

VCA

Chapitre 8

Avec le DUAL-VCA et le VCF déjà décrit, le lecteur dispose maintenant des modules de base servant à former le son. Cette partie traite, comme les précédentes, de la technique du circuit employé ainsi que de l'utilisation pratique du module.

Le DUAL-VCA (= VCA double) est constitué de deux amplificateurs à gain variable (gain blocks) dont la commande est séparée; ils sont placés l'un derrière l'autre sur le chemin parcouru par le signal. Le premier "block" présente une caractéristique de commande exponentielle et sert à moduler les enveloppes (évolution de volume); par contre, la commande linéaire du second le destine à la modulation d'amplitude (trémolo) ou à l'utilisation avec une pédale. La présence d'un indicateur de commande facilite la mise en oeuvre de ce VCA.

Rôle et utilisation du DUAL-VCA en comparaison avec le VCF

La position relative de ces deux modules dans l'organisation du synthétiseur est illustrée en figure 1 par un extrait du schéma synoptique général du FORMANT publié dans le premier chapitre de cet ouvrage. Le signal de sortie du VCO (et/ou le signal externe) traverse d'abord le VCF commandé par le générateur d'enveloppes ADSR1, puis il atteint le VCA dont le gain est commandé par le générateur ADSR2. A l'inverse du VCF, le VCA fonctionne indépendamment de la KOV car il n'y a pas de relation entre l'amplitude du signal et la hauteur de son. L'acheminement du signal est assuré par un câblage fixe interne.

