

d'impédance, ou mieux encore, suiveur de tension. Cette dernière appellation est on ne peut plus explicite: la tension de sortie est en effet égale à la différence entre la tension appliquée à l'entrée non-inverseuse et celle qui est présente entre les deux entrées de l'ampli-op. Du fait de la réaction, il n'y a pas de différence de tension entre les deux entrées: comme chaque amplificateur opérationnel est "par nature" doté d'une impédance d'entrée élevée et d'une impédance de sortie faible et comme ces caractéristiques ne sont pas modifiées par le circuit périphérique, il n'est pas incorrect du tout de parler de suiveur d'impédance. Le facteur d'amplification de ce circuit est unitaire. Le

détail de la figure 6 illustre le câblage des potentiomètres P7 et P10.

Réglage

La section oscillateur sera réglée selon la même procédure que le VC-LFO. Il restera ensuite à régler la section modulation de largeur d'impulsion; on procédera comme suit:

Après que le module a été entièrement câblé et vérifié (puis revérifié... et pourquoi pas encore une troisième fois!), on tournera le curseur de P10 vers la masse. Ajuster ensuite P8 et P9 de telle sorte que la plage de réglage de P5 permette de couvrir toute la largeur de l'impulsion de 1 à 99 %.

Si l'on dispose d'un oscilloscope, autant faire comme indiqué ci-après, c'est plus rapide et plus sûr:

- ajuster le curseur de P8 de sorte que l'on y relève une tension de $-5,5$ V et mettre P9 en position de résistance maximale. Relier un multimètre (courant continu) à la broche 6 d'IC4.
- examiner le signal carré sur l'oscilloscope.
- tourner P7 pour que la largeur d'impulsion soit maximale et noter la valeur affichée par le multimètre; refaire la même chose pour la largeur d'impulsion minimale. La valeur la plus élevée (c'est-à-dire lorsque la largeur d'impulsion est minimale) sera appelée U_{max} et la valeur la plus basse (c'est-à-dire lorsque la lar-

geur d'impulsion est maximale) sera appelée U_{min} .

- mettre le curseur de P8 à la masse et tourner celui de P7 pour y obtenir la tension maximale ($+4,7$ V). Ajuster P9 de telle sorte que la tension de sortie d'IC4 soit égale à la différence des tensions relevées précédemment ($U_{max} - U_{min}$). Comme IC4 est monté en inverseur, sa tension de sortie sera négative!
- ne pas modifier la position de P7, mais tourner P8 en position de largeur d'impulsion maximale. C'est tout, le réglage de la modulation de largeur d'impulsion est fait; pour vérifier, il suffit de mettre le curseur de P7 à la masse et constater que la largeur de l'impulsion est au minimum.

Applications

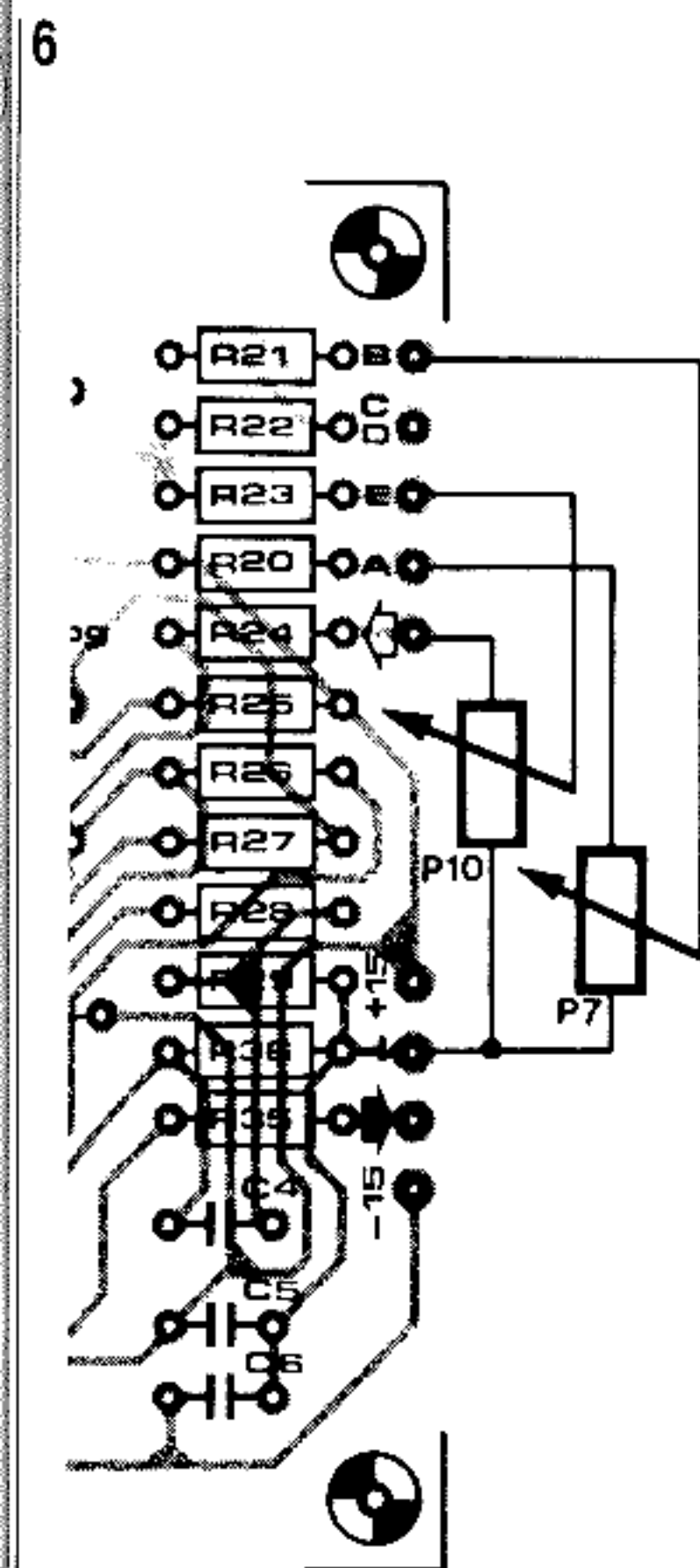
L'utilisation du LF-VCO recoupe bien évidemment celle du VC-LFO et même celle du LFO, à ceci près qu'il possède en plus la modulation de largeur d'impulsion qui permettra de réaliser des effets de modulation plus fins et plus subtils que le signal carré à rapport cyclique fixe (et assez stérile, il faut bien le dire!). Ce sont notamment les effets de déphasage qui sont particulièrement intéressants. Ce genre de choses ne se laissent pas décrire facilement, mais n'en réservent que d'autant plus d'agréables surprises à l'expérimentation.

Figure 3. Suggestion de face avant pour le LF-VCO.

Figure 4. Circuit imprimé et sérigraphie pour l'implantation des composants du modulateur de largeur d'impulsion. Les composants figurent sur la liste du LF-VCO.

Figure 5. Détails du montage et du câblage du circuit de modulation de largeur d'impulsion et du LF-VCO.

Figure 6. Détail de câblage des organes de commande du modulateur de largeur d'impulsion.



Générateur de bruit numérique

Digital Noise (DNG)

Il faut considérer d'emblée que si l'on désire associer les vertus du circuit de bruit coloré (voir chapitre 2) à celles du circuit de bruit numérique et ceci dans le cadre d'un module de bruit standard, on se heurtera à de sérieuses difficultés. Nous recommandons par conséquent d'envisager dès maintenant la construction d'un nouveau module indépendant.

Le circuit DNG est doté, en plus du circuit de bruit coloré (voir au chapitre 2), d'un filtre passe-bas à fréquence de coupure variable, délivrant un signal de commande à variation aléatoire; une LED indique les variations positives et négatives de ce signal. Le circuit complet est donné par la figure 1.

Tension aléatoire

Le niveau du signal de sortie du filtre de bruit réglable est relevé par IC4. De là, il parvient au filtre passe-bas (12 dB) construit autour d'IC5. Celui-ci ne laisse passer que les très basses fréquences du signal de bruit et c'est ainsi que l'on obtient le signal à variation aléatoire, dont la commande est assurée par P4.

L'amplificateur opérationnel IC6 est monté en comparateur et commande la LED indicatrice.

Construction et réglage

La figure 2 propose le dessin du circuit imprimé et de la face sérigraphiée pour le DNG. Pour les circuits CMOS, il est préférable de prévoir des supports; dans le même ordre d'idées, on prendra toutes les mesures de précaution qui s'imposent pour la manipulation de tels composants.

Le circuit a été conçu de telle sorte que la face avant du module NOISE original puisse être mise à contribution. Si l'on renonce à la possibilité de réglage pour le bruit "rouge" et "bleu", on remplacera P1 et P2 par des ajustables. Dans ce cas, il n'y a pas de trous à faire dans la face avant. La position exacte de P1 et P2 est affaire de goût.

Si par contre on veut disposer de P1 et P2 sur la face avant, il faudra percer deux trous supplémentaires sur cette dernière. La figure 3 propose une face avant modifiée. La manière de s'y prendre pour le perçage des faces avant a été décrite au cours du chapitre 1 (portamento on/off).

