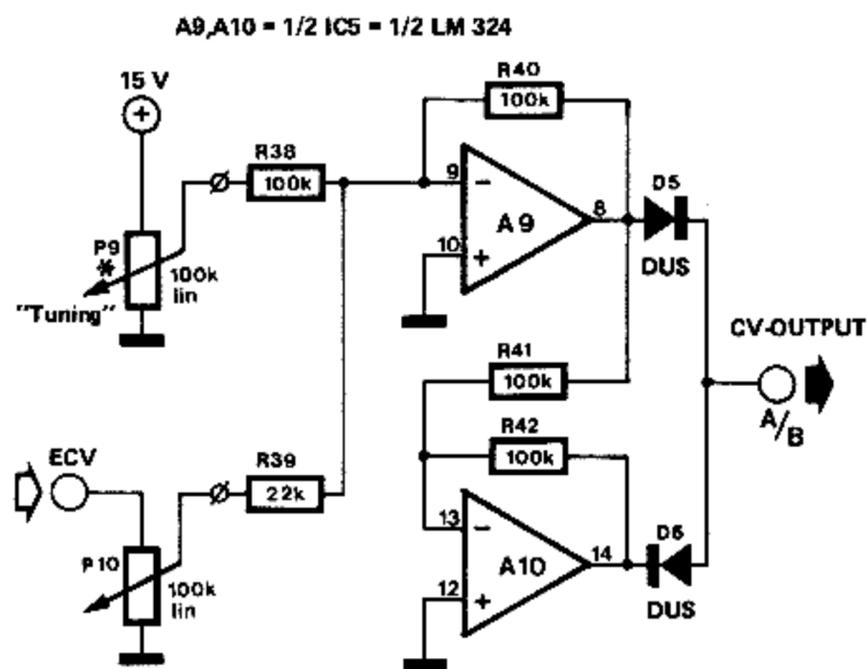
Figure 1. Fonctionnement schématisé d'un module LFO commandé en tension, d'après le principe de R. Moog.

Figure 2. Amplitude et forme d'onde des signaux de sortie du LFO1. La conception du convertisseur en dents de scie impose une fréquence double pour ce signal.

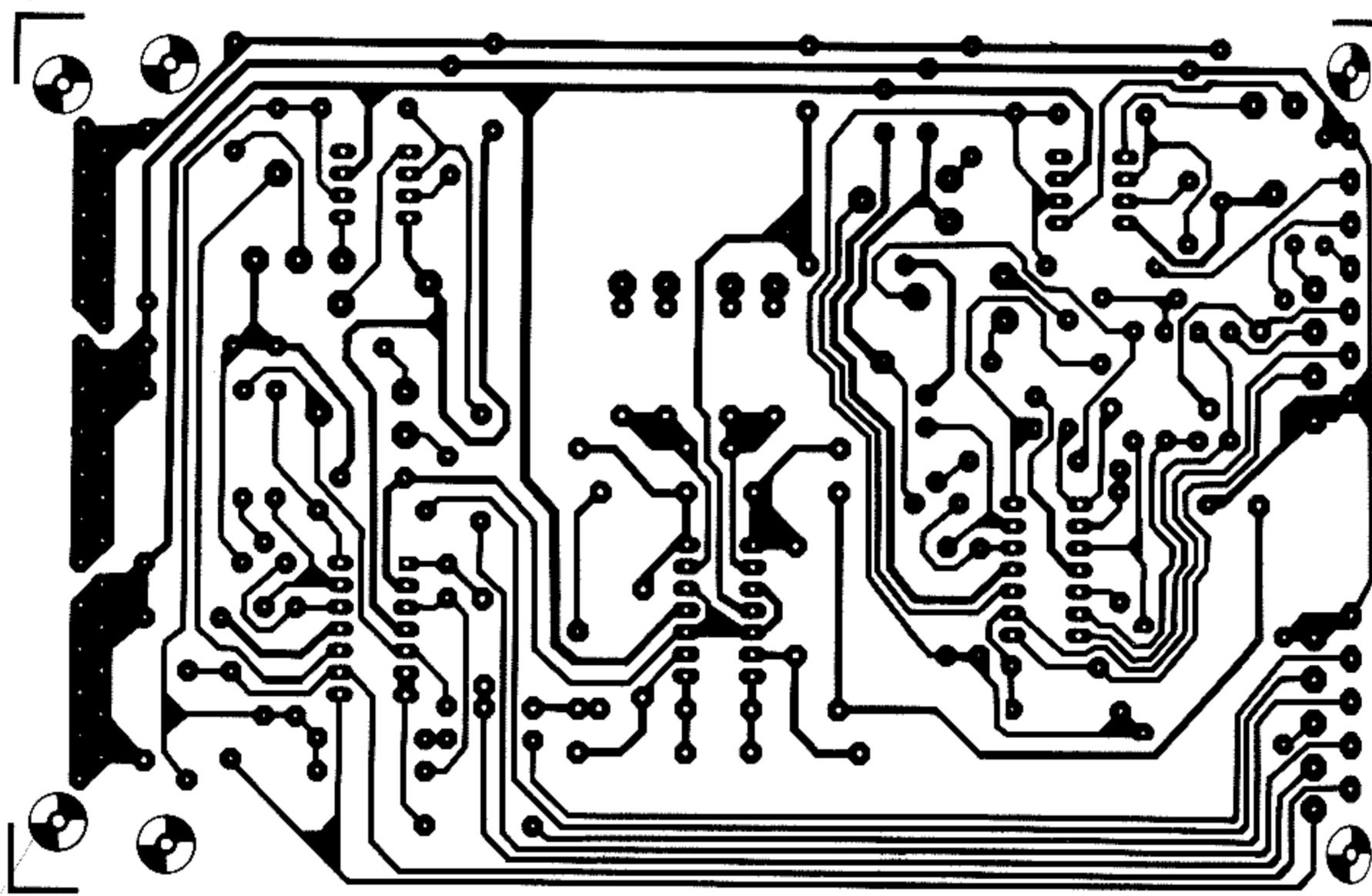
Figure 3. Schéma du LFO commandé en tension; il y a en fait deux oscillateurs dont le premier délivre un signal triangulaire, carré et en dents de scie et le deuxième un signal triangulaire et deux signaux en dents de scie symétriques. Le circuit est en fait quasiment identique à celui du LFO "normal" du FORMANT.