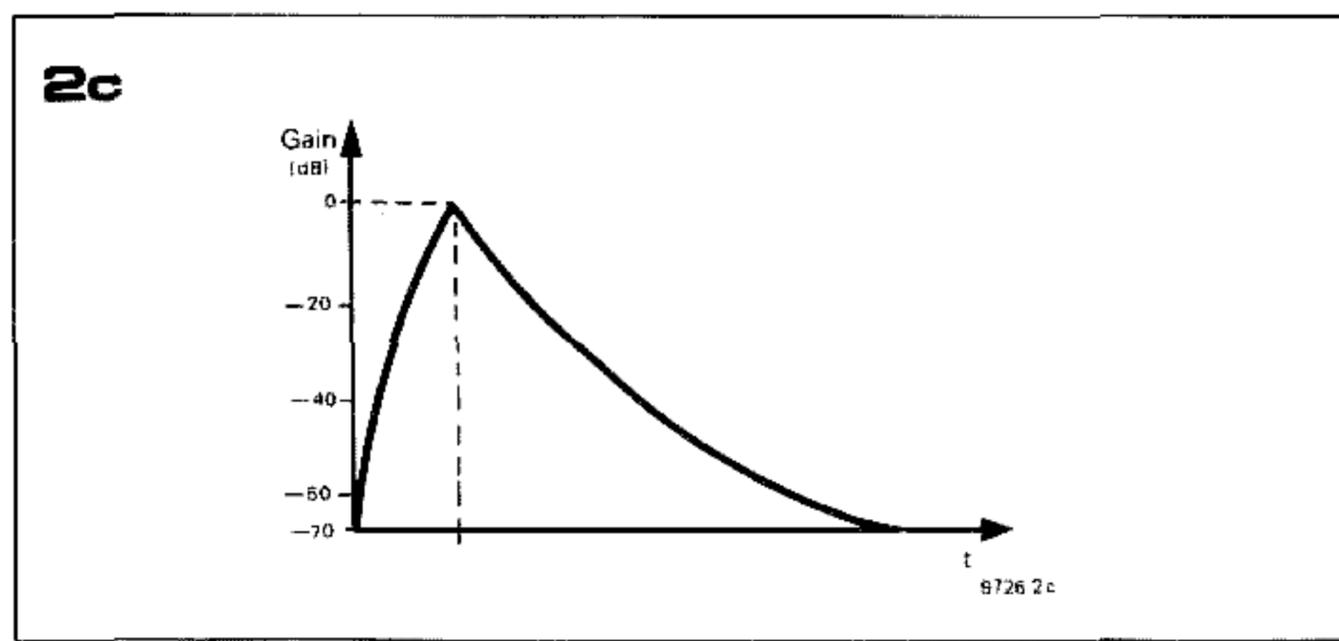
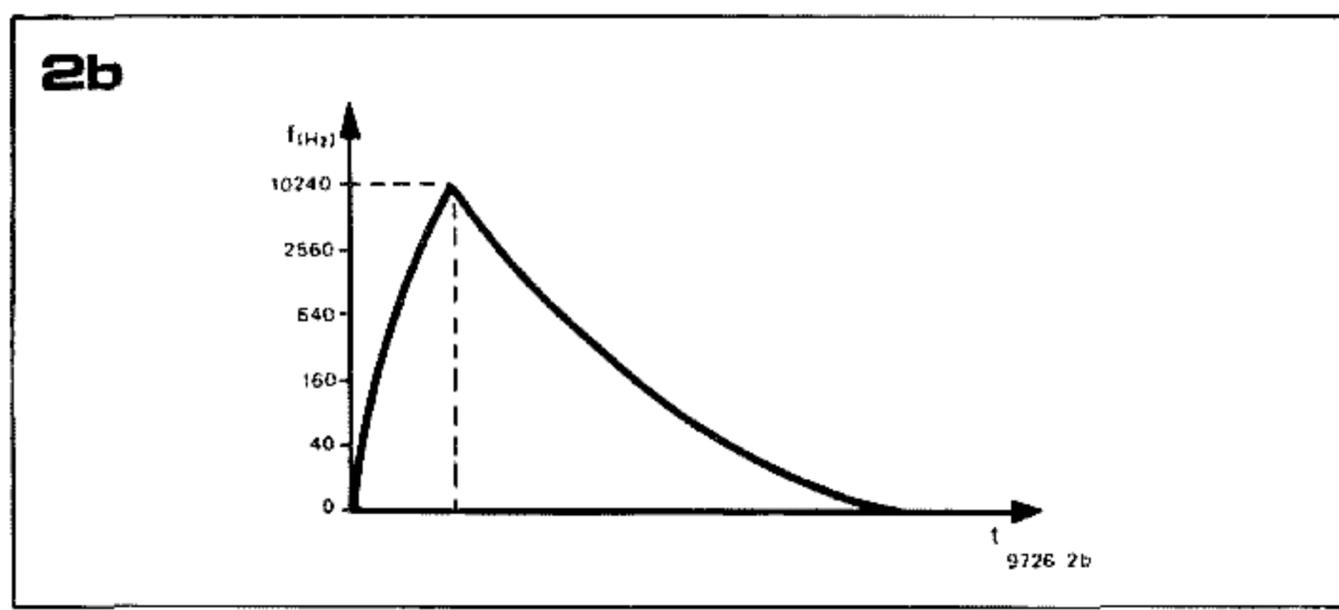
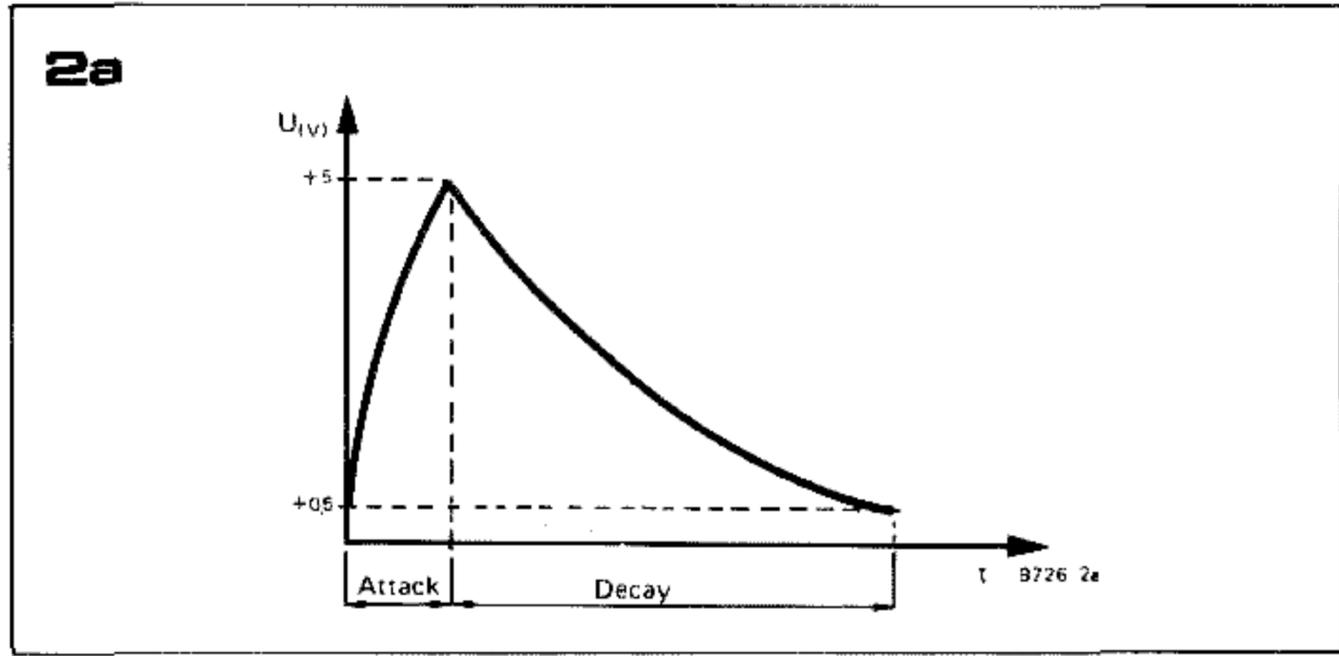
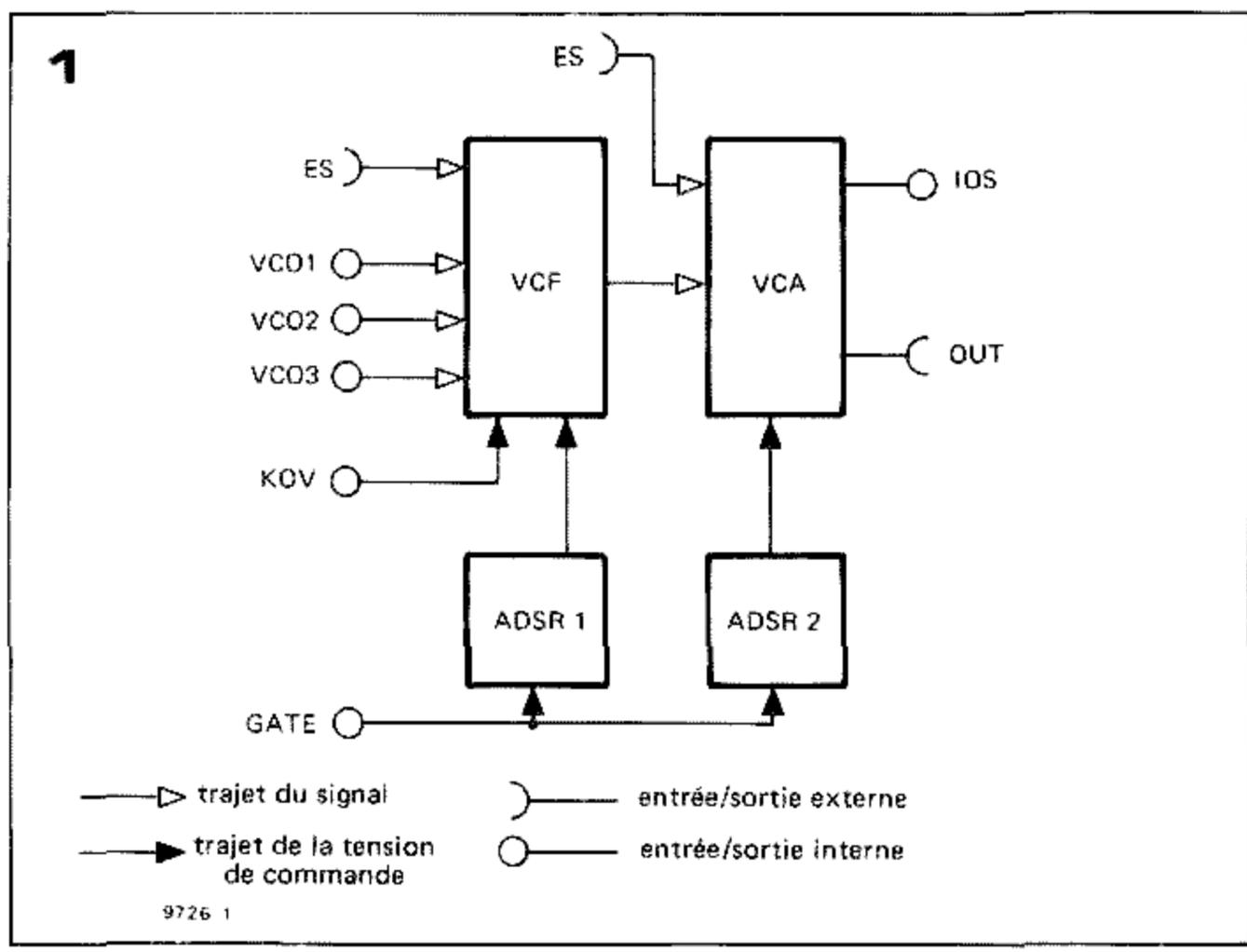
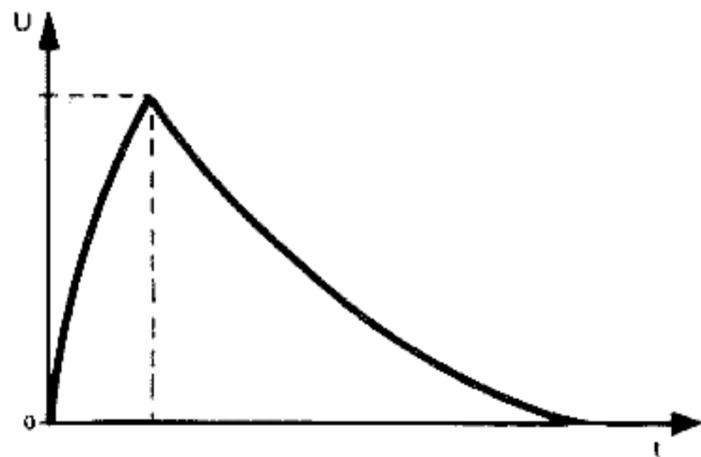


Figure 1. Cet extrait du schéma synoptique du FORMANT montre clairement la position des modules VCF et VCA à l'intérieur du synthétiseur.