1

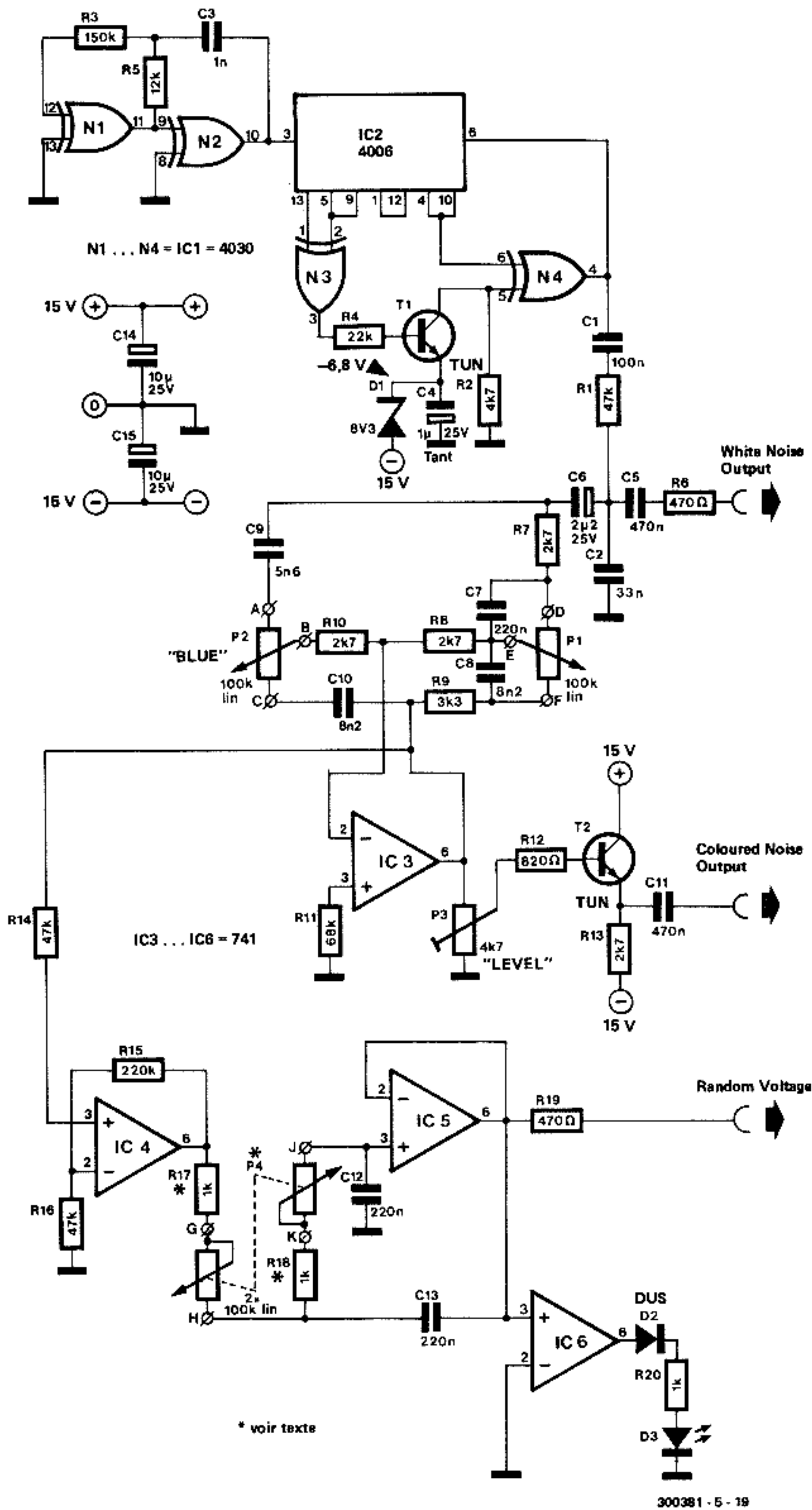


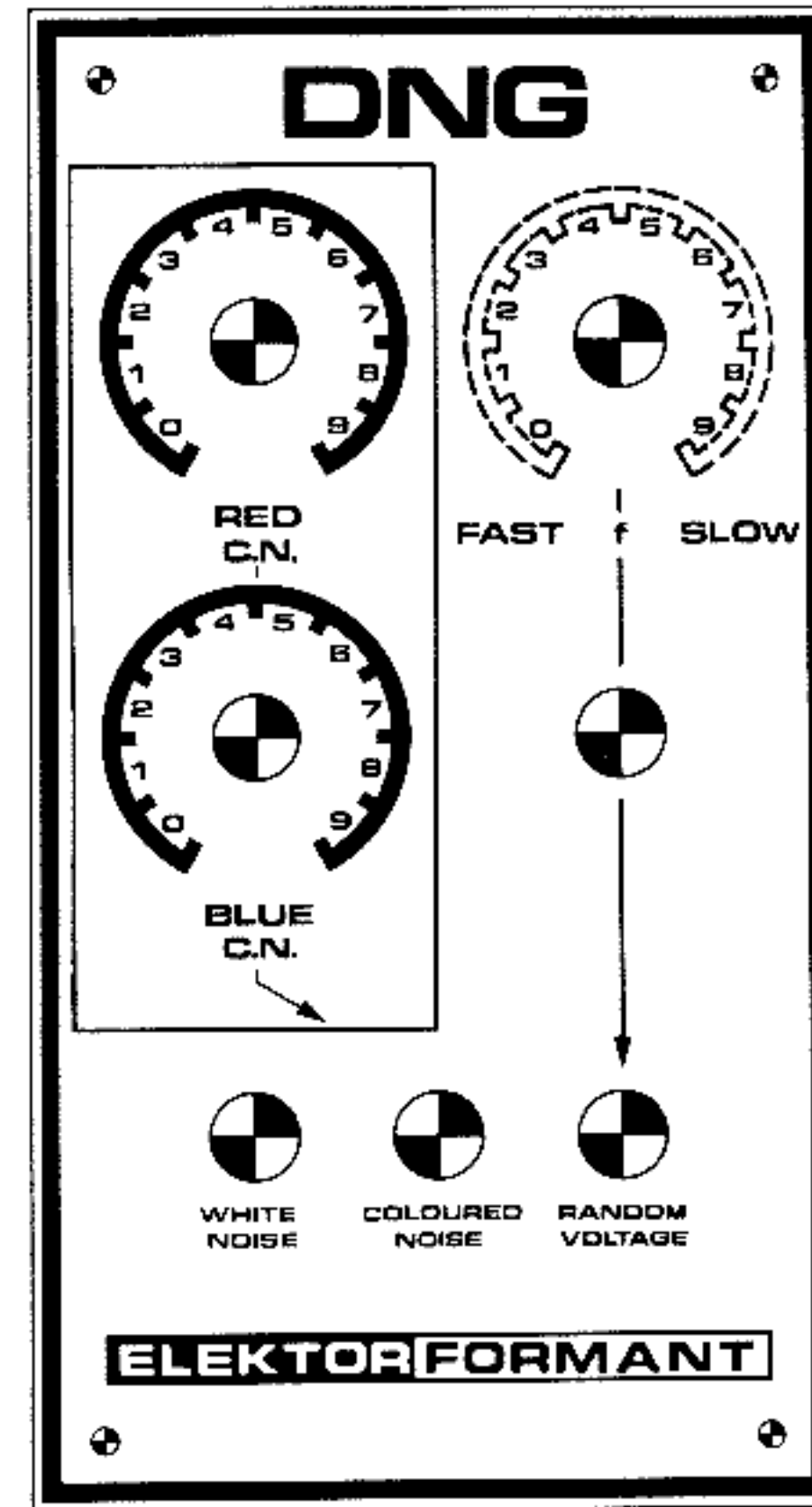
Figure 1. Circuit complet du module générateur de bruit numérique. Pour l'alimentation d'IC1, le brochage est le suivant: broche 7 d'IC1 et d'IC2 reliée au point marqué "- 6,8 V". Broche 14 d'IC1 et d'IC2 reliée à la masse. Les broches 4 d'IC3 ... 6 sont à relier au - 15 V et les broches 7 au + 15 V.

Figure 2. Circuit imprimé avec sérigraphie des composants pour le DNG.

Figure 3. La face avant originale du générateur de bruit du FORMANT pourra être réutilisée, avec ou sans le perçage de deux trous supplémentaires.

Figure 4. Configuration pour obtenir des sons d'instruments à percussion.

3

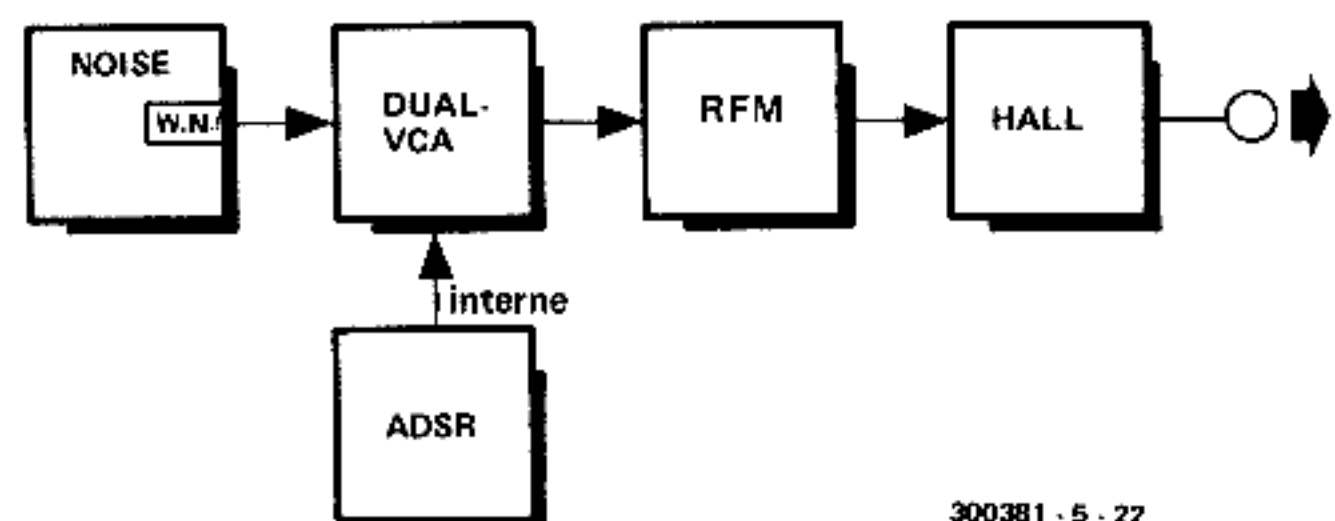


L'ajustage du DNG ne pose aucun problème. Il faut ajuster P3 pour que le niveau du signal de bruit coloré corresponde à celui du bruit blanc. La mesure pourra être effectuée à l'aide d'un multimètre universel: $0,8 V_{eff} = 2,3 V \dots 2,8 V_{cc}$. C'est tout!

Applications

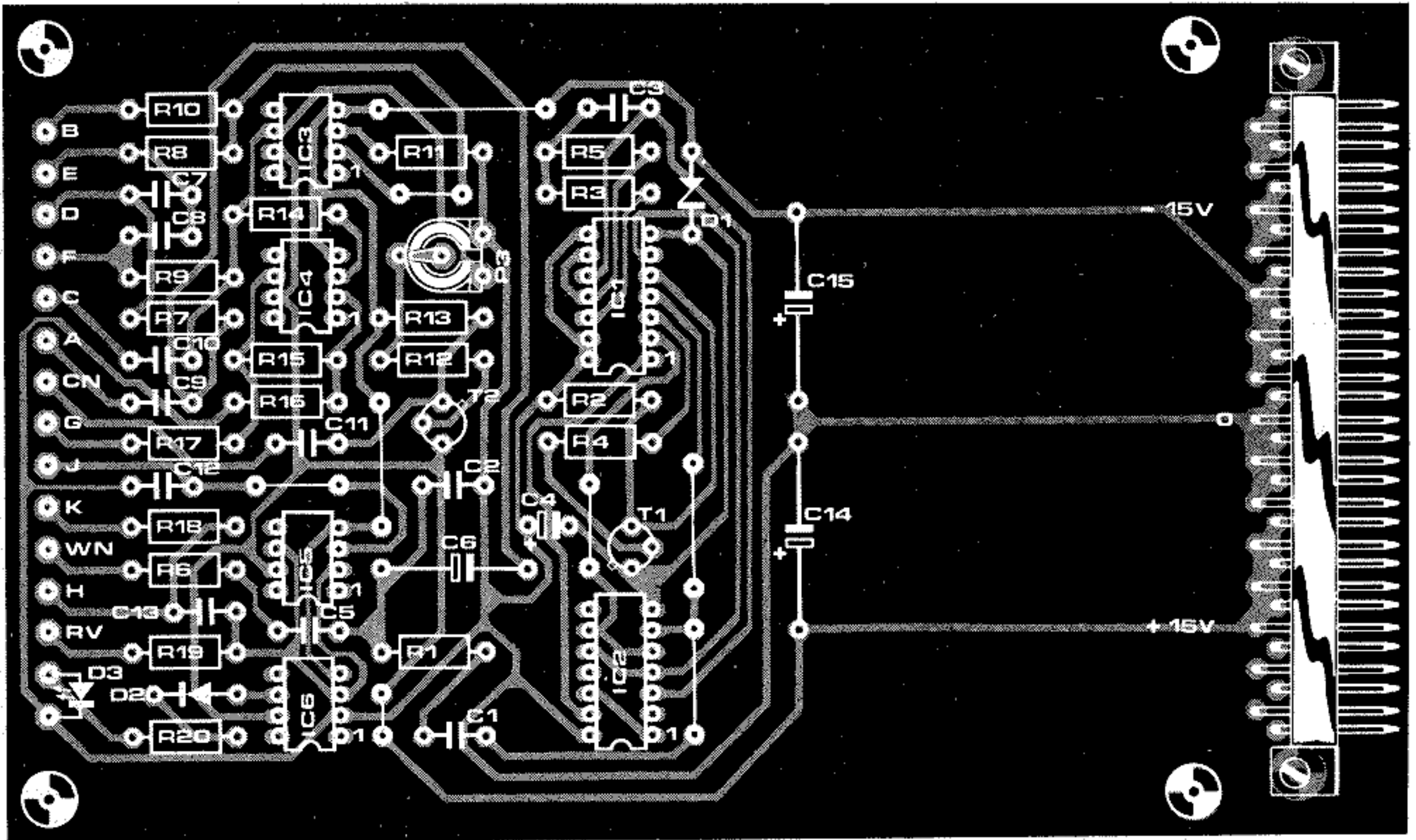
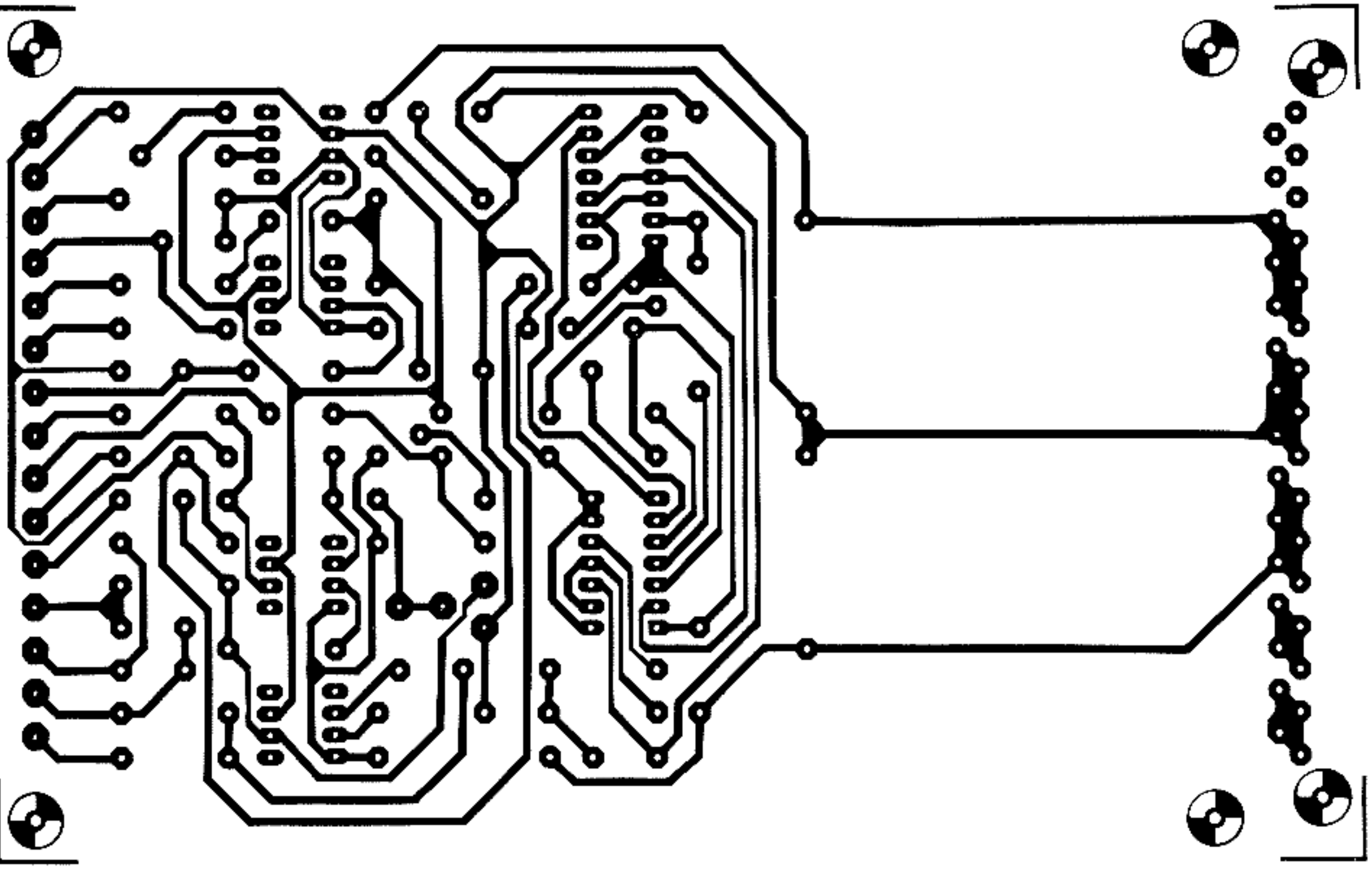
Bien qu'enrichi par rapport au précédent, ce DNG ne se distingue pas fonda-

4



300381 - 5 - 22

2



Liste des composants

Résistances:

R1,R14,R16 = 47 k
 R2 = 4k7
 R3 = 150 k
 R4 = 22 k
 R5 = 12 k
 R6,R19 = 470 Ω
 R7,R8,R10,R13 = 2k7
 R9 = 3k3
 R11 = 68 k
 R12 = 820 Ω
 R15 = 220 k

R17,R18 = 1 k (mieux 10 k)
 R20 = 1 k

Potentiomètres:

P1,P2 = 100 k lin.
 (voir texte)
 P3 = 4k7
 P4 = 100 k lin.
 (pot. stéréo)
 (mieux 500 k)

Condensateurs:

C1 = 100 n
 C2 = 33 n

C3 = 1 n
 C4 = 1 μ/25 V tantale
 C5,C11 = 470 n
 C6 = 2μ2/25 V
 C7,C12,C13 = 220 n
 C8,C10 = 8n2
 (6n8 + 1n5)
 C9 = 5n6
 (4n7 + 1 n)
 C14,C15 = 10 μ/25 V

Semiconducteurs:

D1 = BZX 83C 8V3
 D2 = DUS

D3 = LED

T1,T2 = TUN

IC1 = 4030

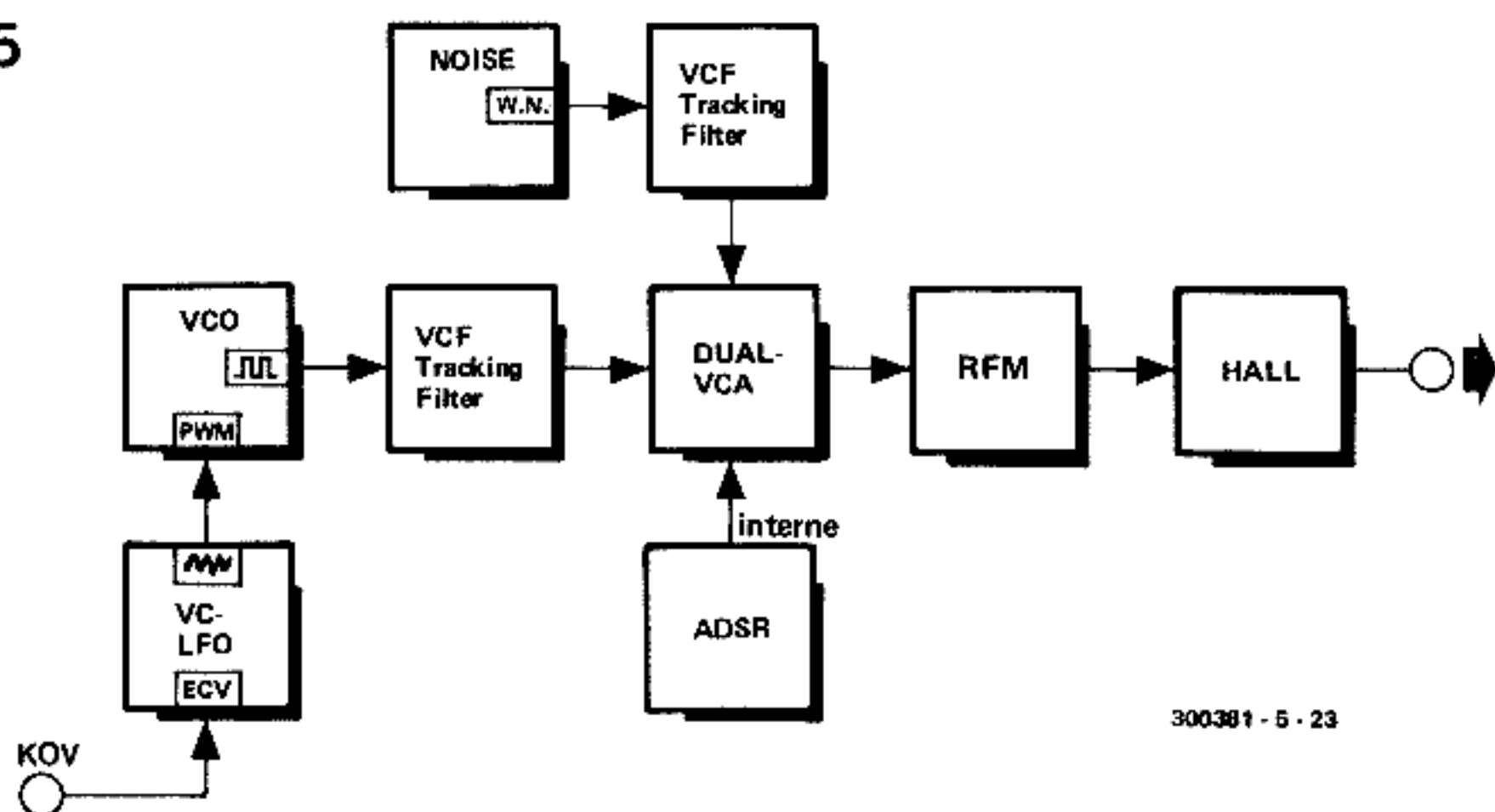
IC2 = 4006

IC3,IC4,IC5,IC6 = μA 741C
 (mini dip)

Divers:

3 x mini-jacks
 1 x connecteur 31 broches
 ou picots
 3 x boutons (axe de 6 mm)
 avec embase fîchée

5



300381 - 5 - 23

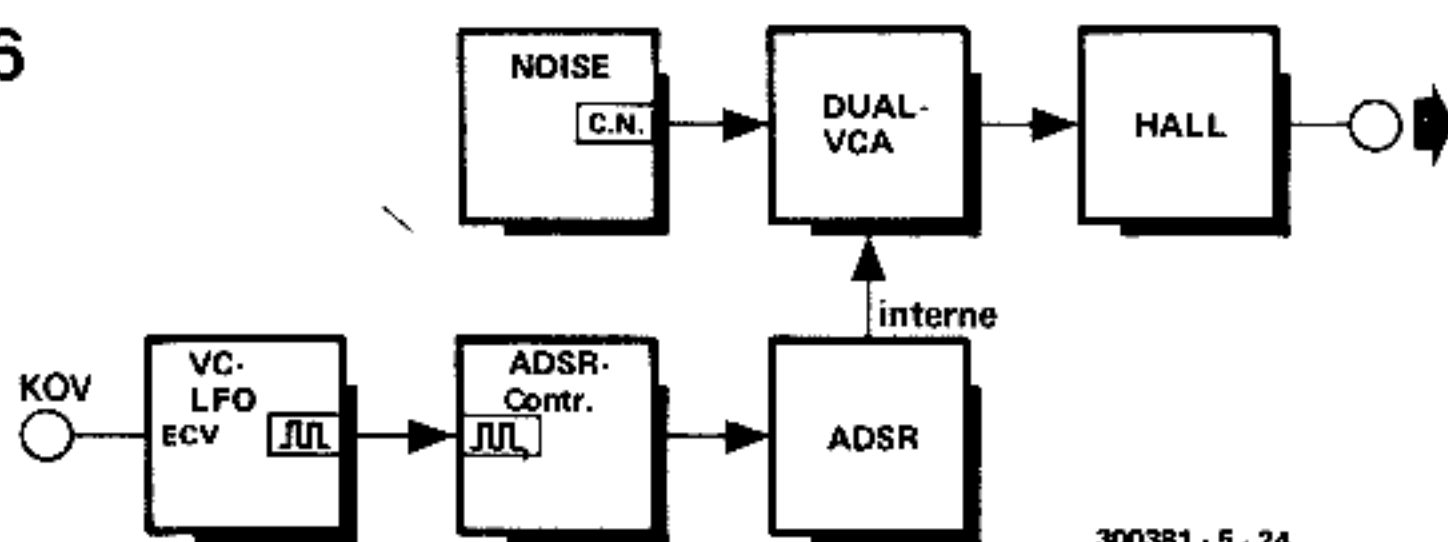
Figure 5. Cette configuration permet d'obtenir des sons d'instruments à anche très réalistes.

Figure 6. Accrochez les wagons! Voici une locomotive à vapeur...

Figure 7. Les sons d'orgue pneumatique seront imités avec réalisme grâce à cette configuration.

Figure 8. Reproduction de sons percussifs et sifflants.

6



300381 - 5 - 24

propre, trop léché, auquel manque justement ce supplément d'impureté qui donne la vie... ou du moins l'illusion de la vie!

Instruments à percussion (figure 4)

Le bruit blanc se prête particulièrement bien à la réalisation de sons percussifs métalliques ou "en bois". La fonction du VCA est bien sûr d'assurer la modulation dynamique. Il est commandé par un générateur d'enveloppes en mode AD (attaque brève et decay moyen). Le filtre de résonance participe à la coloration du timbre de manière efficace.

Instruments à vent (figure 5)

L'attaque typique des instruments à vent et plus spécialement celle des instruments à anche pourra être restituée avec beaucoup de réalisme grâce à un filtrage approprié du bruit coloré à l'aide d'un VCF en poursuite. La contribution d'un filtre de résonance bien réglé ne sera pas de trop non plus.

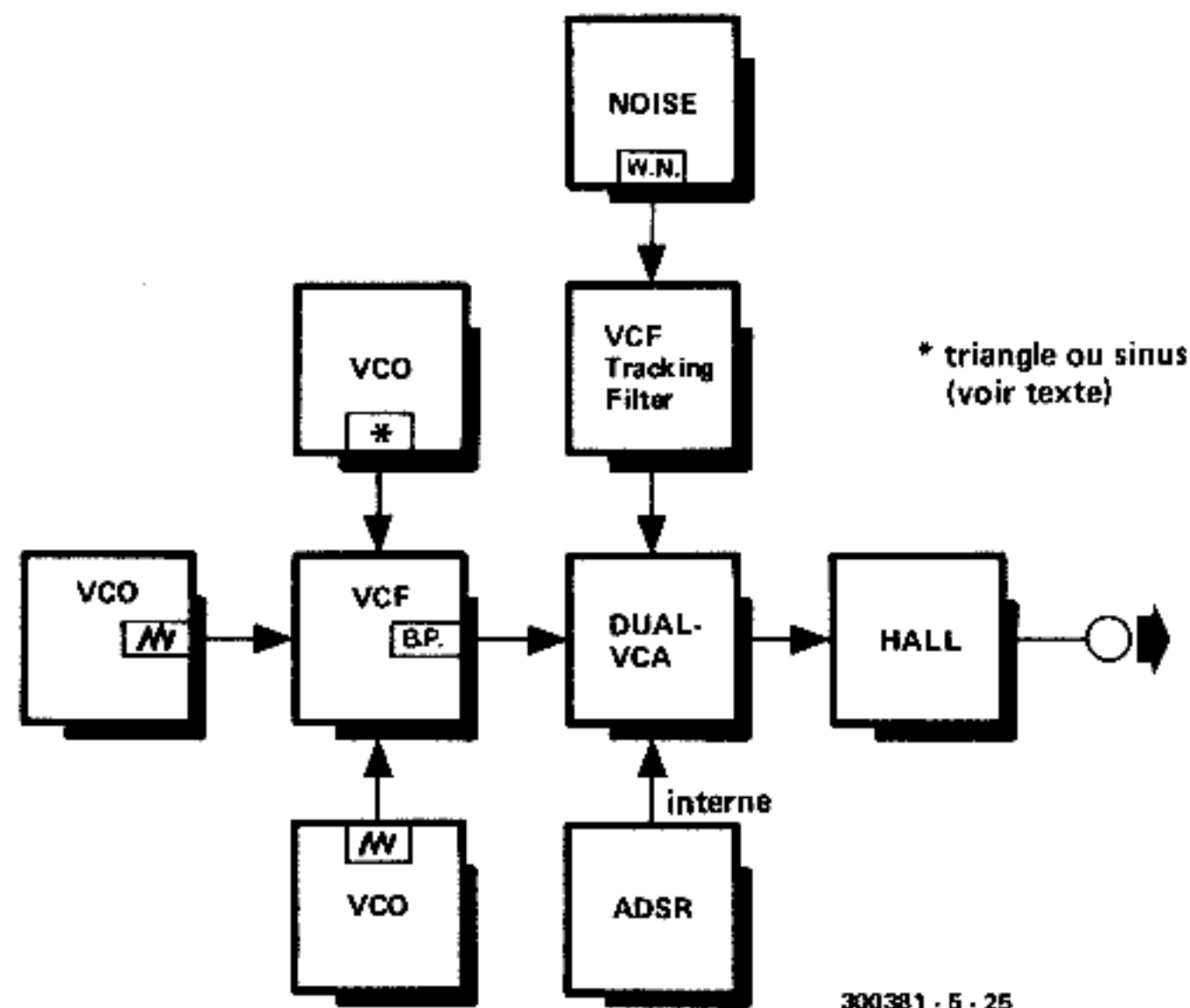
Orgue pneumatique (figure 7)

Là encore, c'est dans l'impureté que se trouve la clef de l'amélioration: il s'agit en effet de superposer au son lui-même une composante de bruit (souffle) qui rappellera celle d'un orgue d'église. Trois VCO sont requis (au minimum), accordés à l'octave; les deux plus graves délivreront un signal triangulaire et/ou sinusoïdal alors que la "voix" supérieure sera un signal carré (symétrique). Si l'on opte pour un signal triangulaire et/ou sinusoïdal pour cette voix-là, le son sera bien évidemment plus sourd.