Figure 4. Circuit du module de commande en tension des VC-LFO. Il figure en double exemplaire sur le circuit imprimé de la figure 5. P9 est un organe de commande commun aux deux LFO.

4



5



Réalisation et réglage

Le dessin du circuit imprimé apparaît sur la figure 5. Les composants sont implantés avec une densité relativement élevée, il faudra donc prendre soin de ne faire aucun pont de soudure malencontreux entre les pistes. Les condensateurs C1 et C2 devront être de qualité, c'est-à-dire à tolérance serrée et à faible courant de fuite. Les types MKH et MKS sont bienvenus. Les potentiomètres n'auront un axe que de 4 mm si l'on adopte la suggestion de face avant de la figure 6. Chaque LFO comporte trois points d'ajustage: réglage de l'amplitude (P3 - P7), réglage de l'offset de l'intégrateur (P2 - P5), choix de la valeur de R16 (R17) déterminant la plus basse fréquence et réglage de l'indicateur à LED (P4 - P6).

Réglage de l'amplitude

1. Mettre P2 en position médiane. Avec P1, régler la fréquence maximale (curseur "orienté" sur la sortie de A3). Contrôler la sortie triangulaire à l'oscilloscope.
2. Régler P3 pour avoir une tension de sortie de crête à crête de 5 V ($\pm 2,5$ V).
3. Vérifier l'amplitude et la forme d'onde des deux autres signaux de sortie.

Equilibrage d'offset

1. Déconnecter R1 du curseur de P1 et la mettre à la masse (les deux entrées de IC1 sont alors à la masse par les résistances).
2. Avec un contrôleur universel, vérifier la tension de sortie de IC1 à la sortie d'onde triangulaire. Choisir la plage de mesure de 50 V. L'aiguille devrait

avoir tendance à dévier positivement ou négativement entre +15 V et -15 V. Si elle "s'accroche" soit à +15 V, soit à -15 V, remettre la tension de sortie à zéro en déchargeant C1 au travers d'une résistance de 1 k (ou avec deux doigts). Régler P2 pour que la tension reste stable, si possible au voisinage de 0 V, pendant plusieurs secondes sans que la résistance de décharge reste en circuit. Choisir ensuite une plage de

réglage inférieure, décharger à nouveau C1 et corriger le réglage de P2 pour obtenir des variations de tension minimales. Répéter ce processus opératoire en sélectionnant des plages de mesure de plus en plus basses jusqu'à ce que la déviation ne soit plus que de quelques centaines de millivolts (200 mV par exemple) durant plusieurs secondes.

Il est très important de procéder à un

6

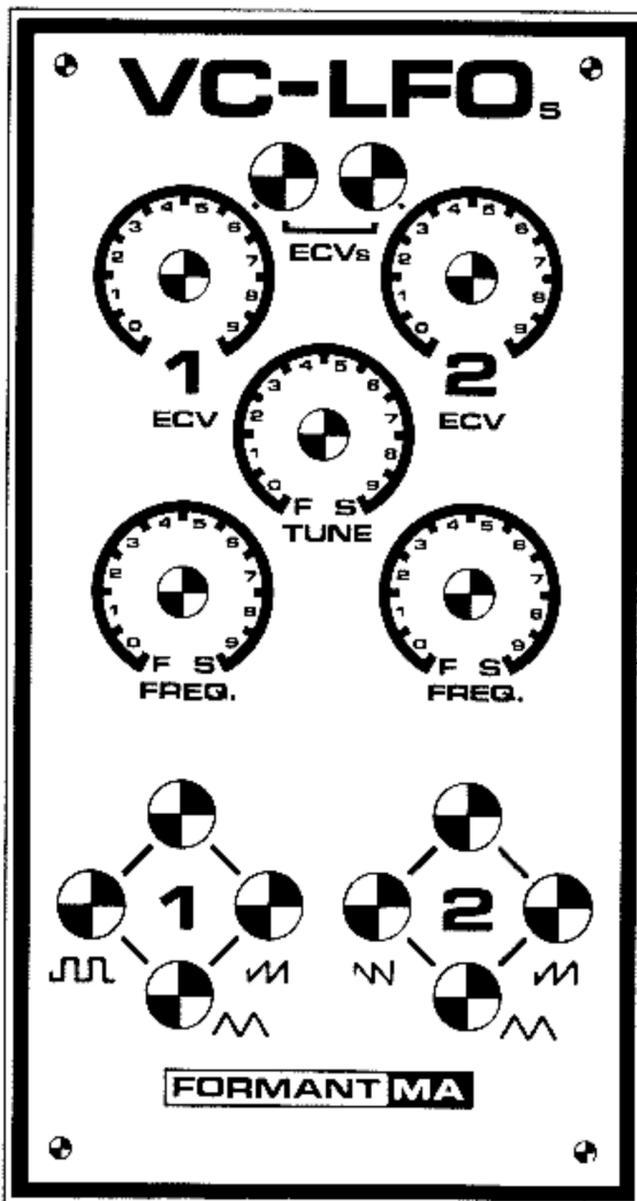
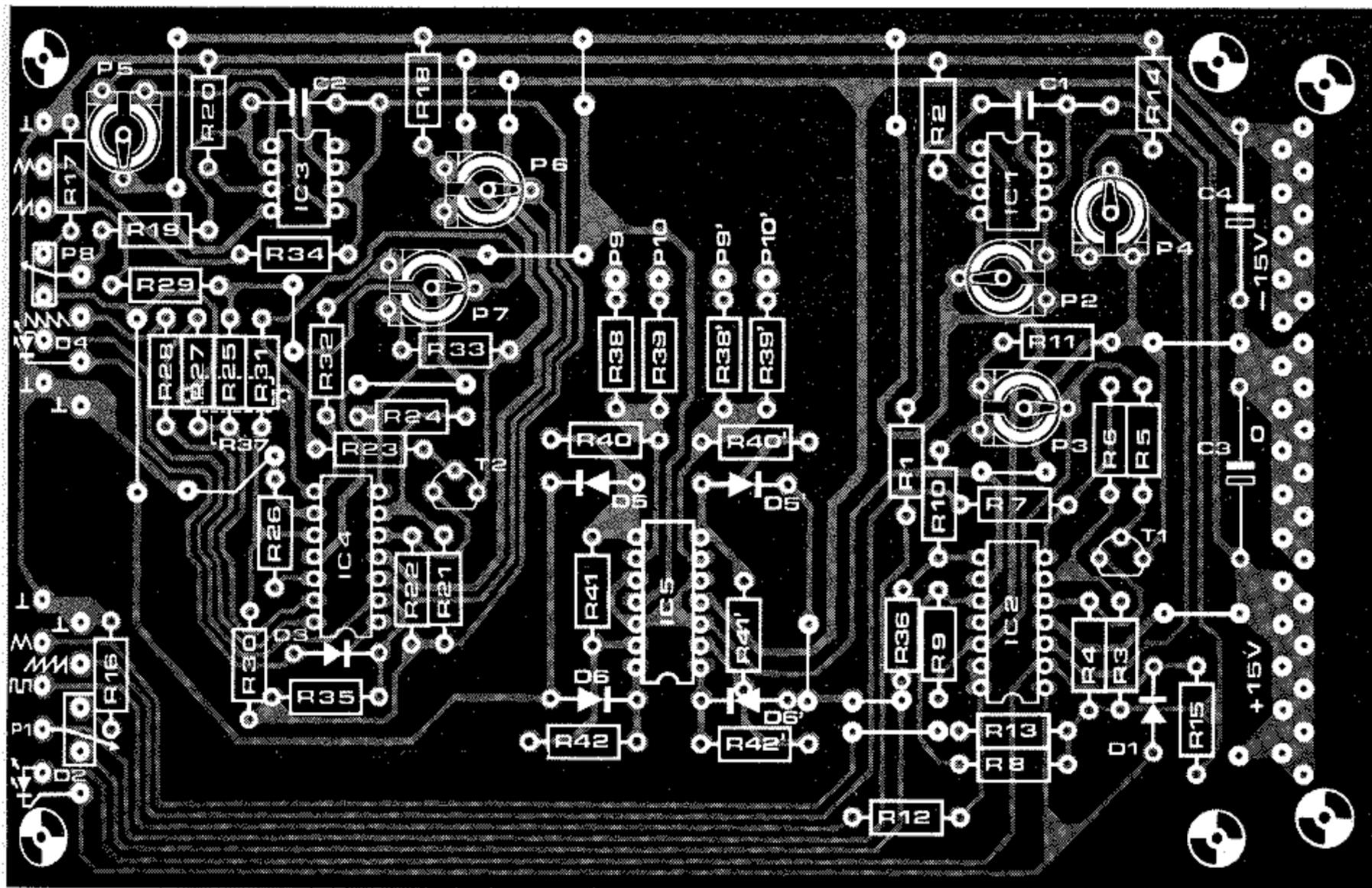