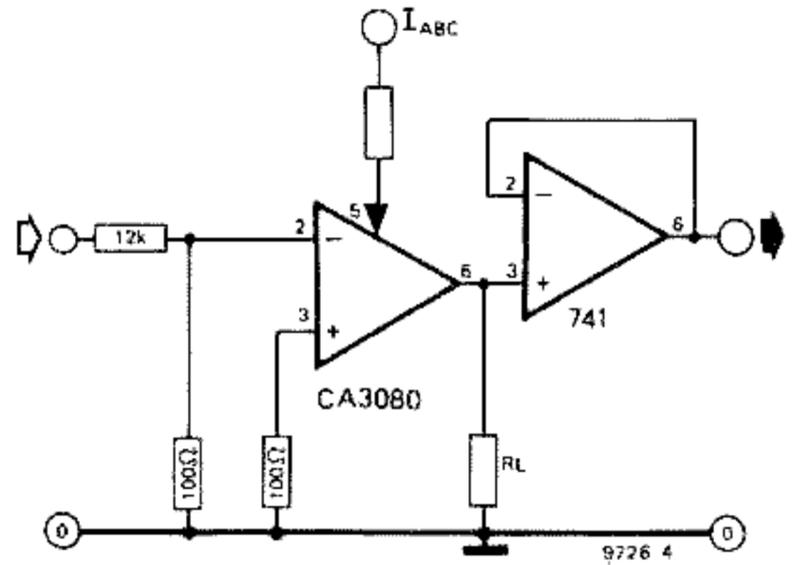
Figure 2. Commande par enveloppes du VCF et du VCA. La figure 2a montre comme exemple l'évolution de la tension en sortie du module ADSR pour une enveloppe simple ATTACK-DELAY. Lorsqu'on applique cette enveloppe au VCF, on obtient l'évolution de timbre représentée figure 2b; la fréquence de coupure du filtre passe-bas se déplace pendant la durée de la note. Avec le VCA, la commande par enveloppes produit une variation du gain proportionnelle à l'évolution de la courbe enveloppe, ce qui est représenté à la figure 2c.

3a



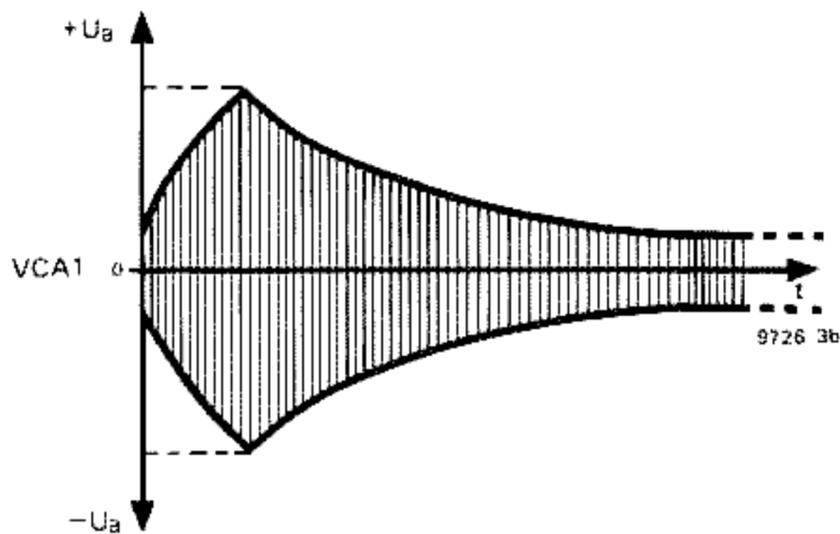
9726 3a

4



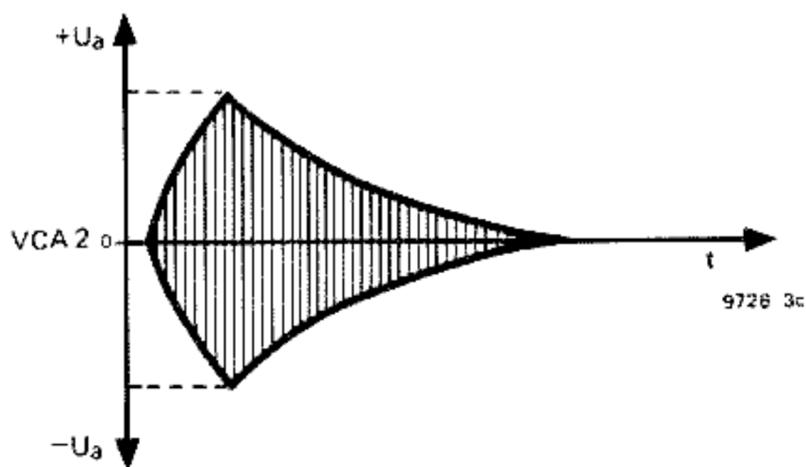
9726 4

3b



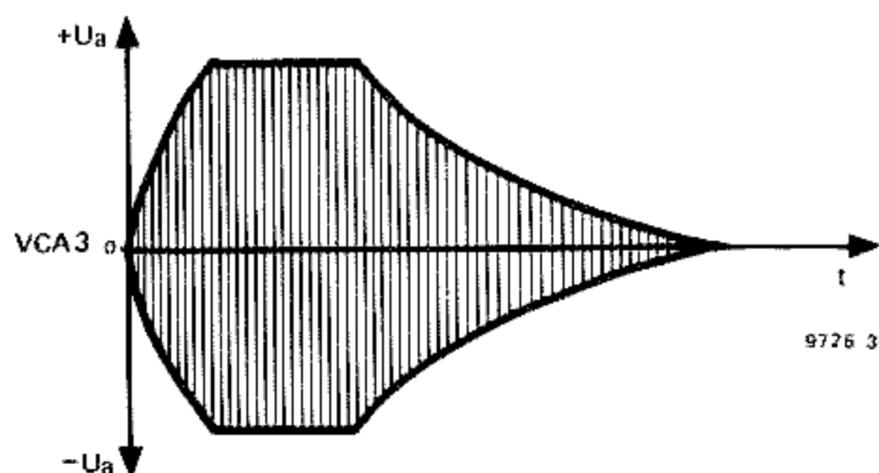
9726 3b

3c



9726 3c

3d



9726 3d

Figure 3. Défauts caractéristiques de VCAs mal réglés ou de conception inadaptée. L'évolution de l'enveloppe de commande est représentée en haut de la figure. Le signal VCA1 présente un "feedthrough" très net: le VCA reste "perméable" même une fois l'enveloppe terminée. Le signal VCA2 correspond au cas inverse; ce VCA "s'ouvre" trop tard et se "ferme" trop tôt: l'enveloppe est raccourcie et la dynamique réduite. Dans le troisième exemple le manque de dynamique se traduit par l'apparition d'un "plateau de volume".

Figure 4. Schéma de principe d'un OTA monté en amplificateur à commande linéaire en courant. Le gain en tension est déterminé par les valeurs de I_{ABC} et de la résistance R_L . Le diviseur de tension placé à l'entrée ($12\text{ k}/100\Omega$) est indispensable pour ne pas dépasser le domaine où l'étage d'entrée de l'OTA travaille linéairement.