Effets divers

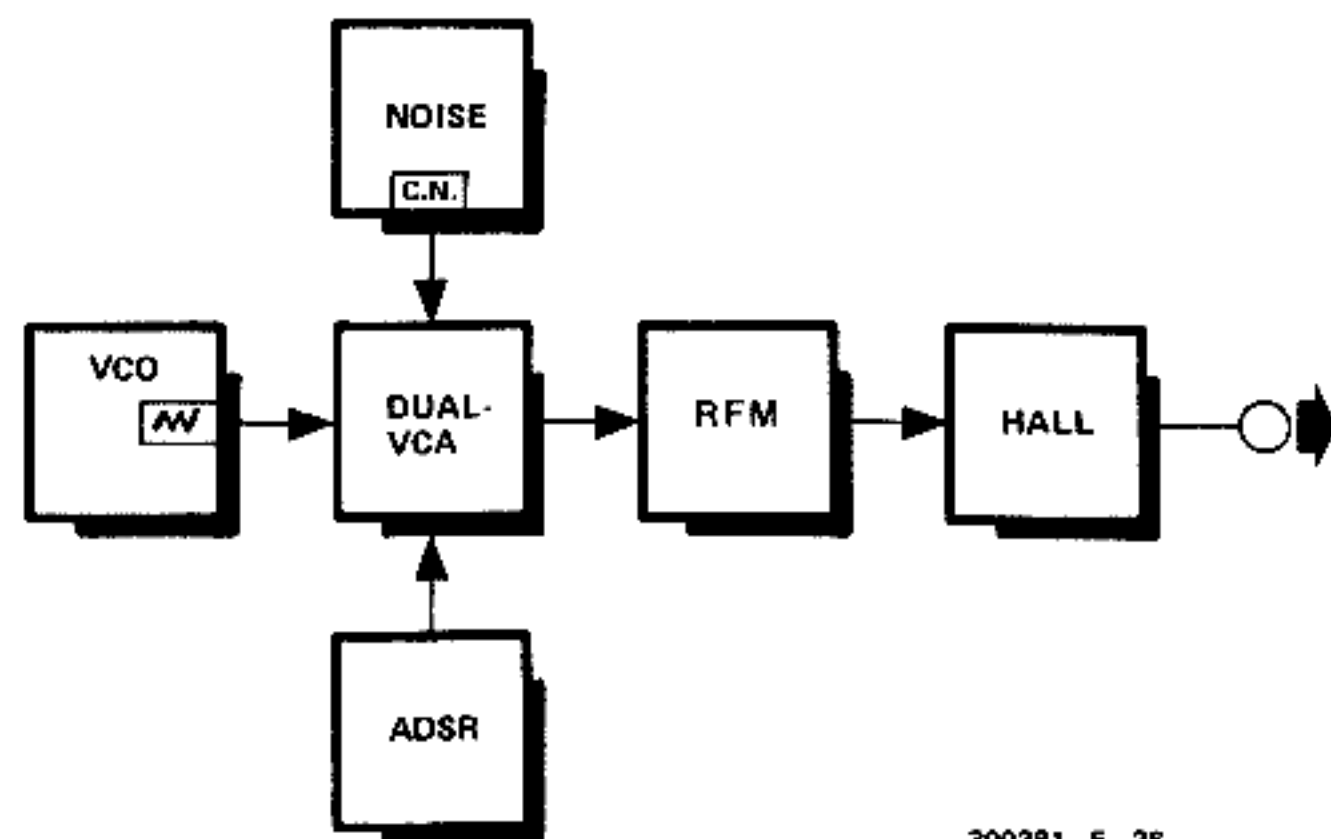
Ce sont les effets que nous avons hâtivement qualifiés de grossiers ci-dessus. En fait, il y a moyen de faire des choses intéressantes, moyennant une expérimentation systématique des possibilités du générateur de bruit associé au filtre et modulateur d'amplitude. Dans ce domaine, la réverbération, voire l'écho, est un adjuvant souvent fort efficace. Ainsi la locomotive à vapeur que devrait permettre la configuration de la figure 6. Accrochez les wagons...

7



300381 - 5 - 25

8



300381 - 5 - 26

mentalement d'un générateur de bruit normal. Voici toutefois quelques idées de connexion particulièrement spectaculaires. Il faut remarquer que le dosage

du bruit est assez critique; de sorte que l'équilibre n'est pas toujours facile à trouver, à mi-chemin de l'effet grossier (il en faut aussi!) et du son trop

Suiveur d'enveloppe

Envelope follower

A partir d'un signal audio quelconque, le suiveur d'enveloppe délivre un signal de commande qui évolue parallèlement à l'amplitude du signal audio traité. Ce signal de commande pourra être utilisé tel quel, appliqué aux diverses entrées de commande des modules du FORMANT. En même temps, le suiveur d'enveloppe délivre un signal de déclenchement destiné aux ADSR chaque fois que le signal audio traité dépasse un certain seuil.

Nombreux sont les signaux que l'on peut appliquer à un synthétiseur à des fins de traitements divers; mais il faut qu'au préalable ces signaux soient rendus compatibles avec les normes du FORMANT. C'est cette fonction qu'assure le suiveur d'enveloppe, en même temps qu'il produit un signal de déclenchement (un pseudo-signal GATE) destiné à synchroniser plusieurs modules avec l'enveloppe provenant d'une source extérieure (micro, guitare électrique, orgue ou piano électronique, etc...).

La combinaison de ce module avec le circuit de commande des ADSR apporte un enrichissement considérable à la palette sonore du FORMANT.

Le circuit

La figure 1 illustre la structure d'un suiveur d'enveloppe, avec son détecteur de seuil. La figure 3 est identique au circuit déjà publié dans le cadre du modulateur en anneau d'Elektor, avec en plus le détecteur de seuil.

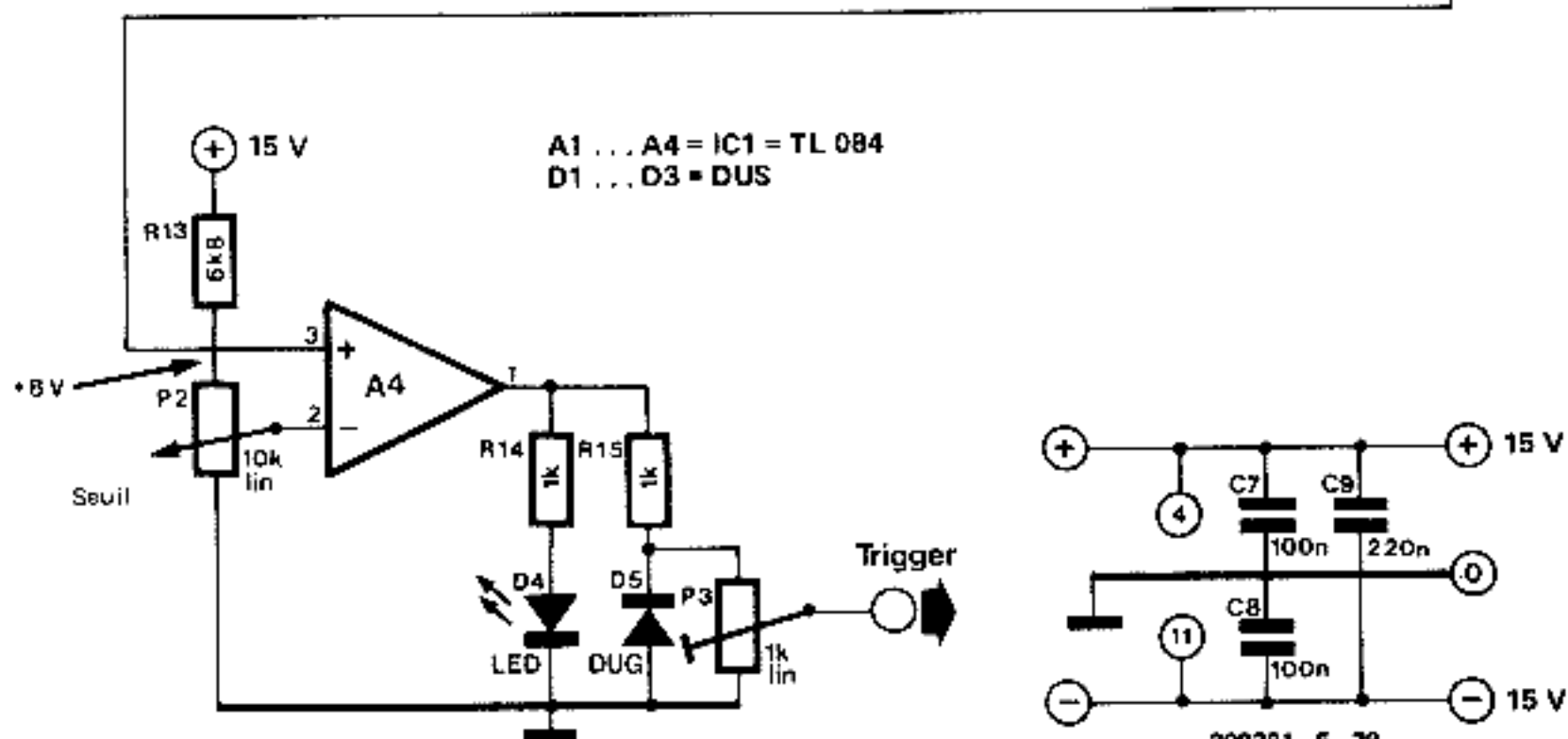
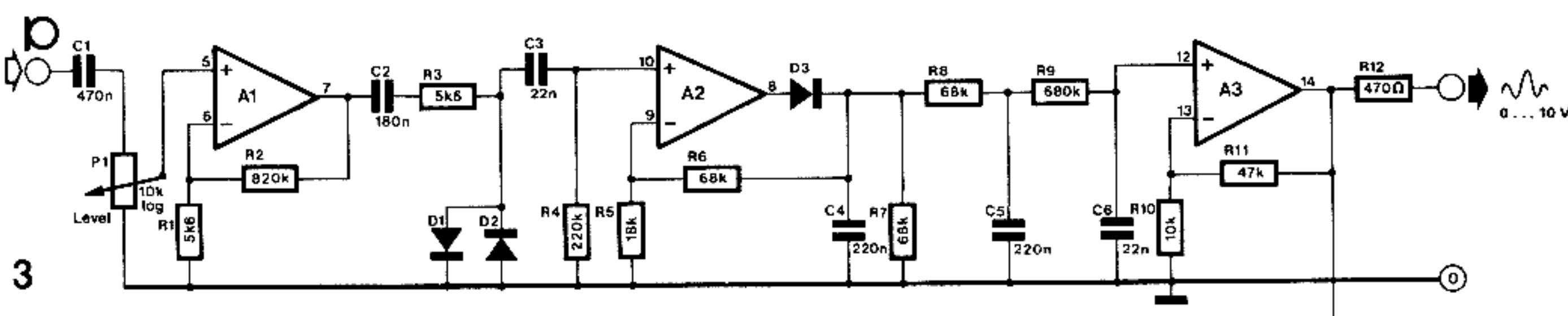
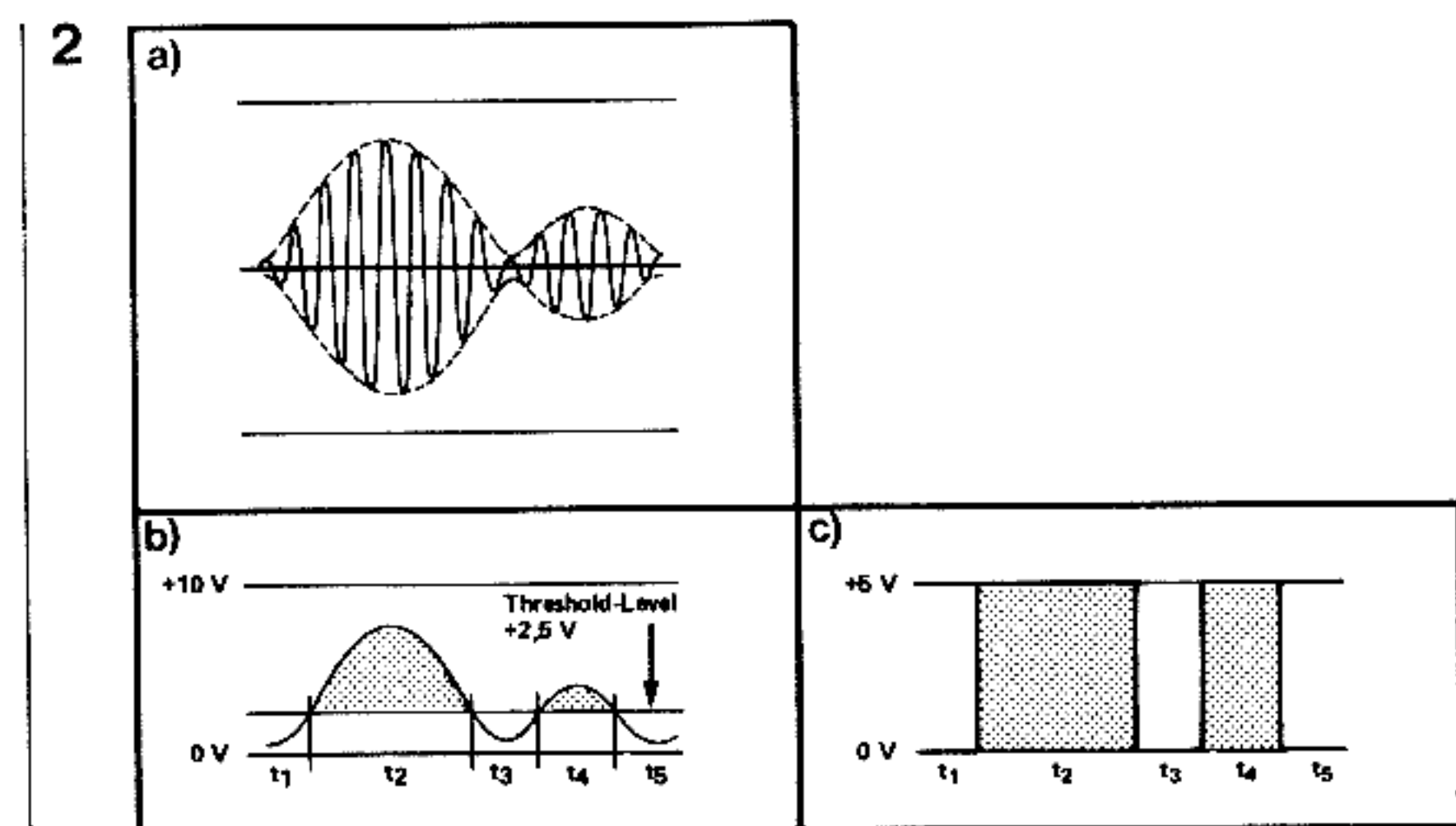
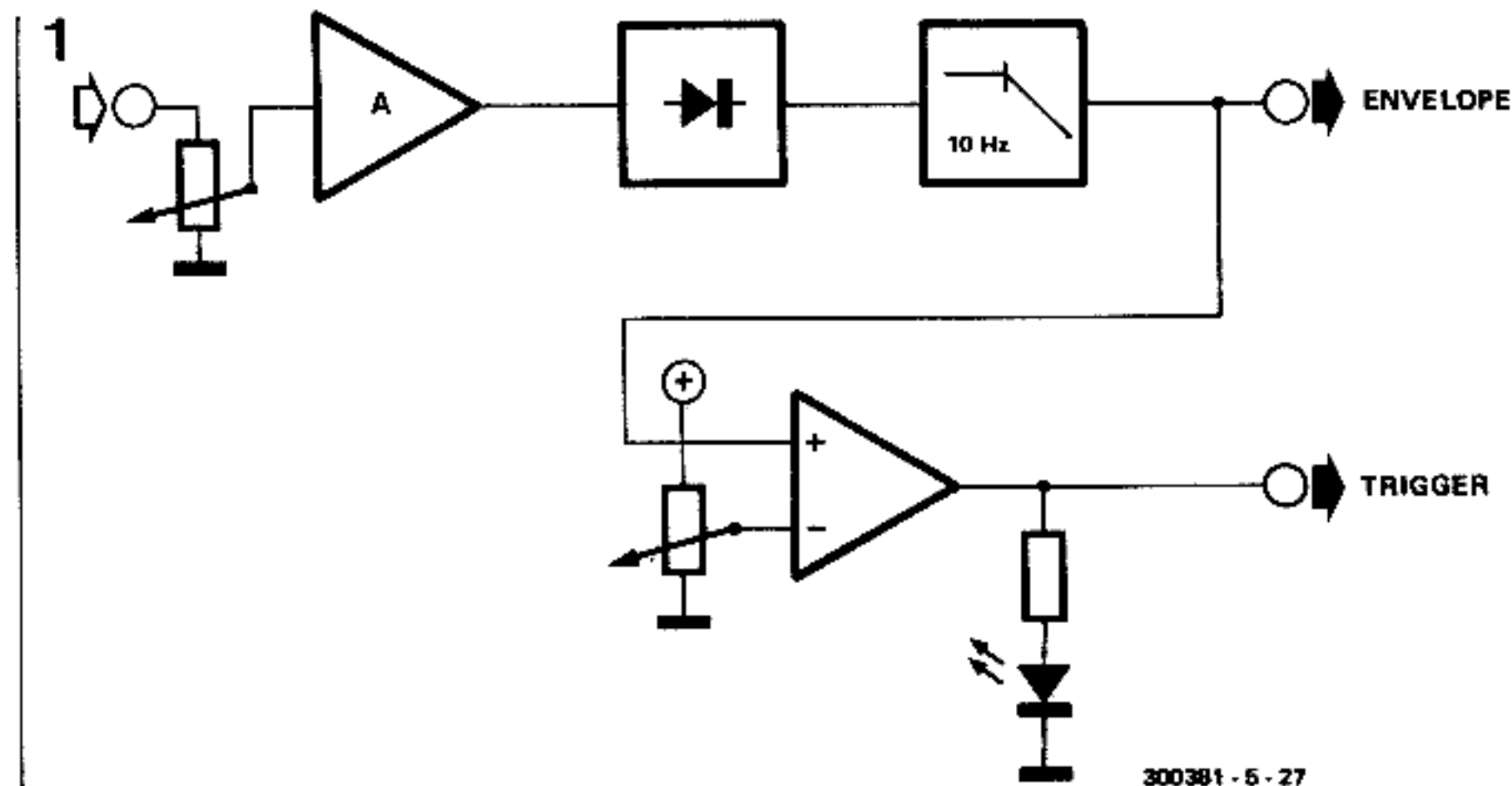
L'ensemble suiveur d'enveloppe est constitué des trois amplis opérationnels A1...A3; c'est lui qui délivre le signal dérivé du signal audio appliqué à l'entrée. Cette dernière a été dimensionnée de sorte qu'elle puisse recevoir