Figure 5. Circuit imprimé et sérigraphie pour l'implantation des composants du VC-LFO. La résistance R37 est montée côté cuivre!

Figure 6. Suggestion de face avant pour le VC-LFO.

Figure 7. La fréquence d'un VC-LFO ainsi câblé progresse avec la tension délivrée par le clavier et par conséquent, avec la hauteur des notes jouées. Le câblage de la figure 7b montre comment réaliser d'intéressants effets d'intermodulation des VC-LFO.



réglage d'offset minutieux, qui s'achèvera lorsque la déviation ne sera plus que de quelques millivolts autour du point 0, car c'est lui qui détermine la durée de période maximale (fréquence minimale) qu'il faut obtenir pour que le LFO fonctionne de manière sûre, ainsi que la symétrie des formes d'onde en oscillations très lentes.

Sélection de R16

Si la durée de période maximale n'est pas satisfaisante pour une valeur de $47\ \Omega$ pour R16 (curseur de P1 sur R16) et qu'elle est un peu inférieure à 3 minutes, on peut utiliser une valeur plus faible. Afin d'assurer un fonctionnement de circuit stable, il ne faut pas que R16 soit inférieure à $10\ \Omega$ (pour des valeurs encore plus faibles, le courant de commande de l'intégrateur est insuf-

fisant par rapport à celui d'entrée de l'ampli-op et les oscillations cessent. Si l'on a un 741 défectueux avec des courants d'entrée élevés, ou encore un condensateur C1 ayant un courant de fuite, la cessation de fonctionnement de l'oscillateur se produit déjà pour les fréquences plus élevées avec des valeurs de R16 plus fortes).

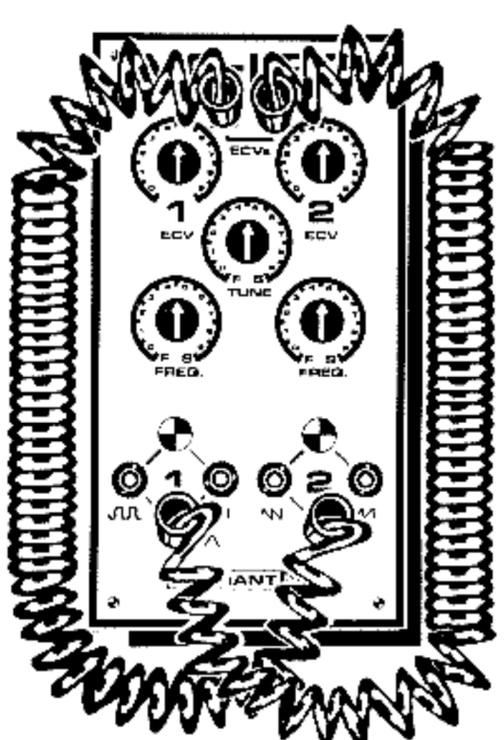
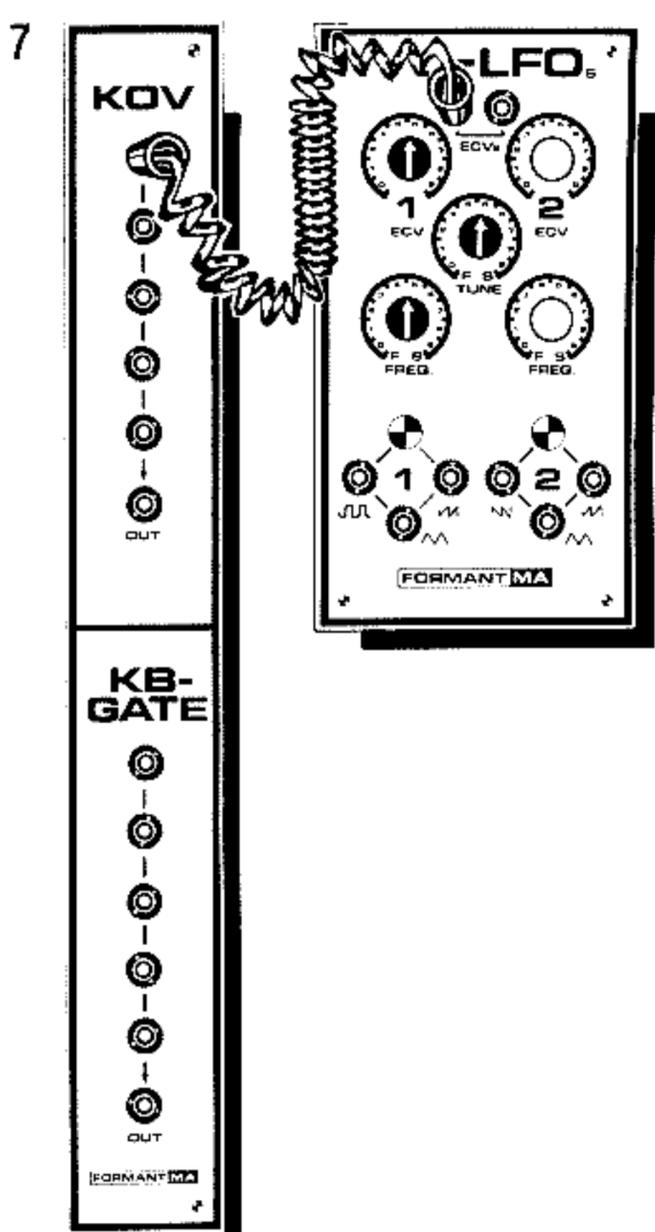
Sur des modèles de laboratoire, on a expérimenté le circuit en donnant à R16 une valeur de $18\ \Omega$ et l'on a obtenu une durée de période maximale d'environ 5 minutes pour l'oscillation triangulaire.