Evolution du timbre et évolution de l'intensité:

A l'écoute superficielle, il semblerait que la commande d'enveloppe du VCF utilisé en mode passe-bas donne des résultats analogues à ceux de la commande d'enveloppe du VCA. Dans les deux cas, l'enveloppe "ouvre" la voie au passage du signal et engendre une dynamique "semblable". La figure 2a illustre l'évolution d'une enveloppe simple, caractéristique d'un son percutant tel celui d'un piano ou d'un xylophone dont la corde ou la plaque aurait été frappée, la note résultante s'éteignant ensuite lentement.

Lorsque le VCF est utilisé seul (dans le mode passe-bas), l'évolution de tension de cette enveloppe modifie la fréquence limite du filtre pendant la durée de la note (voir figure 2b). Au début de l'enveloppe, la fréquence limite est si basse que le signal de l'oscillateur (par exemple, une forme d'onde en dents de scie d'une fréquence de 440 Hz) ne peut traverser le VCF. Dans la phase d'attaque, l'enveloppe accélère la montée de la fréquence limite et se succèdent très rapidement à la sortie du VCF, d'abord la fondamentale, puis les diverses harmoniques, et finalement la totalité du spectre audible du signal en dents de scie. Le son commence à retentir "doucement" (à la manière de la sinusoïde) et sa teneur en harmoniques augmente très fortement au cours de la phase d'attaque. L'amplitude totale augmente naturellement au fur et à mesure que le filtre se "perméabilise". Au cours de la phase de décroissance, le processus suit un cours inverse et plus lent. La note s'éteint lentement tandis que le timbre "s'assourdit de plus en plus".

Le son résultant est analogue à celui d'un piano dont le marteau aurait été garni de punaises pour obtenir en effet de honky-tonk (piano bastringue): la note débute par une frappe métallique et claire et s'éteint en s'assourdisant lentement.

A supposer que le VCA soit commandé par la même enveloppe, au fur et à mesure que le gain augmente, l'amplitude du signal de sortie croît au cours de la phase d'attaque et décroît lentement au cours de la phase de décroissance (voir figure 2c). Cependant, contrairement à ce qui se passe pour le VCF, le timbre (c'est-à-dire le tracé de la courbe) reste inchangé, le contenu harmonique étant identique. Il n'y a guère de sons naturels qui témoignent d'une dynamique d'intensité "pure" à laquelle ne soit associée aucune évolution de timbre. C'est la raison pour laquelle la simple évolution d'intensité, réalisée à l'aide de seul VCA commandé par un générateur d'enveloppe (sans filtrage), sonne souvent "figée" comme le font les sonorités "électroniques".

D'autre part, il existe des sons dont la dynamique d'intensité prédomine alors que la dynamique du timbre est moins marquée, et le VCA est alors très utile pour leur synthèse.

Au piano par exemple, la frappe de la

note est relativement "douce" et la dynamique d'une note jouée normalement est assez facilement reproduite par une simple évolution d'intensité comme c'est le cas pour les "pianos électroniques". Il est donc possible d'imiter assez fidèlement la sonorité d'une note jouée au piano grâce à l'utilisation de la forme d'onde correspondante du signal d'entrée du VCA.

Mais si d'autres types d'enveloppe que celui présenté en figure 2 sont employés, les différences de sonorité entre la commande d'enveloppe du VCF et celle du VCA deviennent beaucoup plus sensibles.

Une attaque plus lente du VCF fait que l'évolution du timbre du signal (la lente augmentation de la teneur en harmoniques) est clairement audible, comme lorsqu'une note est soufflée dans un instrument à vent de cuivre. Dans la commande du VCA, la même attaque se traduit par une progression (crescendo) de l'intensité analogue à celle d'un violon.

Conception du VCA

Les caractéristiques d'un VCA de synthétiseur sont imposées par le genre et l'étendue de la dynamique rencontrée dans la musique "ordinaire"; le VCA doit reproduire aussi bien que possible les caractéristiques de la dynamique naturelle. Deux aspects jouent un rôle de premier plan pour la conception technique: la sensibilité logarithmique de l'oreille au volume et l'étendue importante de la dynamique rencontrée dans la musique "ordinaire".

Pour tenir compte de la sensibilité logarithmique de l'oreille, on doit réaliser un VCA à caractéristique de commande exponentielle. Ceci vaut pour la commande par enveloppes du VCA. Par contre, le trémolo (modulation périodiques de l'amplitude du signal) doit être réalisé avec un VCA à commande linéaire pour qu'il soit doux à l'oreille.

Le VCA double du FORMANT offre ces deux possibilités; ainsi, le niveau de volume commandé exponentiellement peut être empreint d'un trémolo "linéaire". On ne peut atteindre que difficilement l'étendue de la dynamique de la musique ordinaire à l'aide de moyens électroniques. Une valeur d'environ 70 dB pour l'étendue de la dynamique est réalisable dans le cas d'un VCA; elle correspond à peu près à la limite technologique pour un enregistrement sur disque, et dépasse sensiblement la dynamique des enregistrements sur bande magnétique.

Outre la caractéristique de la commande et l'étendue de la dynamique, l'adaptation de la plage de commande au niveau de tension de l'enveloppe est également importante pour la conception du VCA.

La figure 3 montre des symptômes caractéristiques de mauvais fonctionnement que l'on peut corriger par un réglage approprié. L'enveloppe de commande est représentée en haut de la figure. Le signal de sortie VCA1 présente un "feed-

through" très net: le VCA reste "perméable" bien que l'enveloppe soit terminée.

Le signal VCA2 correspond au cas inverse: le VCA se ferme trop tôt et ne peut "transmettre" la fin de la forme de tension de commande à l'évolution de l'amplitude du signal musical.

Dans le troisième exemple (VCA3), le VCA provoque l'apparition d'un plateau de volume, car son manque de dynamique l'empêche de suivre l'enveloppe de commande.

Comme le VCF, le circuit du VCA fait usage d'OTAs. L'OTA CA 3080 (A) est un amplificateur à commande linéaire en courant pratiquement complet. Il ne reste plus qu'à transformer le courant de sortie i_a en tension, ce que l'on réalise le plus simplement du monde en montant une résistance de charge reliée à la masse.

La figure 4 représente le schéma de principe d'un amplificateur à commande linéaire en courant équipé d'un OTA CA 3080 (A). Le gain en tension est égal à $gm.R_L$ (voir chapitre 6).

Cependant, on ne peut passer sous silence un désavantage important du CA 3080: la non-linéarité de l'étage d'entrée qui oblige à limiter le signal injecté à ± 10 mV. Cette précaution a pour conséquence un rapport signal/bruit insuffisant qui est surtout gênant pour la commande du volume des sons "sourds". Comme la tension d'entrée appliquée au DUAL-VCA (dépendant de la caractéristique et du signal de commande du VCF, ainsi que de l'amplitude et de la forme d'onde du VCO) varie dans de grandes proportions, un indicateur du niveau de commande à LED a été rajouté au circuit. Il permet de régler l'amplitude des signaux d'entrée au meilleur compromis entre le bruit (dû aux amplitudes trop faibles) et les distorsions (amplitudes trop fortes). Lorsque l'indicateur signale l'apparition de surmodulation, les distorsions augmentent petit à petit; pour un signal d'entrée trop élevé d'un facteur 10 (20 dB) après allumage de l'indicateur à LED, le signal devient pratiquement rectangulaire en raison de l'écrtage résultant. Les distorsions augmentant sans cesse provoquées par une surmodulation voulue peuvent être agréables à entendre, lorsqu'on souhaite par exemple "enrichir" en harmoniques des sons sourds.