directement le signal provenant d'un microphone: un signal de 10 mV_{cc} suffit pour couvrir la plage de sensibilité, ajustable à l'aide de P1. La plupart des instruments électroniques, électriques ou acoustiques électrifiés pourront donc être reliés directement au suiveur d'enveloppe. Les diodes D1 et D2 bloquent les tensions excessives qui

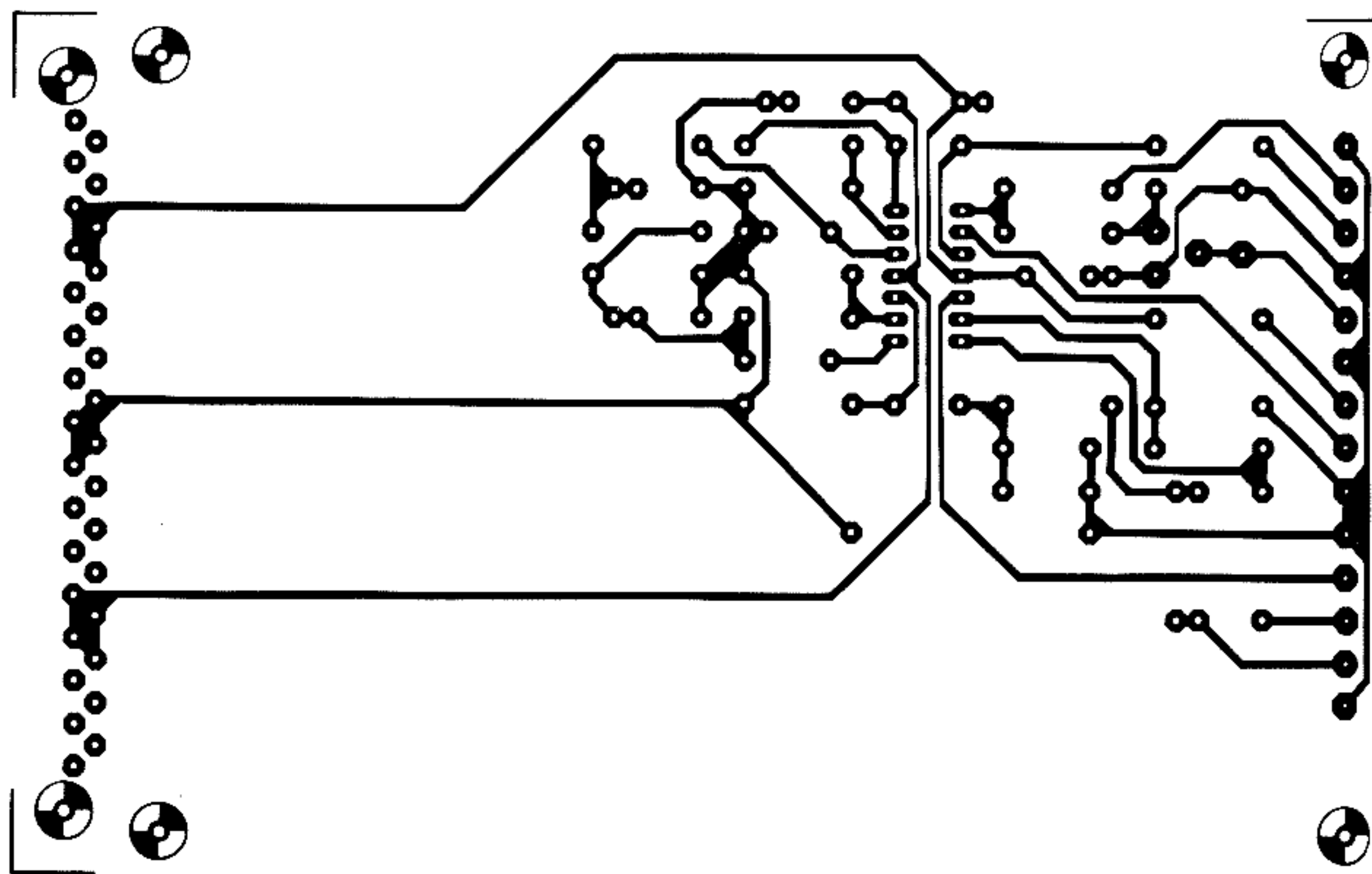
Figure 1. Structure du suiveur d'enveloppe.

Figure 2. Voici le détail des signaux en différents points du circuit:
a) signal appliqué à l'entrée,
b) signal de sortie (enveloppe),
c) signal de sortie (trigger-GATE).

Figure 3. Circuit complet du suiveur d'enveloppe avec détecteur de seuil.



4



ne manqueront pas d'apparaître après l'étage d'amplification.

L'ampli-op J-FET A2 constitue avec la diode D3 et le condensateur C4 un redresseur à détecteur de crête. Le signal résultant est appliqué au filtre passe-bas dont la fréquence de coupure est de 10 Hz environ. A ce stade, nous disposons déjà du signal évoluant parallèlement à l'enveloppe du signal traité; il ne reste plus qu'à en relever le niveau: à la sortie d'A3, le signal évolue entre 0 V et 10 V.

L'ampli-op A4 est monté en comparateur: c'est lui qui délivre le pseudo-signal de porte destiné aux autres modules ADSR du FORMANT. L'entrée non inverseuse de A4 reçoit la courbe enveloppe (broche 3 d'IC1), tandis que l'entrée inverseuse reçoit une tension ajustable à l'aide de P2; ce dernier réglage permet d'ajuster le seuil de détection. La sortie du comparateur est également dotée d'un diviseur de tension permettant d'ajuster le niveau du signal de porte. La fonction de la diode D5 est de bloquer à la masse les variations de tension négatives. La diode D4 est fort utile pour visualiser le signal de porte produit par le suiveur d'enveloppe. Chaque fois que le signal "enveloppe" dépasse le seuil de déclenchement fixé par P2, la sortie passe de 0 à 5 V.

Réalisation

Le circuit pourra être monté sur une carte au format européen, conformément à la figure 4. Le circuit intégré J-FET doit être traité avec un certain ménagement; un support de circuit intégré ne sera pas de trop en la circonstance. La face avant de la figure 5 com-

Liste des composants pour le suiveur d'enveloppe

Résistances:

R1,R3 = 5k6
 R2 = 820 k
 R4 = 220 k
 R5 = 18 k
 R6,R7,R8 = 68 k
 R9 = 680 k
 R10 = 10 k
 R11 = 47 k
 R12 = 470 Ω
 R13 = 6k8
 R14,R15 = 1 k

Potentiomètres:

P1 = 10 k log.
 P2 = 10 k lin.
 P3 = 1 k (ajustable)

Condensateurs:

(MKH,MKS)
 C1 = 470 n
 C2 = 180 n
 (150 + 33 n)
 C3,C6 = 22 n
 C4,C5,C9 = 220 n
 C7,C8 = 100 n

Semiconducteurs:

D1,D2,D3 = DUS
 D4 = LED
 D5 = DUG
 A1...A4 = IC1 = TL 084 CN
 (TL 074 CN)

Divers:

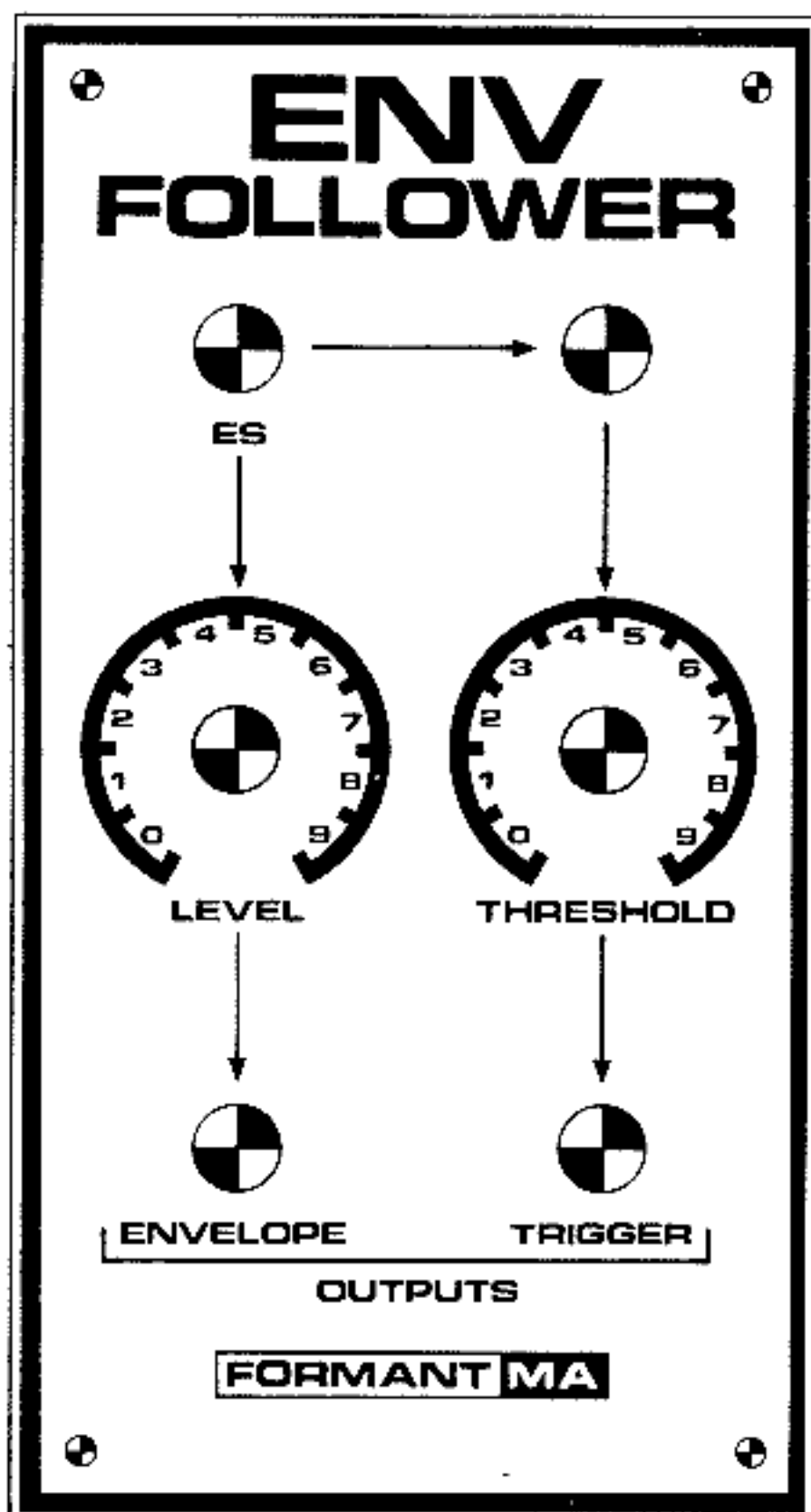
2 x mini-jacks 3,5 mm
 1 x mini-jack 6,5 mm
 1 x connecteur 31 broches ou picots

plète le module suiveur d'enveloppe et en fait une entité indépendante, alimentée avec les tensions standard du FORMANT (± 15 V).