Réglage de l'affichage à LED

L'ajustable P4 doit être ajusté de telle manière que l'affichage de la LED révèle une évolution de l'oscillation triangulaire aussi "linéaire" que possible, c'est-à-dire que sa luminosité n'atteigne pas son maximum avant que ne soit obtenue la crête supérieure du triangle et que, à l'inverse, elle ne disparaisse pas complètement avant le creux.

Applications

Il n'est pas question d'énumérer toutes les utilisations possibles d'un tel module; nous allons donc nous limiter à une seule d'entre elles: appliquer le signal KOV/KB Gate à l'entrée de commande des VC-LFO. Le signal de sortie de ces derniers attaque l'entrée PWM des VCO. De sorte que lorsque les notes jouées sur le clavier sont graves, la modulation de largeur d'impulsion des VCO est lente et s'accélère au fur et à mesure que les notes "montent" sur le clavier...



81109 5-13a

81109 5-13a

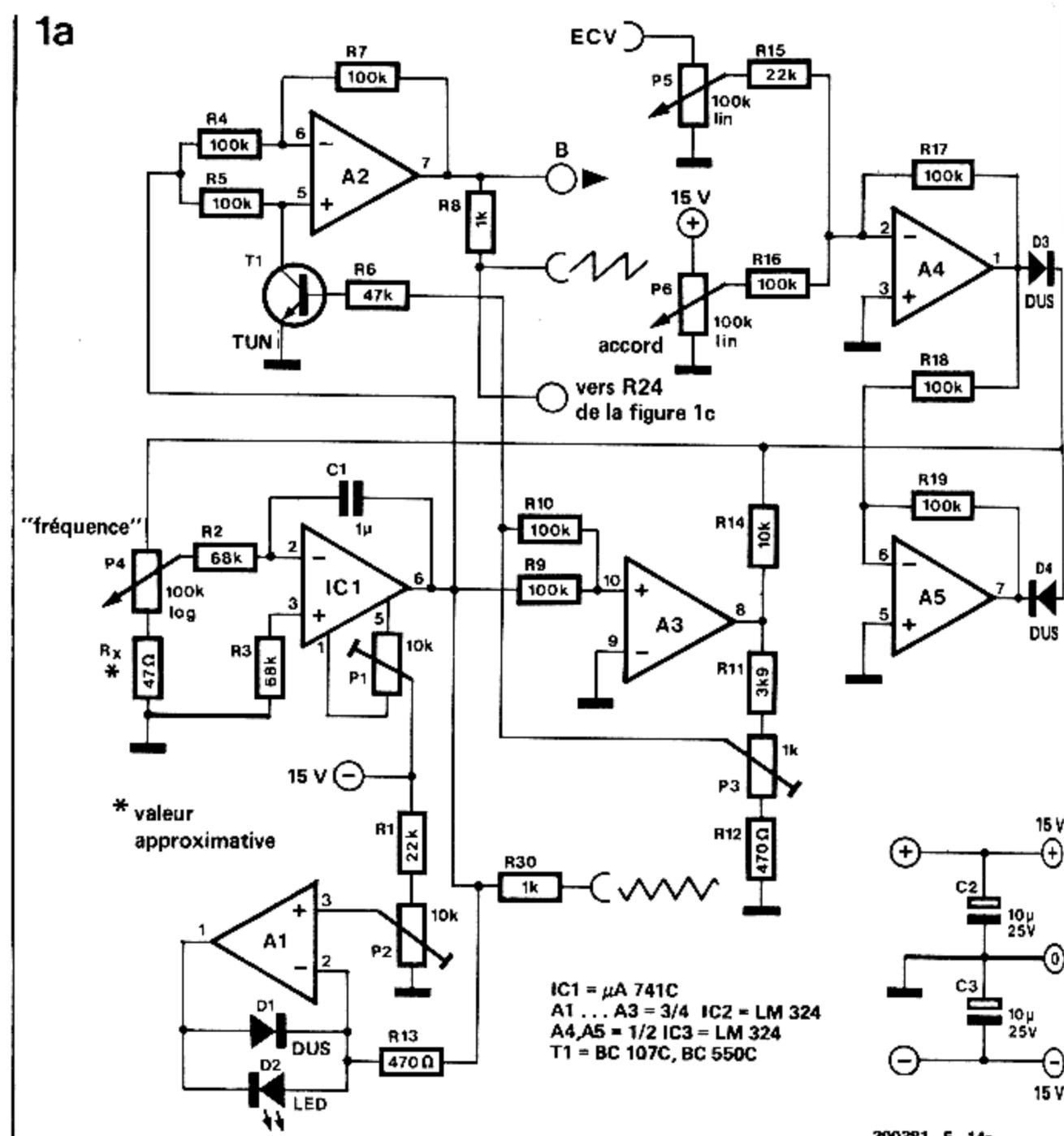
LF-VCO

Cet oscillateur très basse fréquence (OTBF = LFO) est non seulement commandé en tension (LF-VCO), mais il est en plus doté d'une entrée de commande pour la largeur d'impulsion de la sortie carrée. La fréquence de sortie est ajustable sur une plage qui s'étend de 0,005 Hz à 20 Hz environ.