Circuit du VCA

Les schémas des modules VCF et VCA (figure 5) présentent des similitudes très nettes, dûes bien évidemment à leur structure MOOG; les deux modules se composent de deux étages indépendants l'un de l'autre: un étage de commande (en haut de la figure 5), et un étage de traitement du signal.

L'étage de commande du circuit VCA comprend une source de courant à commande en tension exponentielle (exponentiateur monté avec IC1), et une source de courant à commande linéaire en

tension (IC2). La source de courant exponentielle commande le premier gain-block équipé de l'OTA IC6, et la source de courant linéaire le deuxième OTA IC7.

Le circuit de l'exponentiateur est identique à celui du VCF, seul le sommateur passif de tension de commande est adapté aux tensions différentes appliquées au VCA. A la caractéristique V/octave du VCO et du VCF correspond une caractéristique d'environ 12 dB de variation de gain pour une variation de 1V à l'entrée ENV (dans le cas de l'amplificateur de gain variable à commande exponentielle). L'adverbe "environ" indique déjà que le respect de cette caractéristique n'est pas aussi important que celui de la caractéristique V/octave; en effet, l'oreille ne perçoit les variations de volume qu'à partir de 3 dB. P2 sert au réglage de la commande exponentielle, et P1 fixe comme "offset-trimmer" le début de la plage de commande.

L'inverseur S1 permet de choisir entre la commande par enveloppes (appliquées à l'entrée ENVELOPPE) et le gain fixe (grâce au diviseur de tension R1, R2) de l'OTA IC6.

La source de courant à commande linéaire en tension est réalisée avec une source de courant à ampli op (IC2, T1), munie d'un sommateur d'entrée (R12, R13). Son courant de sortie fixe le gain de l'OTA IC7; il est réglable manuellement avec P3 (potentiomètre de gain) et modulable par l'entrée AM. La profondeur de modulation du trémolo (modula-

tion d'amplitude) dépend de l'amplitude du signal AM; elle est réglable avec P4. L'étage de traitement du signal se compose principalement des deux gain-blocks montés en série (IC6 et IC7). On trouve à l'entrée de l'étage "signal" un sommateur de tension relié aux entrées IS (signal interne du VCF) et ES (signal externe). L'atténuateur du premier OTA et l'indicateur de modulation à LED sont placés à la sortie d'IC4. P6 permet de régler le seuil de déclenchement de l'indicateur. L'atténuateur destiné au deuxième OTA IC7 est intercalé entre les deux OTAs; les deux potentiomètres ajustables P7 et P8 sont prévus pour compenser l'offset des OTAs. Le suiveur de tension à ampli op (IC8) assure au DUAL-VCA une sortie à basse impédance et résistante aux courts-circuits.

Choix des composants

Les composants utilisés pour la réalisation du VCA n'appellent aucun nouveau commentaire, car les précautions concernant les semi-conducteurs ont déjà été abordées en détail dans la partie VCF (chapitre 6).

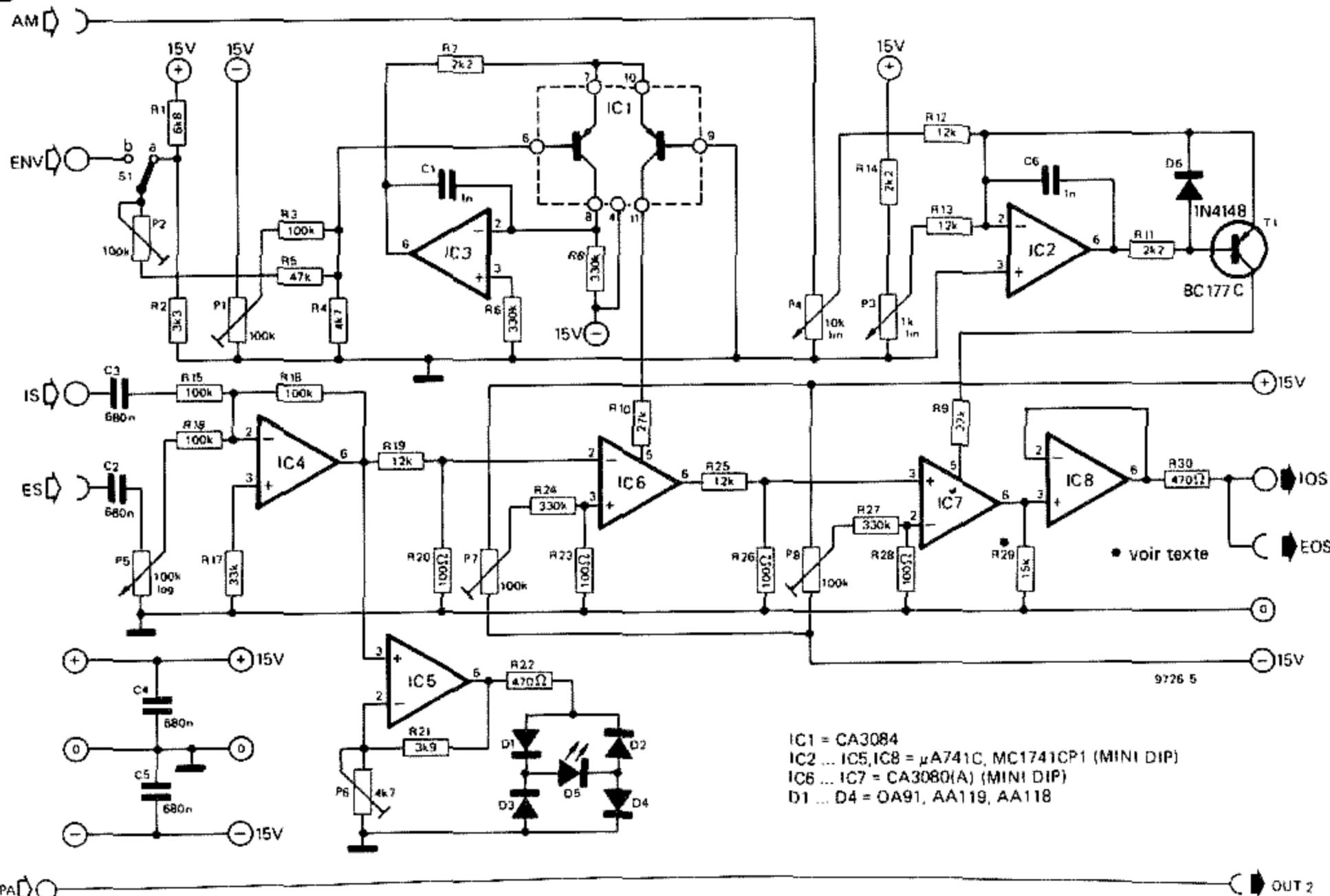
Circuit imprimé et face avant

Le circuit imprimé et la liste des composants du DUAL-VCA sont décrits à la figure 6. Le circuit imprimé est au format européen; comme tous ceux du FORMANT, il est prévu pour recevoir