Applications

La figure 6 illustre une configuration

5



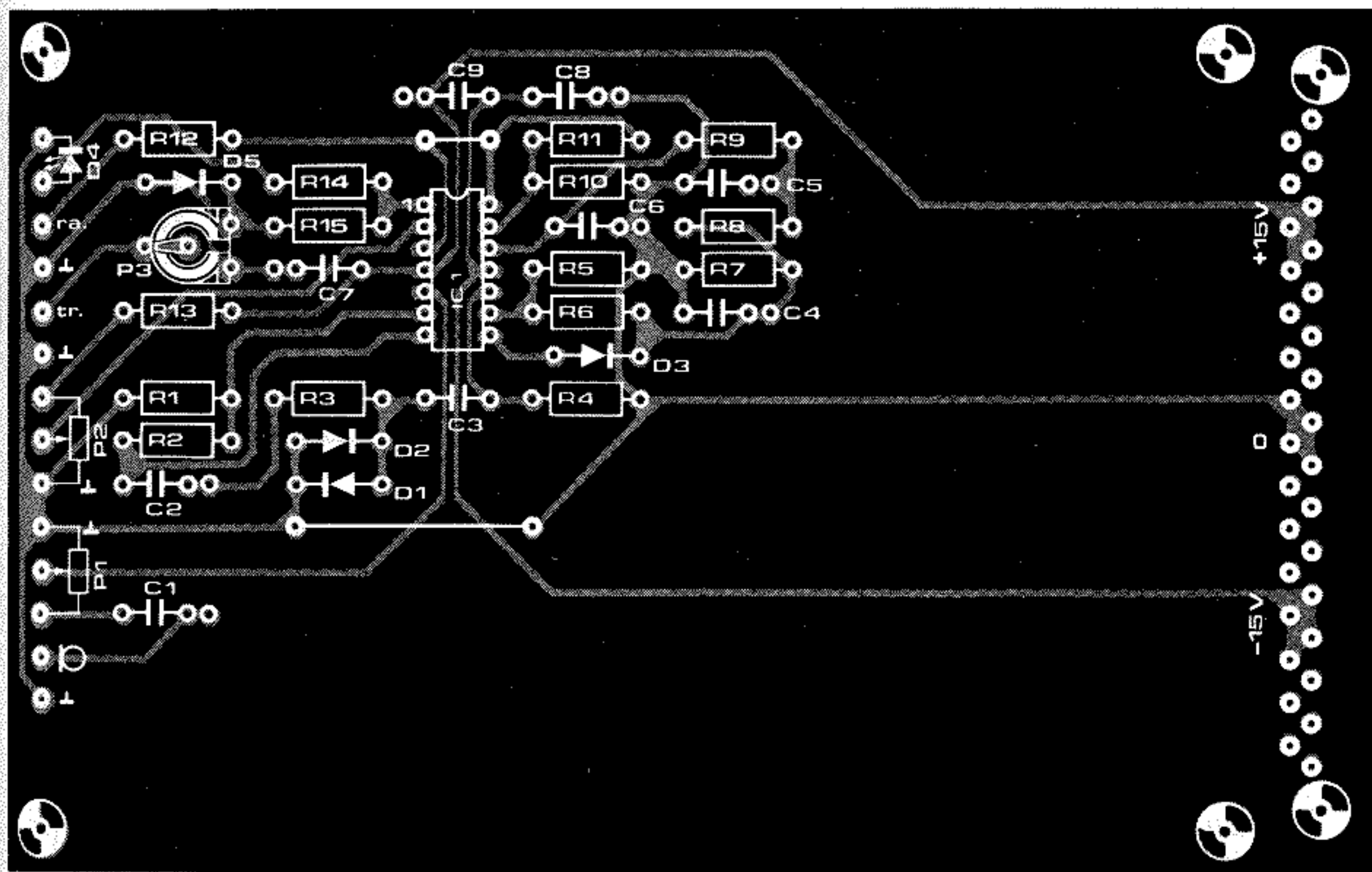


Figure 4. Circuit imprimé avec sérigraphie pour l'implantation des composants pour le circuit de la figure 3.

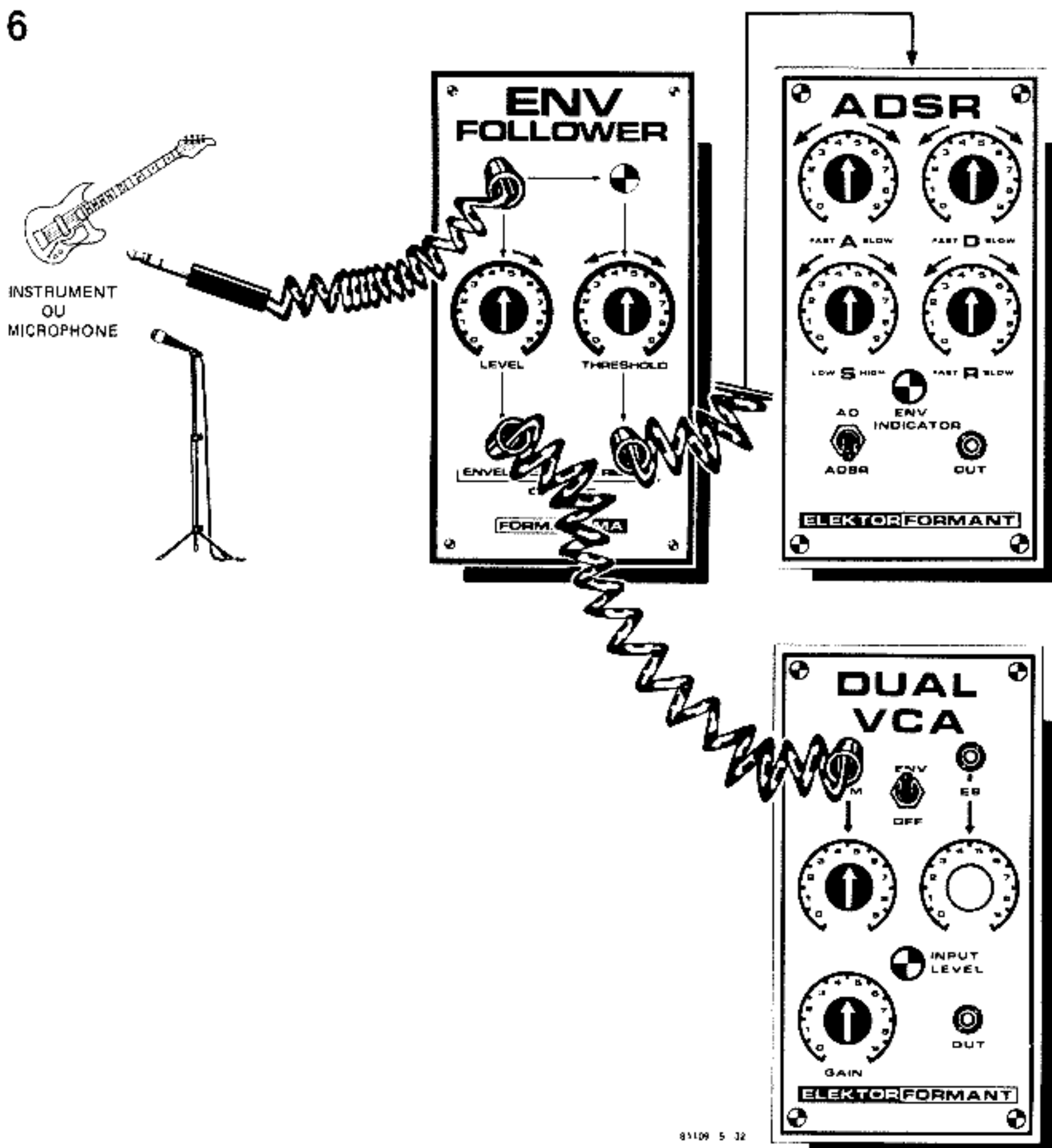
Figure 5. Face avant pour le suiveur d'enveloppe.

Figure 6. Le suiveur d'enveloppe reçoit un signal audio quelconque dont il dégage l'enveloppe (courbe d'amplitude); celle-ci est appliquée à l'entrée AM d'un VCA, tandis que parallèlement le détecteur de seuil délivre un pseudo-signal de porte dont on peut se servir pour déclencher un ou plusieurs ADSR.

de base d'un suiveur d'enveloppe associé à une source extérieure d'une part et à un module ADSR et un module VCA d'autre part. Mais ce n'est pas là l'unique possibilité! Si la modulation d'amplitude est la première à venir à l'esprit, il ne faut pas oublier pour autant la modulation de timbre! Essayez

donc d'appliquer un même signal acoustique via un micro au suiveur d'enveloppe et après amplification à un VCF; appliquez la sortie du suiveur d'enveloppe à l'entrée TM du VCF en question... il se passe alors que la courbe enveloppe du signal acoustique module le timbre de ce même signal dans le VCF!

6



La modulation de fréquence des VCO n'est pas à exclure non plus. Certes, elle est un peu plus difficile à manipuler, mais les résultats n'en sont que plus... étonnants.

Il nous faut encore mentionner deux autres possibilités: la modulation simultanée de l'amplitude et du timbre par des courbes enveloppes provenant de sources différentes et enfin, le mélange de tensions de commande diverses avec la courbe enveloppe, le tout appliqué au mélangeur que nous abordons plus loin dans ce même chapitre.

Echantillonneur-bloqueur

Sampe and Hold (S & H)

S'il fallait désigner l'un des modules qui manquaient le plus cruellement dans la version de base du Formant, ce serait sans aucun doute l'échantillonneur/bloqueur qui viendrait à l'esprit de plus d'un utilisateur. Omission d'autant plus injustifiée que l'on disposait dans le circuit de l'interface du clavier d'un échantillonneur/bloqueur parfait, et qui moyennant quelques modifications, devenait universel.

Les quelques pages qui suivent vont donc s'attacher à réparer cette erreur. Un échantillonneur/bloqueur est un module dont la fonction est de délivrer une séquence de tensions de commande, variant à intervalles réguliers avec une tension quelconque appliquée à l'entrée du module.

La figure 1 illustre le principe d'un tel circuit; l'échantillonneur est constitué d'un interrupteur électronique "S" (pour Sample = échantillonner), suivi d'un condensateur de mémorisation C_X , et d'un suiveur de tension. L'interrupteur électronique est indispensable au comparateur, dont le seuil d'échantillonnage est ajustable entre 0 V et +2,5 V. Une LED indique la cadence de l'échantillonnage.

Le circuit de la figure 3 est construit autour d'un OTA du type CA 3080; c'est ce dernier qui tient le rôle de l'interrupteur électronique "S" du schéma de principe. Lorsque l'entrée d'échantillonnage reçoit une tension variable, et que l'interrupteur est fermé, la tension de sortie de l'OTA tend à suivre l'évolution de la tension d'entrée. Selon le réglage qui affecte la vitesse de "poursuite":

$$\text{max. slew rate} = \frac{I_{ABC}}{C_X} \frac{V}{s}$$

l'interrupteur s'ouvre (échantillonnage), adopte la tension présente à l'entrée et se ferme (blocage - Hold-). C_X est déterminé par la valeur de C_2 , la vitesse de poursuite ne peut donc être influencée que par les variations de I_{ABC} , qui est le courant de transconductance de l'amplificateur opérationnel, appliqué sur sa broche 5.

En mode échantillonnage, I_{ABC} est élevée (la vitesse de poursuite maximale est de l'ordre de 3 V/ms); on peut donc compter sur des durées d'échantillonnage courtes.

En mode blocage, I_{ABC} devient quasiment nulle, et la tension présente sur C_X est bloquée jusqu'au prochain échantillon.

Mais l'échantillonneur bloqueur décrit jusqu'ici n'est rien sans le suiveur de tension MOS-FET IC2, dont la fonction est de découpler la tension mémorisée sous faible impédance.

La commande de l'OTA IC1 est assurée par le comparateur IC3. Dès que le signal de déclenchement (trigger) de

l'échantillonneur dépasse le seuil réglé à l'aide de P1 à l'entrée inverseuse du comparateur, une impulsion positive (limitée par le diviseur de tension R7/P2 à +3,5 V) traverse R1 et attaque l'émetteur du transistor de commutation T1. La diode D3 élimine les pointes de tension négatives à la sortie du comparateur, tandis que la LED D4 visualise les impulsions d'échantillonnage.