Le circuit du LF-VCO est reproduit par la figure 1a. Le principe de fonctionnement est le même que celui du VC-LFO; nous ne nous étendrons donc pas sur ce point qui a déjà été décrit en détails. Parlons de ce qui est nouveau, à savoir la sortie carrée à modulation de largeur d'impulsion, en plus de la sortie triangulaire et de deux sorties en dents de scie (l'une à flanc ascendant, l'autre à flanc descendant).

Modulation de largeur d'impulsion

Le circuit de modulation de largeur d'impulsion n'est pas un inconnu non plus, puisque nous l'avons déjà mis en œuvre dans le VCO du FORMANT; celui-ci se prête aussi à la génération de signaux de très basse fréquence. Le convertisseur de forme d'onde de la figure 1c, qui a son propre circuit imprimé, produit le signal carré à partir du signal en dents de scie qu'on lui applique. Le comparateur construit autour de T2, T3 et T4 constitue l'essentiel de notre circuit. C'est en faisant varier la tension de comparaison (appliquée à la base de T3) que l'on obtient la variation de largeur d'impulsion (rapport cyclique). Cette tension de commande est délivrée par IC4, le sommateur

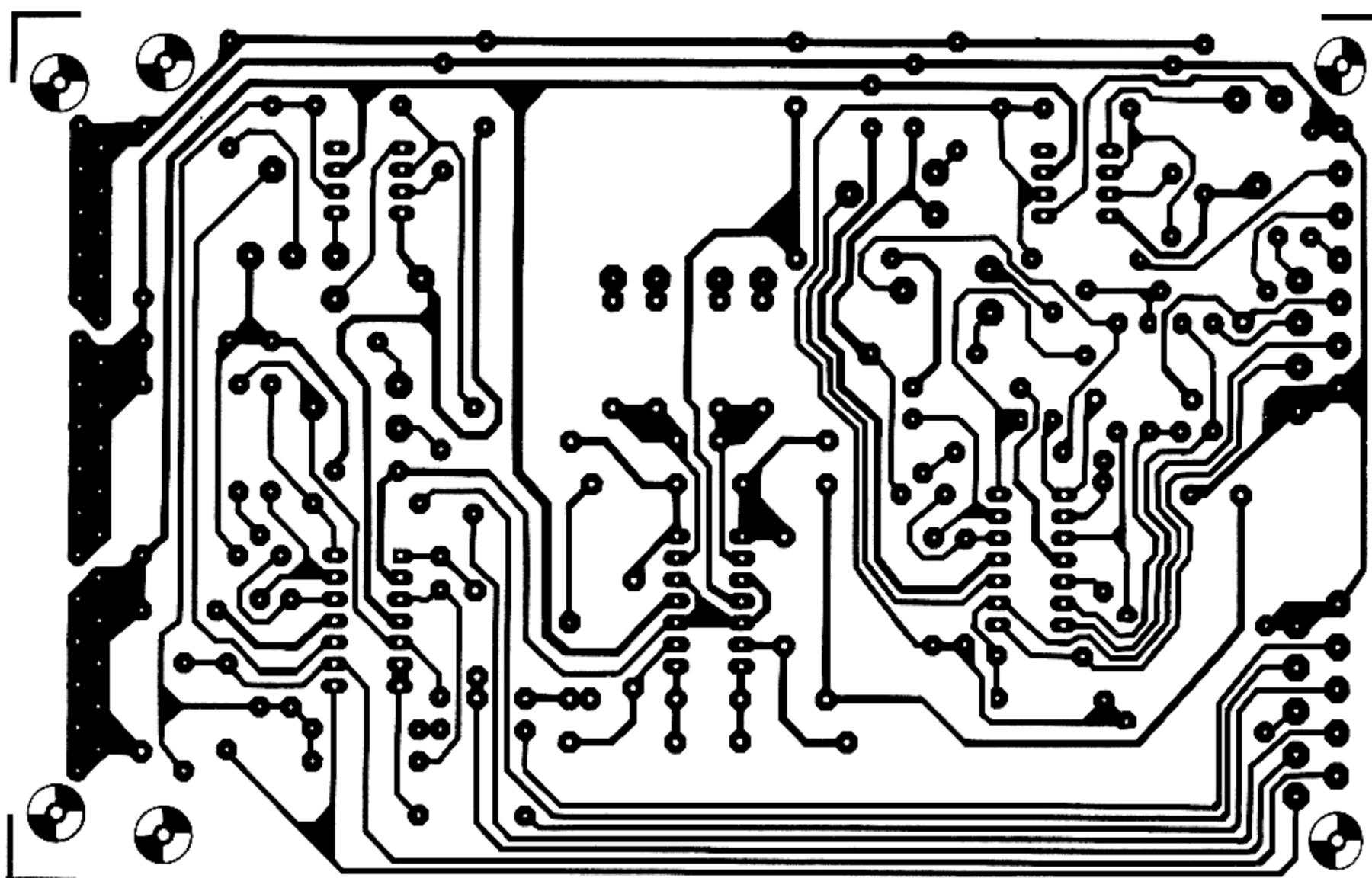


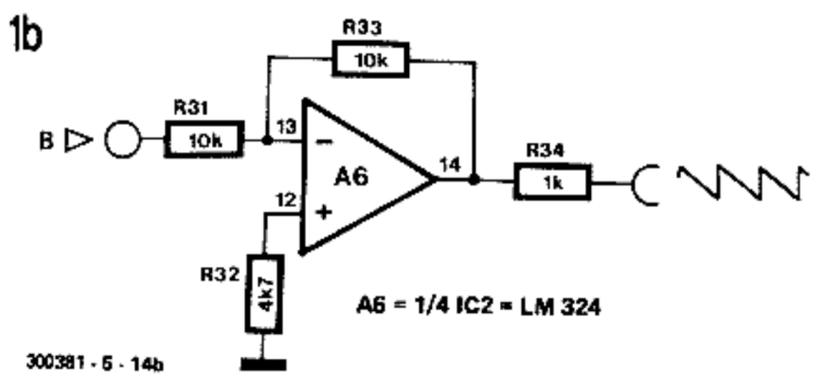
d'entrée, qui reçoit d'une part la tension de commande extérieure au module (entrée PWM) et d'autre part la tension que lui délivre le potentiomètre de réglage P7 (tandis que P10 sert à l'atténuation du signal de commande).