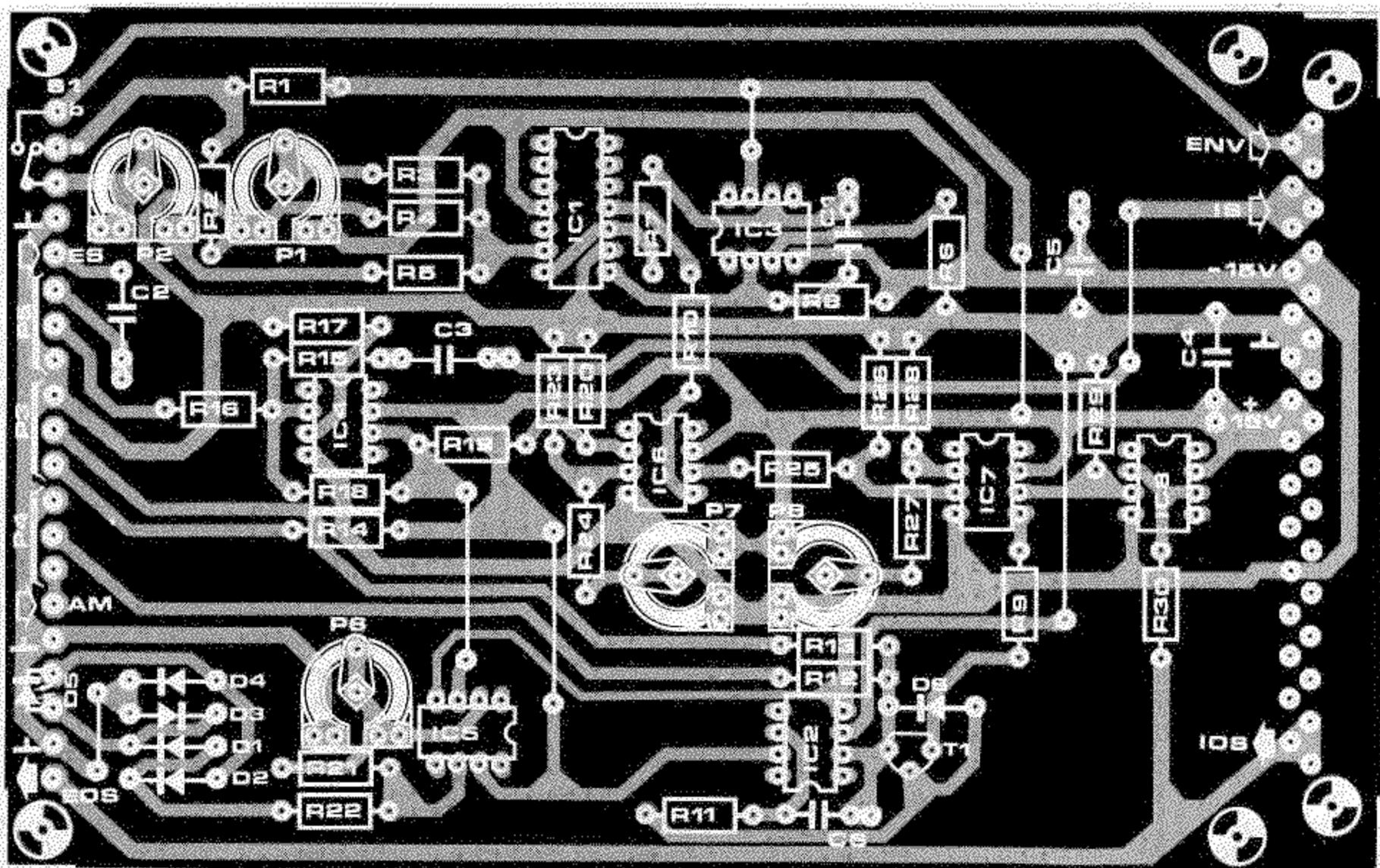
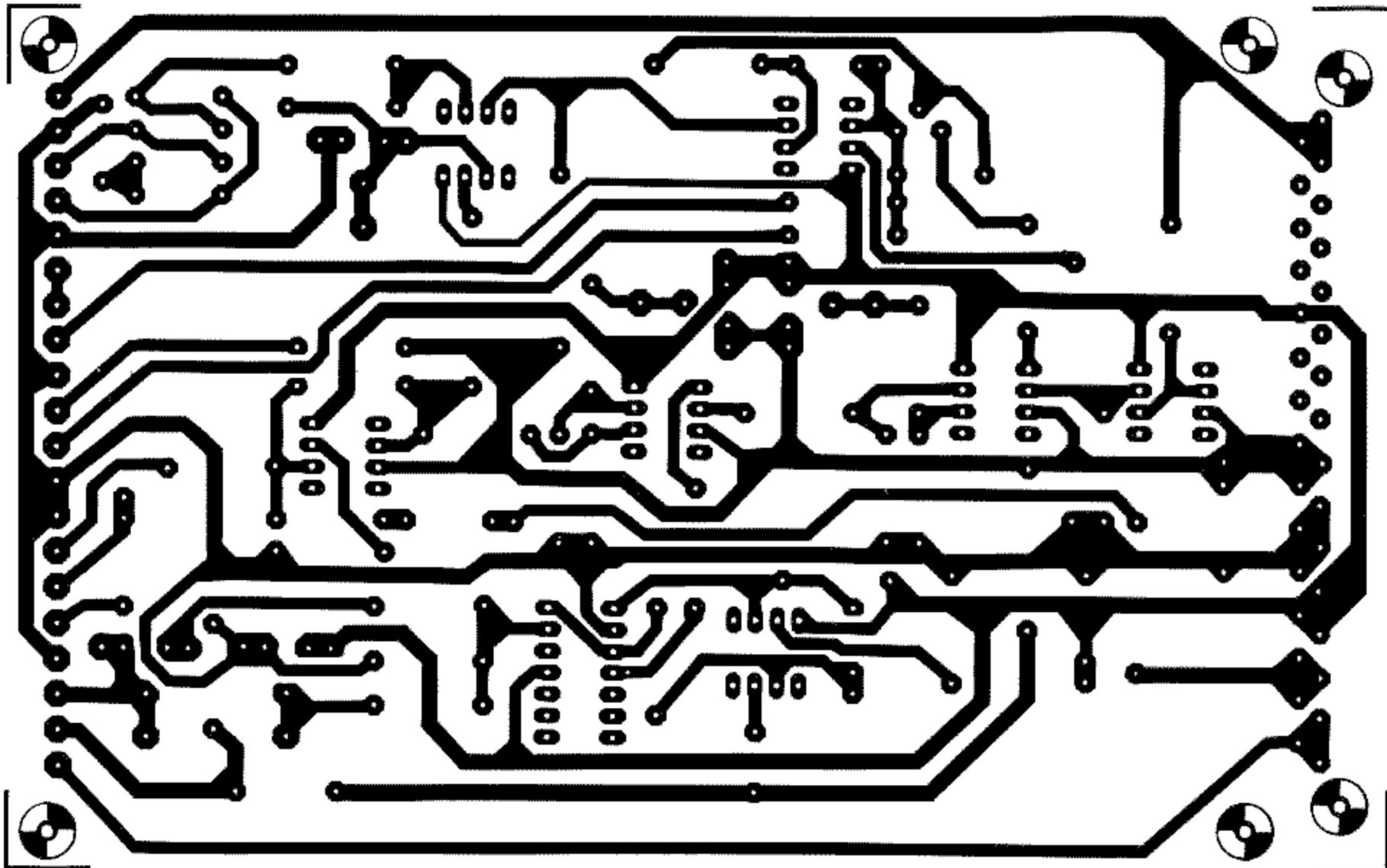
Figure 5. Schéma du DUAL-VCA. Deux amplificateurs à OTA indépendants l'un de l'autre sont placés sur le trajet du signal. Un circuit source de courant exponentiel composé avec l'OTA IC6 le "gain-block" exponentiel du VCA, le "gain-block" équipé d'IC7 est commandé à partir d'une source de courant linéaire; il permet indépendamment de la commande exponentielle par enveloppes du premier OTA une modulation de trémolo et le réglage du gain.