Le principe de fonctionnement du S & H

2

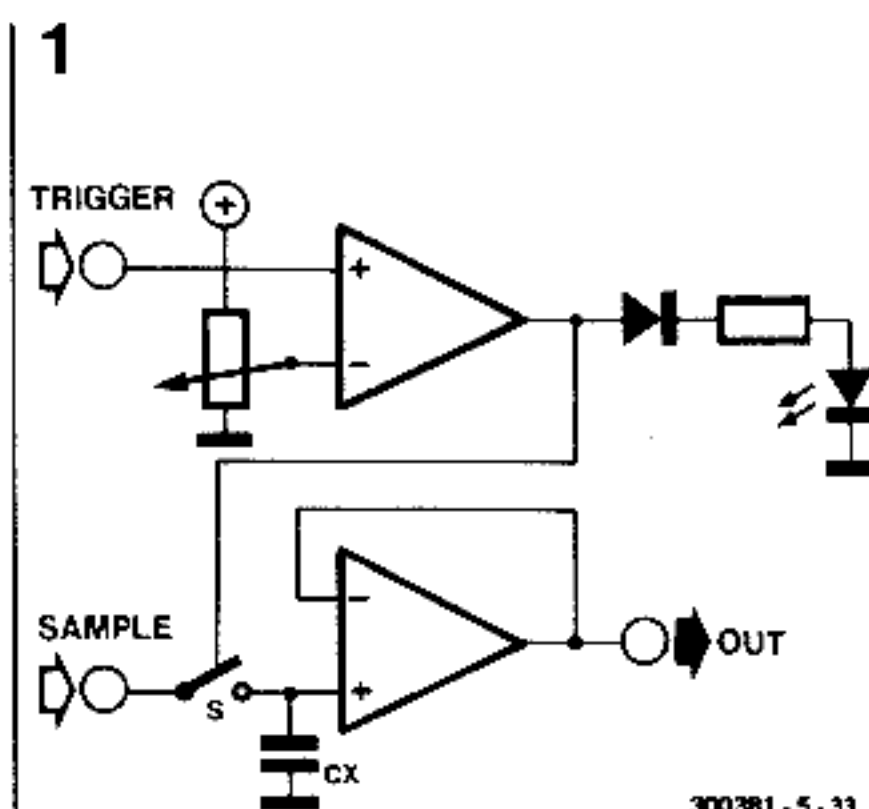
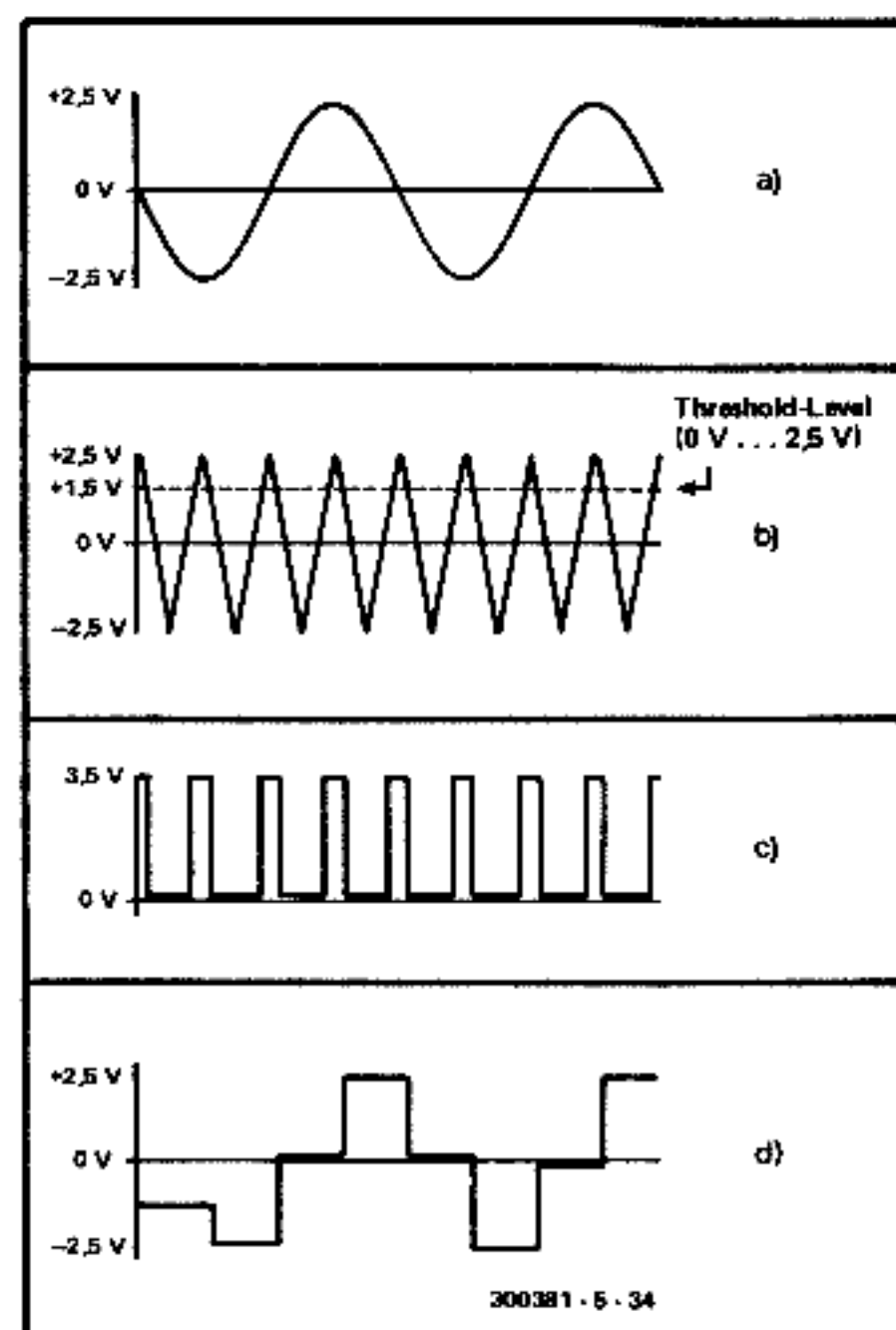


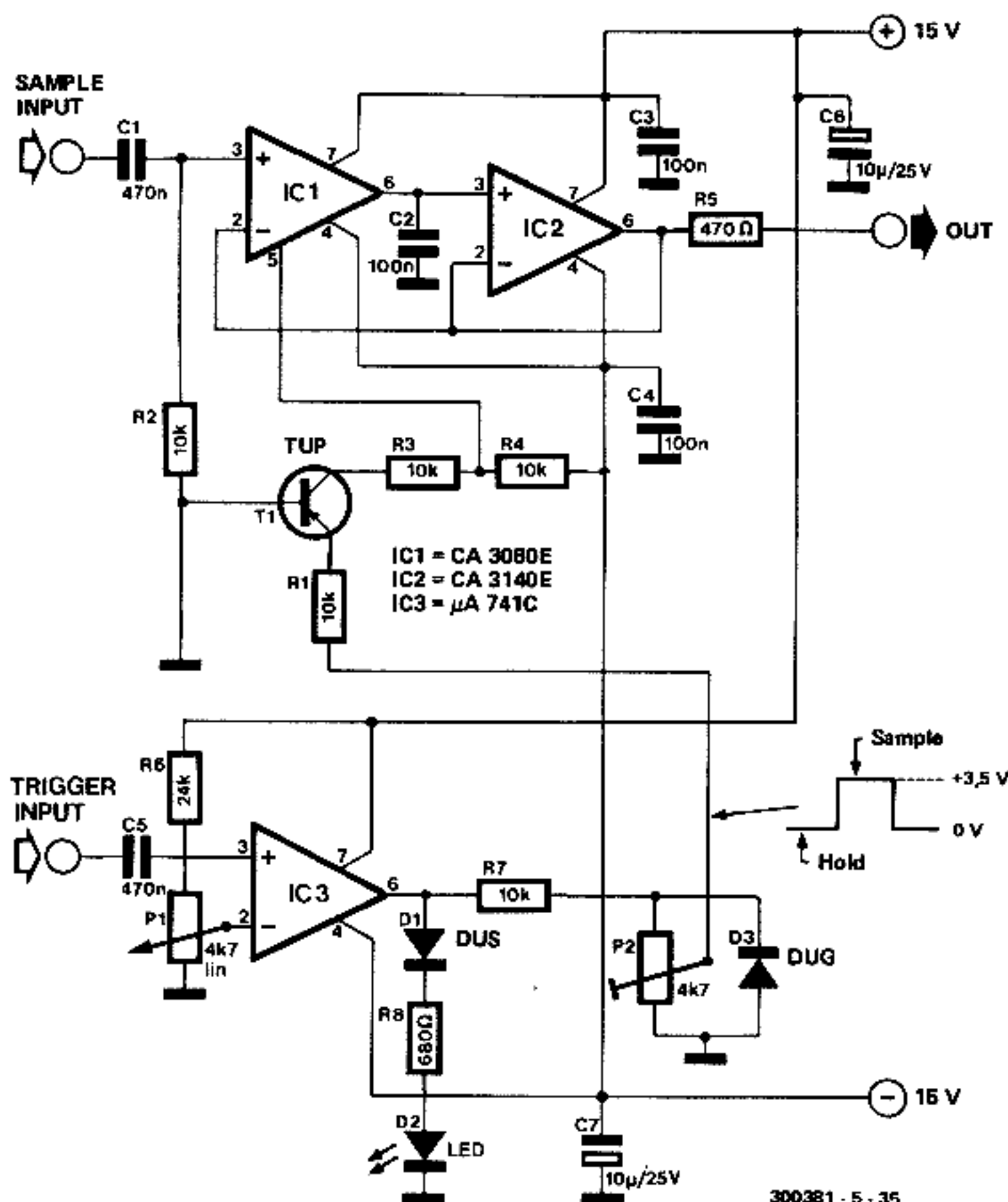
Figure 1. Schéma synoptique d'un module échantillonneur/bloqueur.

Figure 2. Principe du fonctionnement de l'échantillonneur/bloqueur. Les 4 signaux sont prélevés comme suit:
a. signal appliqué à l'entrée d'échantillonnage;
b. signal appliqué à l'entrée de déclenchement;
c. signal de déclenchement;
d. signal échantillonné à la sortie.

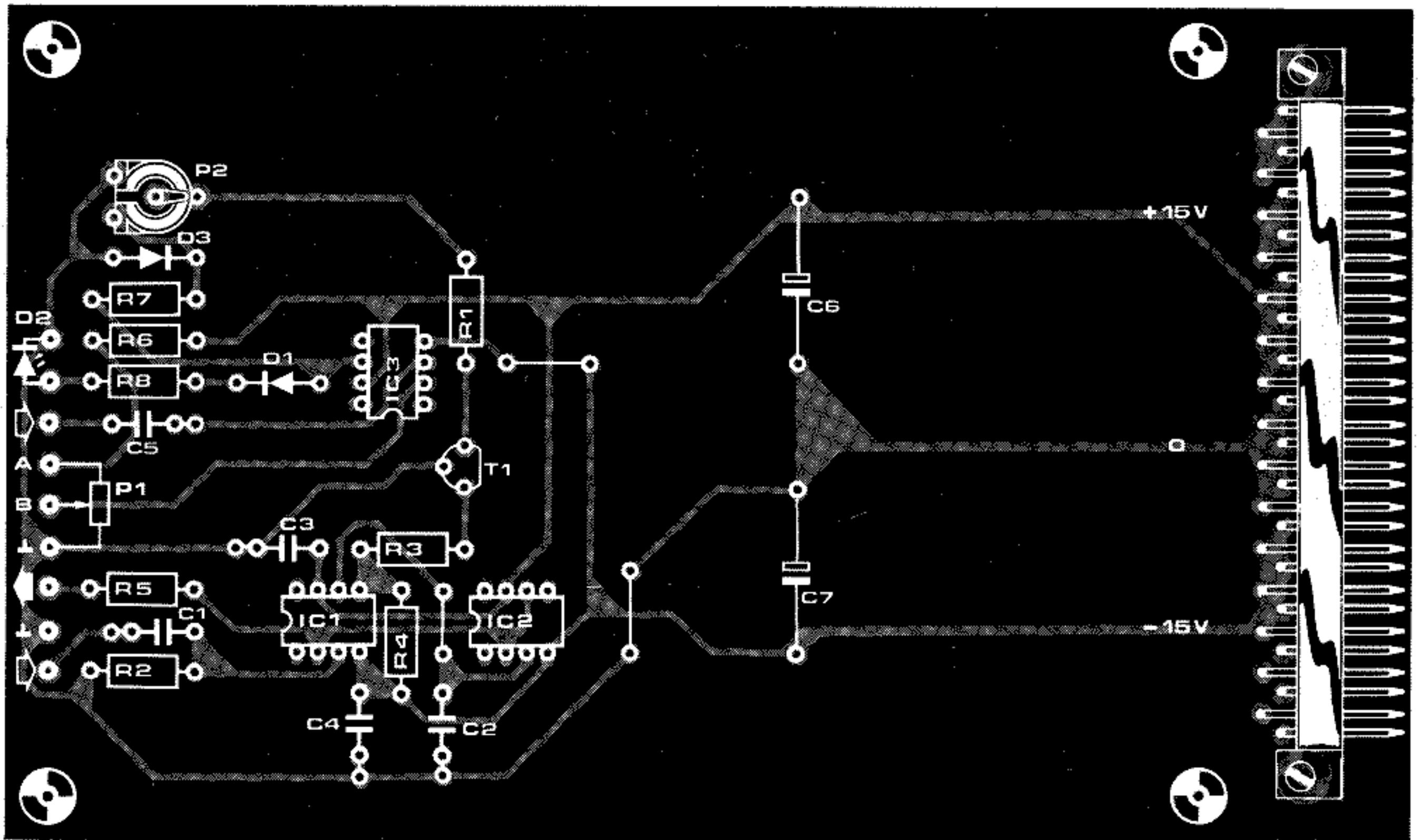
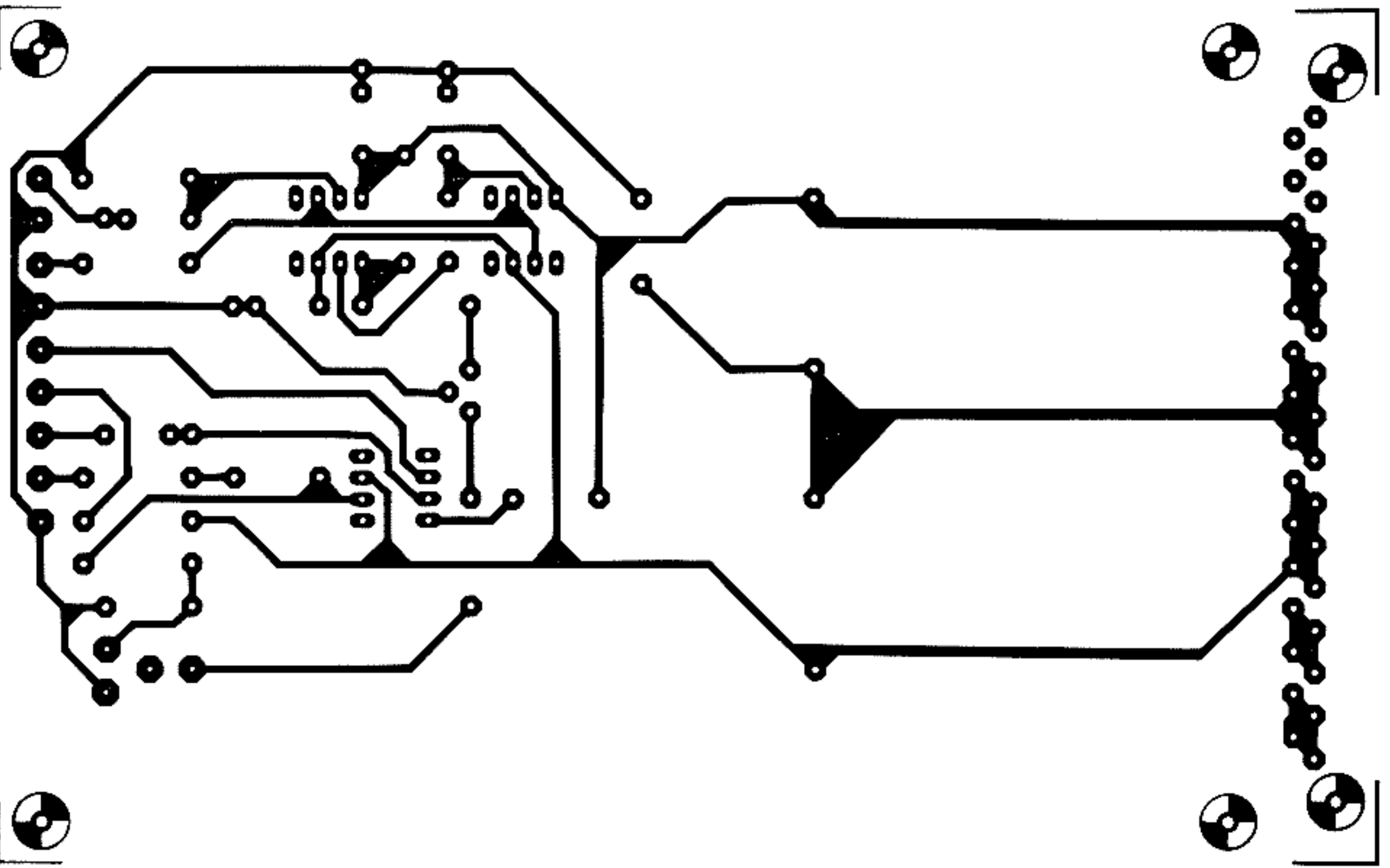
Figure 3. Circuit complet de l'échantillonneur/bloqueur pour le Formant.