Les ajustables P8 et P9 permettent

de régler la plage de modulation (1...99%). Pour éviter de surcharger ce module, nous avons renoncé à l'indication optique du rapport cyclique (que l'on pourra déduire de la tension de commande provenant le plus souvent d'un LFO).

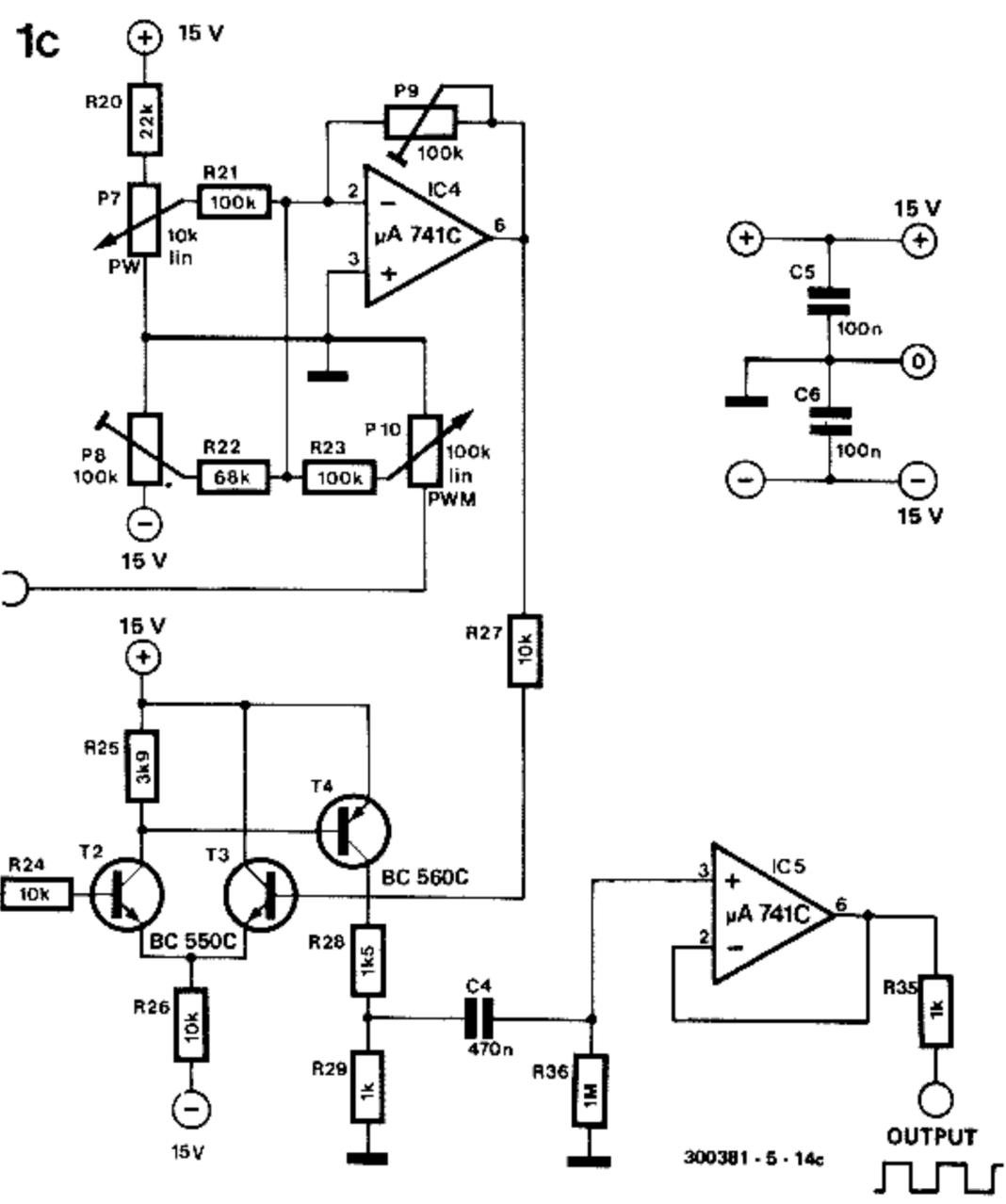
2





A6 = 1/4 IC2 = LM 324

300381 - 5 - 14b



300381 - 5 - 14c

Figure 1a. Section oscillateur et commande en tension du LF-VCO.