Figure 6. Circuit imprimé, implantation et liste des composants du DUAL-VCA.

5



6



Liste des composants de la figure 5 (VCA)

Résistances:

R1 = 6k8
 R2 = 3k3
 R3, R15, R16, R18 = 100k
 R4 = 4k7
 R5 = 47k
 R6, R8, R24, R27 = 330k
 R7, R11, R14 = 2k2
 R9, R10 = 27k
 R12, R13, R19, R25 = 12k
 R17 = 33k
 R20, R23, R26, R28 = 100Ω
 R21 = 3k9
 R22, R30 = 470Ω
 R29 = 15k (valeur approximative)

Potentiomètres:

P1, P2, P7, P8 = 100k ajust.
 P3 = 1k lin.
 P4 = 10k lin.
 P5 = 100k log.
 P6 = 4k7 (5k) ajustable

Condensateurs:

C1, C6 = 1 n
 C2, C3, C4, C5 = 680 n

Semi-conducteurs:

IC1 = CA3084 (DIL)
 IC2, IC3, IC4, IC5, IC8 = μ A741C, MC1741
 CP1 (Mini DIP)

IC6, IC7 = CA3080 (A)

T1 = BC177 (BC178, BC179)C,
 BC557 (BC558, BC559)C

D1 ... D4 = OA91, AA119, AA118, (DUG)
 D5 = LED
 D6 = 1N4148

Divers:

Connecteurs 31 broches DIN 41617 ou picots à souder
 S1 = inverseur unipolaire
 3 prises jack 3,5 mm
 3 boutons-flèche pour axe de 6 mm, 13 ... 15 mm de ϕ ou à collerette transparente (26 mm de ϕ)
 Face avant DUAL-VCA

un connecteur. A la différence des dispositions mécaniques précédentes (voir 3ème partie), le DUAL-VCA est muni d'une petite face avant (figure 7). Le résumé suivant est destiné à faciliter le câblage, il rassemble toutes les abréviations utilisées sur le circuit imprimé et la face avant:

a) entrées internes

ENV = enveloppe, tension de l'enveloppe de commande (provenant de la sortie du module ADSR)
 IS = signal interne (issu de la sortie VCF/IOS du VCF)

b) entrées externes

AM = modulation d'amplitude, trémolo (entrée pour la tension de modulation d'amplitude, venant par exemple du LFO, appliquée à la prise jack de la face avant)
 ES = signal externe (signal d'entrée externe, venant par exemple d'un amplificateur de guitare, appliqué à la prise jack)

c) sorties

VCA/IOS = internal output signal (signal de sortie interne du VCA, est transmis au module POWER)
 EOS = external output signal (sortie externe, prise jack OUT sur la face avant)

d) potentiomètres

AM = P4, réglage de modulation d'amplitude
 ES = P5, réglage de l'amplitude de ES
 GAIN = P3, réglage de gain

3) divers

ENV/OFF = S1, commutateur arrêt-marche pour la commande par enveloppes du VCA
 Input Volume = D5, LED indicateur de modulation sur la face avant

Réalisation et réglages

Il faut réaliser en même temps que le DUAL-VCA un générateur d'enveloppe ADSR, car le réglage définitif n'est pas possible sans disposer de ces deux modules. Le générateur d'enveloppe et le VCA sont réglés l'un avec l'autre et doivent être utilisés conjointement par la suite; par contre, il n'est pas nécessaire d'adapter le VCF à un générateur d'enveloppe bien déterminé.

Pour le réglage, il faut disposer de la partie du FORMANT déjà construits (les 3 VCOs, le VCF, le clavier et le récepteur d'interface); si l'on n'en est pas encore parvenu à ce stade, on pourra se débarrasser avec un générateur BF sinusoïdal



Figure 7. Face avant pour le DUAL-VCA.

ou un générateur de fonctions utilisé comme source de signal et une touche reliée à l'entrée GATE du récepteur d'interface pour remplacer le clavier (déclenchement de l'ADSR).

Avant de procéder au réglage, l'entrée IS du VCA est reliée à VCF/IOS, le VCF est réglé à la "perméabilité" maximale ("octaves" et "OUT" au maximum, "Q" au minimum, KOV hors service et mode passe-bas). Le signal en dents de scie d'un seul VCO doit passer sans modification et parvenir à IOS/VCF avec une amplitude d'environ 2,5V crête-à-crête (réglage OUT du VCO au maximum); on doit le retrouver identique à la sortie d'IC4 dans le VCA, mais inversé.

La dent de scie non-inversée se trouve en sortie d'IC6; son amplitude doit être réglable avec P1 (inverseur S1 en position "OFF", P7 et P8 à mi-course). Le signal de sortie du VCA (IOS) est en phase avec le signal d'entrée, son amplitude dépend du réglage de P1 et de P3.