Figure 4. Dessin du circuit imprimé au format européen, avec sérigraphie pour l'implantation des composants du S & H.

3



4



apparaît clairement sur la figure 2, qui donne l'évolution des tensions en différents points du montage.

Réalisation

Le circuit imprimé de la figure 4 permet une réalisation facile de ce module. IC1 et IC2 pourront être en boîtier mini-Dip, ou métallique; dans ce dernier cas il faut toutefois adapter les brochages à la configuration des trous sur le circuit imprimé (ergot = broche 8). Pour IC2, il est préférable de prévoir un support pour circuit intégré, surtout si l'on ne

Liste des composants pour l'échantillonneur-bloqueur

Résistances:
 R1, R2, R3, R4, R7 = 10 k
 R5 = 470 Ω
 R6 = 24 k
 (22 k + 2k2)
 R8 = 680 Ω

Potentiomètres:
 P1 = 4k7 lin.
 P2 = 4k7 (ajustable)

Condensateurs:
 (MKH, MKS)
 C1, C5 = 470 n

C2, C3, C4 = 100 n
 C6, C7 = 10 μ /25 V

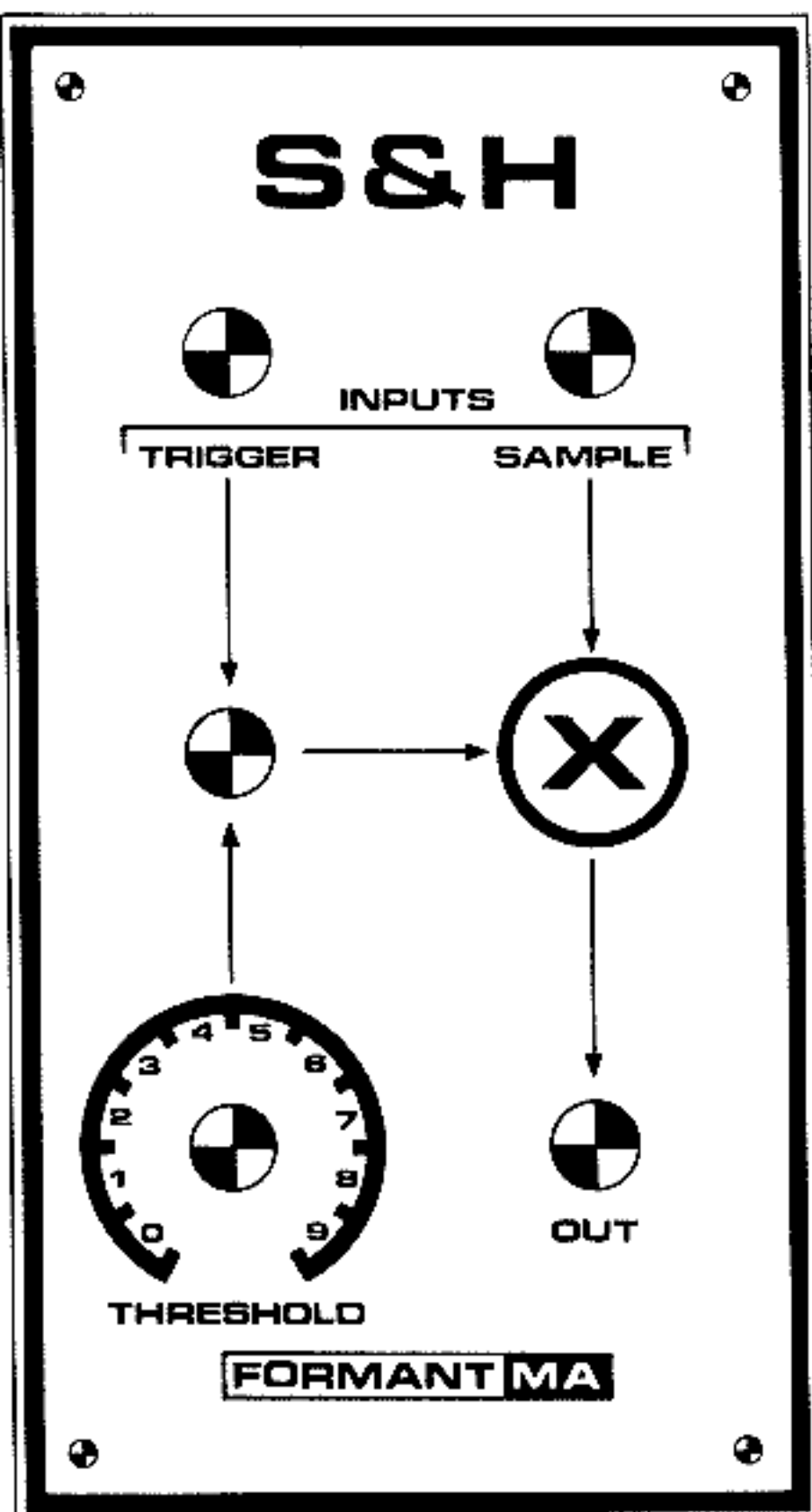
Semiconducteurs:

D1 = DUS
 D2 = LED
 D3 = DUG
 T1 = TUP
 IC1 = CA 3080E (Mini-Dip)
 IC2 = CA 3140E (Mini-Dip)
 IC3 = μ A 741C (Mini-Dip)

Divers:

3 x mini-jacks
 1 x bouton (axe de 6 mm)
 1 x connecteur 31 broches
 ou picots

5



dispose pas d'un fer totalement exempt de potentiels parasites sur la panne. Quant à C2, il va de soi qu'il devra être choisi pour un courant de fuite minimal. La figure 5 reproduit une proposition de face avant aux dimensions d'une petite face avant de Formant.

Le réglage n'est pas critique. Après avoir mis le curseur de P1 à la masse, on relie un oscilloscope ou un multimètre au curseur de P2. Puis l'on applique le signal carré provenant d'un LFO à

6

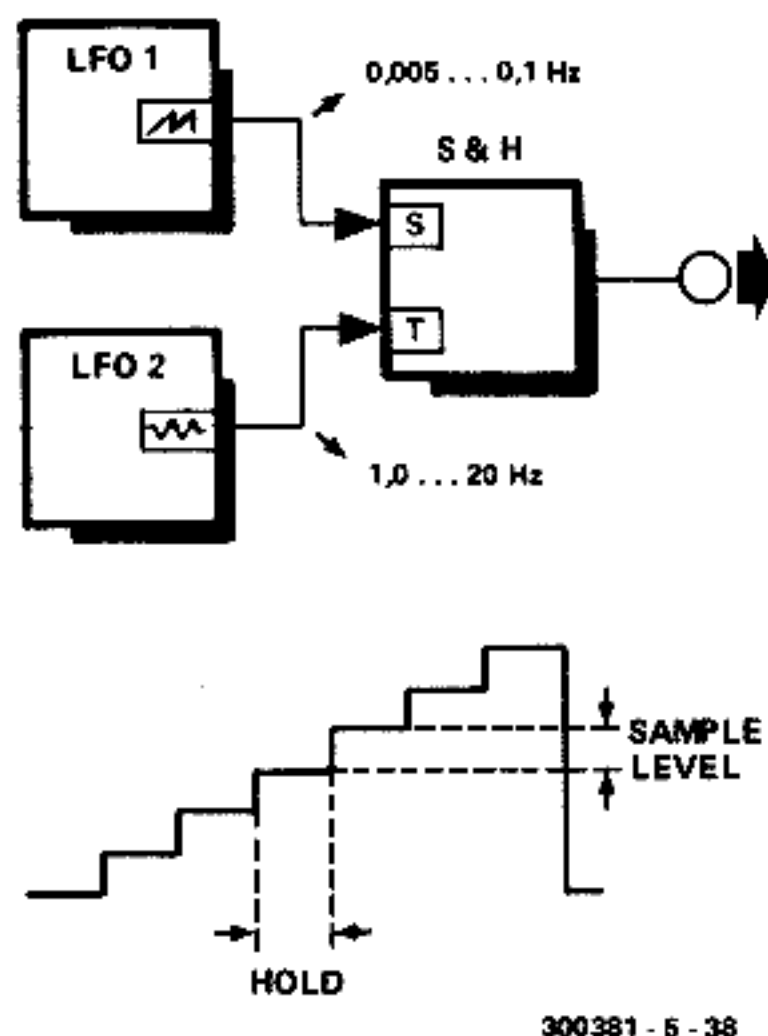
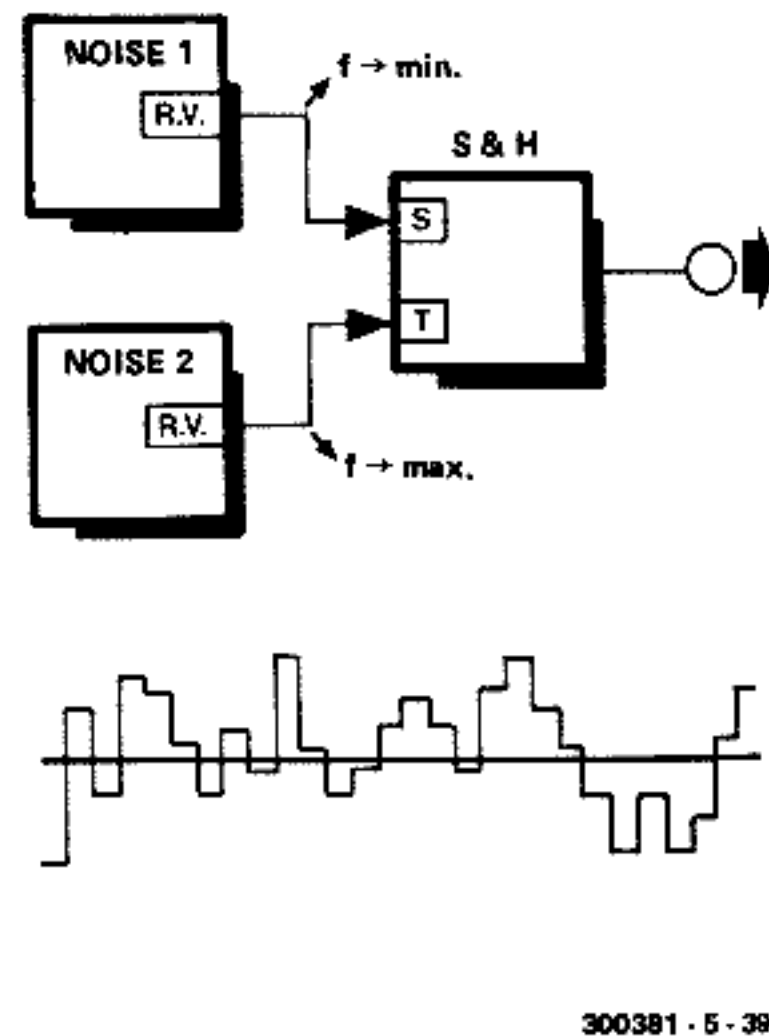


Figure 5. Suggestion de face avant pour le Sample and Hold.

Figure 6. Configuration de base pour l'obtention d'une tension en marches d'escalier. Le LFO 1 délivre une tension en dents de scie ou triangulaire, de fréquence relativement basse, tandis que le LFO 2 délivre une tension de déclenchement sensiblement plus élevée. La hauteur des sauts de tension du signal échantillonné dépend de la forme d'onde de LFO 1, de même que de sa fréquence, tandis que le nombre d'échantillons dépend de la fréquence de LFO 2 et de la valeur du seuil de déclenchement du comparateur.

Figure 7. Configuration de base pour l'obtention de séquences aléatoires. On obtiendra des séquences à caractère semi-aléatoire en combinant les modules NOISE et LFO à l'entrée du S & H.

7



l'entrée de déclenchement (trigger); ajuster ensuite P2 (pendant le "plateau" haut du signal carré) pour que la tension relevée soit de +3,5 V.

Applications

Pour l'essentiel, les applications du Sample & Hold tournent autour de tensions en marches d'escalier plus ou moins régulières, selon le type de tension à échantillonner que l'on y applique.

A l'intention des bricoleurs, voici encore un petit "tuyau" qui n'est pas dépourvu d'intérêt. Il s'agit de faire suivre l'échantillonneur/bloqueur par un générateur d'impulsions réalisé à l'aide d'un multivibrateur monostable du type 74121, que l'on commandera à travers un transistor pour la mise en forme de l'impulsion de déclenchement. Les séquences d'impulsions (de durée variable) et de fréquence aléatoire sont particulièrement intéressantes pour le déclenchement des ADSR.