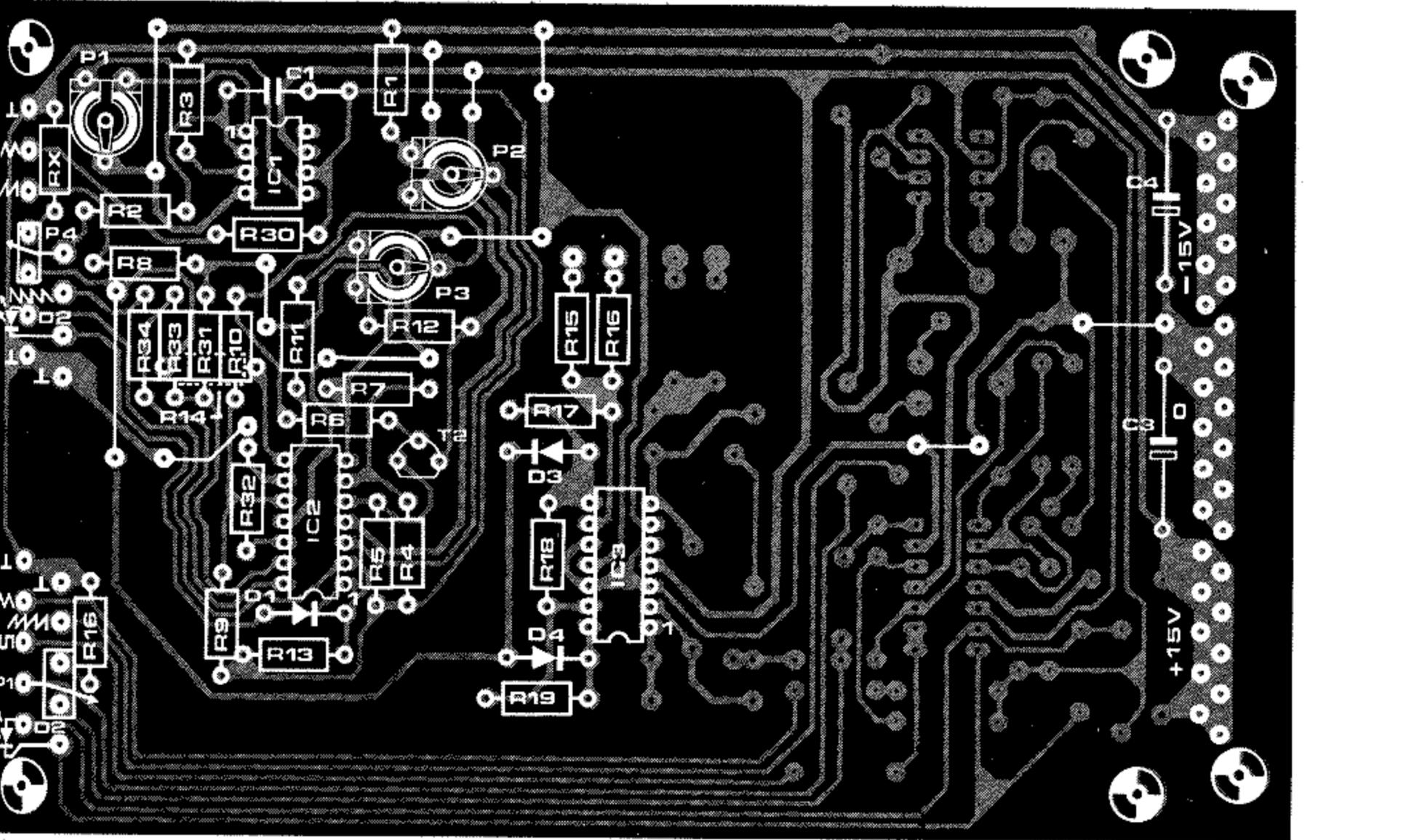
Figure 1b. Convertisseur pour la dent de scie à flanc descendant.

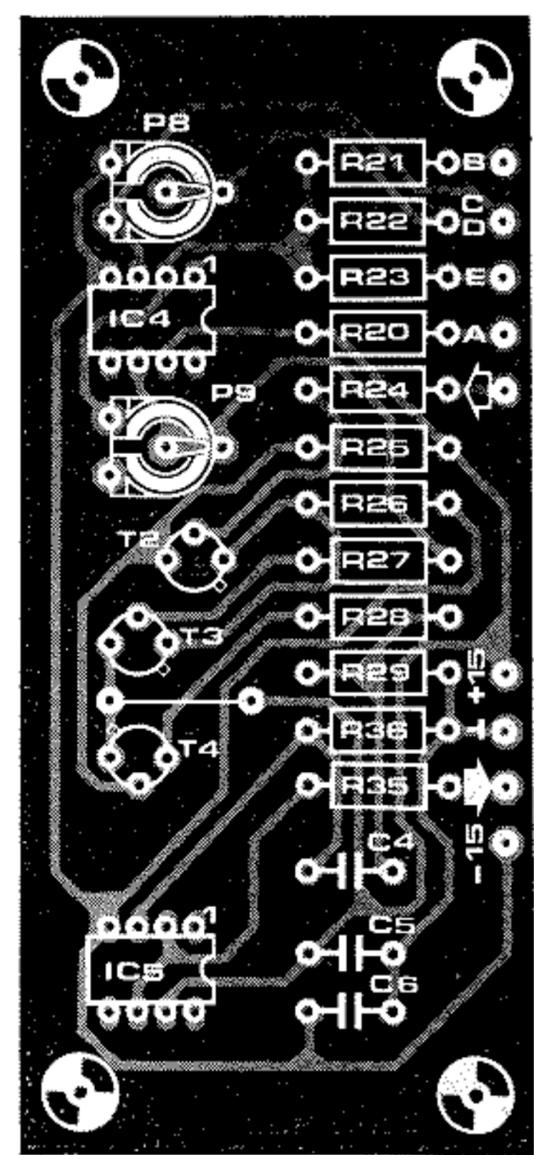
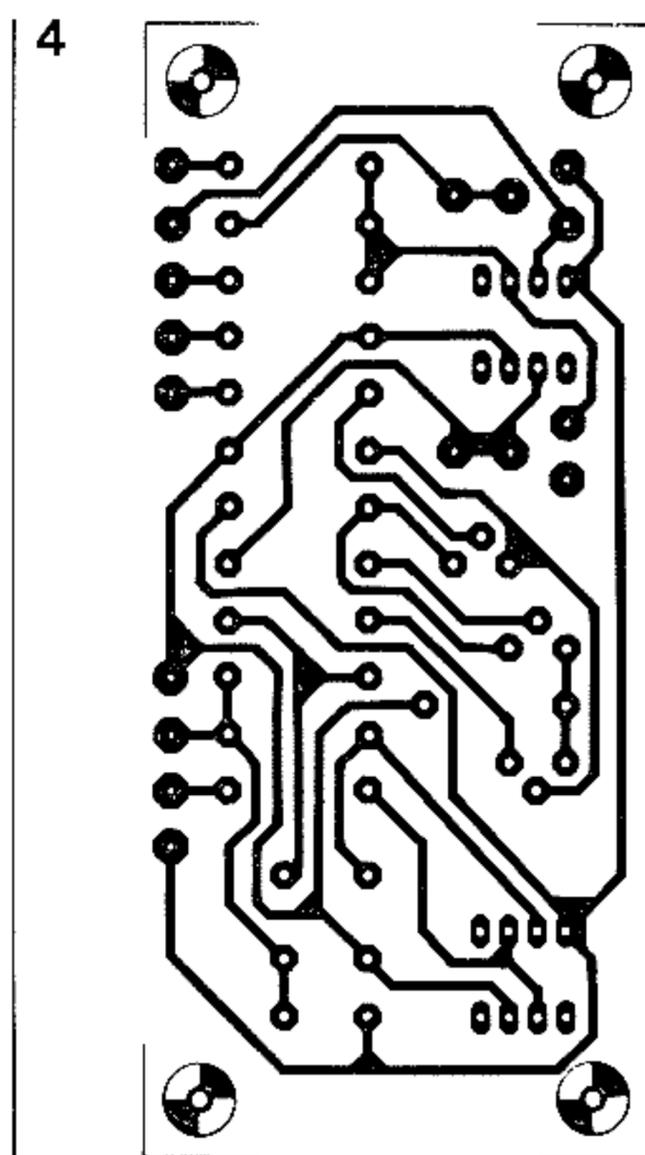
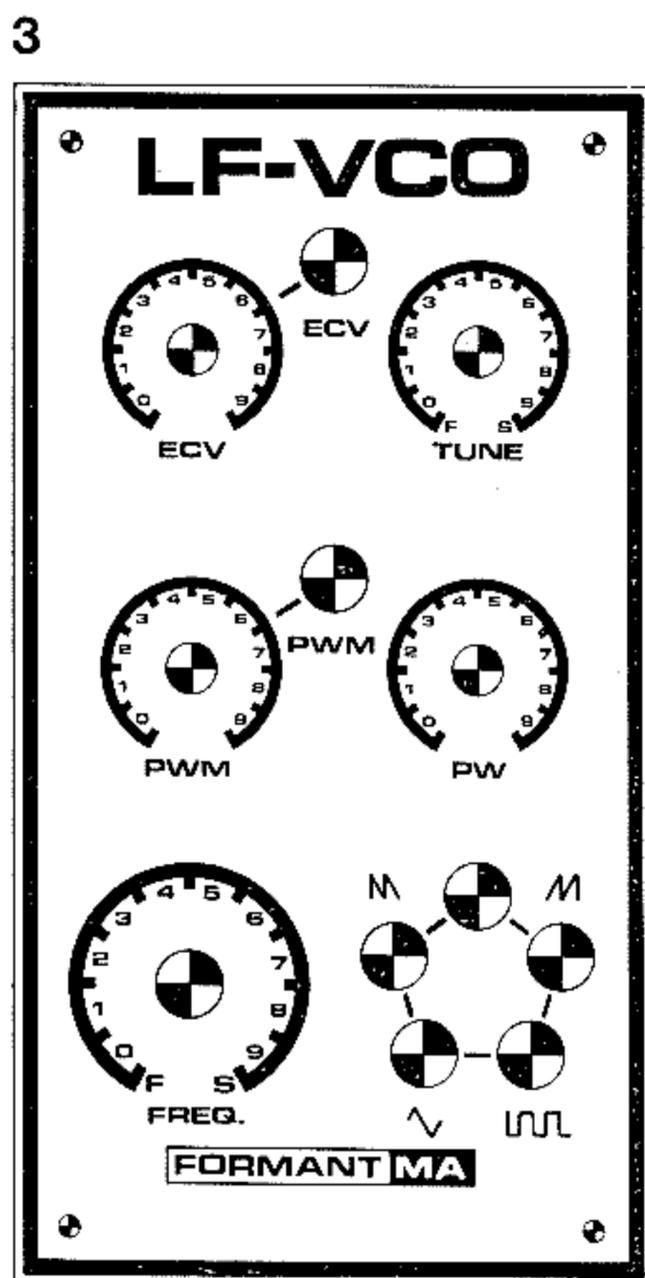
Figure 1c. Le convertisseur et modulateur de largeur d'impulsion délivre un signal carré (à partir de la dent de scie) dont la largeur d'impulsion peut être commandée en tension comme sur les VCO du FORMANT.

Figure 2. Circuit imprimé avec sérigraphie pour l'implantation des composants du LF-VCO. R14 est montée sur la face cuivrée du circuit.

Liste des composants

- | | | | |
|---|---|---|---|
| <p>Résistances:
 R1,R15,R20 = 22 k
 R2,R3,R22 = 68 k
 R4,R5,R7,R9,R10,R16,
 R17,R18,R19,R21,
 R23 = 100 k
 R6 = 47 k
 R8,R29,R30,R34,R35 = 1 k
 R11,R25 = 3k9
 R12,R13 = 470 Ω
 R14,R24,R26,
 R27,R31,R33 = 10 k
 R28 = 1k5</p> | <p>R32 = 4k7
 R36 = 1 M
 Rx = 47 Ω
 (voir VC-LFO)</p> <p>Potentiomètres:
 P1,P2 = 10 k ajustable
 P3 = 1 k ajustable
 P4 = 100 k log.
 (axe 6 mm)
 P5,P6,P10 = 100 k lin.
 (axe 4 mm)</p> | <p>P7 = 10 k lin.
 (axe 4 mm)
 P8,P9 = 100 k ajustable</p> <p>Condensateurs:
 C1 = 1μ(MKH,MKS)
 C2,C3 = 10 μ/25 V
 C4 = 470 n
 C5,C6 = 100 n (MKH,MKS)</p> <p>Semiconducteurs:
 IC1,IC4,IC5 = μA 741C
 (Mini-Dip)</p> | <p>IC2,IC3 = LM 324N
 T1...T3 = TUN
 (type C, par ex. BC 550C)
 T4 = TUP (type C,
 par ex. BC 309C)
 D1,D3,D4 = DUS
 D2 = LED</p> <p>Divers:
 6 x mini-jacks 3,5 mm
 4 x boutons Ø 4 mm
 1 x bouton Ø 6 mm
 1 x connecteur 31 broches</p> |
|---|---|---|---|





Réalisation

Comme on s'en aperçoit en regardant la figure 2, nous reprenons le circuit imprimé du VC-LFO. Du fait de la présence du circuit de modulation de largeur d'impulsion et de ses organes de commande, la face avant ne pourra plus

recevoir qu'un seul LF-VCO; c'est pour cela que tous les composants ne figurent plus sur la sérigraphie destinée à faciliter leur implantation. Nous ne garderons que le LFO2 du circuit imprimé. La section PWM est logée sur un circuit imprimé à part (figure 4). Comme pour les autres extensions dont il a été question, ce circuit supplémentaire pourra être monté à l'aide d'entretoises, comme l'indique très clairement

la figure 5. Pour le LF-VCO, le choix du condensateur C1 devra porter sur un modèle de qualité, à faible tolérance et faible courant de fuite. On notera que d'après le projet de face avant (figure 3), tous les potentiomètres, à l'exception de FREQ., sont du type à axe de 4 mm (ceci n'a aucun caractère impératif). Le circuit constitué par IC5 est connu sous le nom d'adaptateur ou suiveur

5

Face avant du LF-VCO