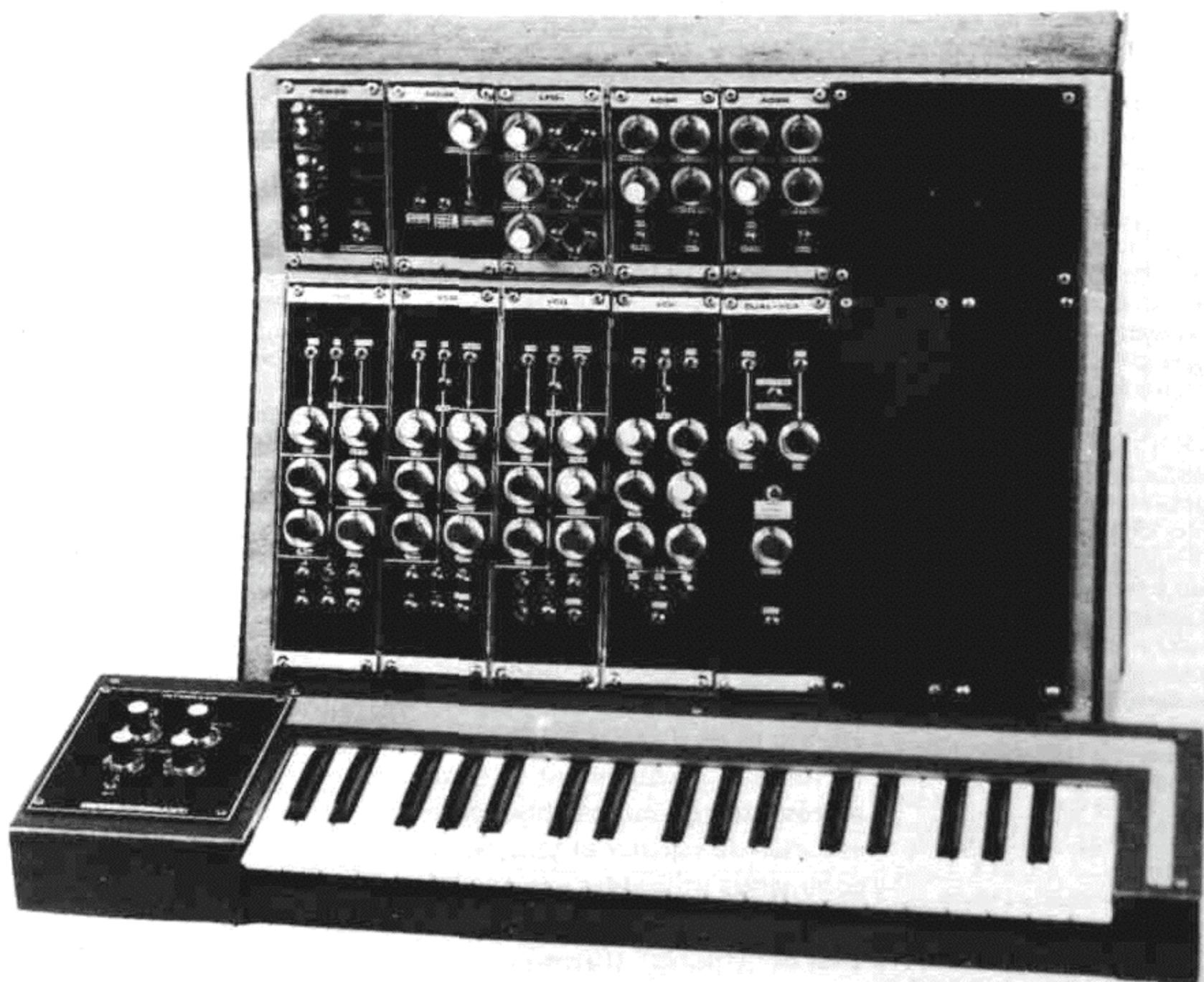
Cette vérification simple permet de s'assurer du bon fonctionnement du VCA. Il reste maintenant à procéder aux réglages.

1) Réglage de l'indicateur à LED

Régler le potentiomètre ajustable P6 pour que la LED D5 s'allume faiblement lorsque l'amplitude du signal atteint 2,5V crête-à-crête à la sortie d'IC4. Augmenter l'amplitude du signal (VCO 2 et 3 en fonction, et réglage "OUT" des VCOs tourné à fond); la luminosité de la LED doit alors croître sensiblement. Remettre enfin les VCOs 2 et 3 hors service.

2) Réglage de la réjection de tension de commande

Mettre le commutateur S1 du module ADSR en position "AD", puis les réglages A, D, S et R à 0 (attack et decay aussi courtes que possible). Court-circuiter l'entrée IS du VCA (la relier à la masse), mettre le curseur de P5 vers la masse, mettre S1 du VCA en position ENV et (enfin!) observer à l'oscilloscope la tension de sortie d'IC6. Lorsqu'on déclenche une enveloppe en appuyant sur une touche, on doit constater un saut de tension en sortie d'IC6. Régler alors soigneusement P7 pour que ce saut de tension soit aussi faible que possible; le réglage final s'effectue avec une sensibilité d'environ 10 mV par divi-



sion. Ce réglage doit être fait soigneusement; sinon, les enveloppes à flancs raides pourraient occasionner des crépitements gênants.

De même, si l'on ne règle pas PB, l'amplificateur variable linéaire laissera passer jusqu'en sortie les variations rapides de la tension AM. Le réglage s'effectue de la même façon que pour P7; il faut seulement mettre auparavant S1 en position "OFF", tourner P3 vers la masse et P4 "à fond", et relier l'entrée AM à la sortie ENV du générateur d'enveloppe. Bien entendu, il faut maintenant relier l'oscilloscope à la sortie du VCA (IOS).

3) Réglage de la commande de gain exponentielle

Il faut régler la commande exponentielle du premier OTA (IC6) de façon à ce que l'amplitude du signal de sortie suive aussi précisément que possible la tension d'enveloppe qui le commande. Toutes les enveloppes obtenues avec le module ADSR varient entre +5V et +0,5V (cet "offset" positif d'environ 0,5V découle de la conception du montage; il retombe à 0V seulement lorsque la courbe enveloppe est terminée). Le VCA sera réglé de manière à ce que la variation de volume commence (et se termine) pour une tension d'enveloppe de 0,5V. La procédure est la suivante:
Choisir des durées d'attack et de decay

relativement courtes sur l'ADSR, supprimer le court-circuit de IS et placer P2 en position médiane. Déclencher à partir du clavier plusieurs enveloppes A/D que l'on observera à l'oscilloscope en sortie d'IC6.

Régler alors P1 pour un minimum de "feedthrough"; juste après la fin de l'enveloppe, l'amplitude du signal doit se limiter à un "reste" (= feedthrough) de 1 à 2 mV ou moins. Choisir sur l'oscilloscope une sensibilité inférieure et vérifier si le signal possède une pointe ATTACK-DECAY bien nette. Si on observe un plateau (comme celui représenté à la figure 3 pour le signal VCA3), il faut reprendre le réglage de P2 pour faire augmenter sa résistance; le plateau se raccourcit alors de plus en plus, jusqu'à ce que la pointe correspondant à l'évolution de la courbe enveloppe apparaisse. Pour vérifier la plage de commande, si la pointe existe déjà, il faut tourner P1 en sens inverse jusqu'à ce que la pointe soit déformée en plateau, puis tourner P2 pour faire disparaître le plateau. Vérifier enfin une dernière fois le réglage de P1; si l'on effectue une correction, il faut également reprendre légèrement le réglage de P2.

4) Réglage de l'amplification globale

Lorsque les deux amplificateurs à gain variable sont déclenchés au maximum,

le DUAL-VCA doit présenter un gain de 1 (0 db). Tourner à fond le potentiomètre "GAIN" P3, mettre le curseur de P4 (réglage ES) à la masse, placer le commutateur de module ADSR en position "ADSR" et mettre le réglage "SUSTAIN" à fond, puis maintenir enfoncée une touche du clavier. L'amplitude de sortie (mesurée à la sortie IOS ou EOS) doit alors être égale à celle d'entrée (à l'entrée IS). Si ce n'est pas le cas, il faut modifier la valeur de R29. Si l'on augmente la valeur de R29, l'amplitude de sortie augmente également (et inversement). Des écarts inférieurs à 3 dB (facteurs 0,707 et 1,414 respectivement) sont acceptables.

Conseils pratiques pour l'utilisation du DUAL-VCA

L'amplitude d'entrée du VCA sera réglée avec le bouton "OUT" du VCF. Pour le niveau d'entrée "nominal" de 2,5V crête-à-crête la LED "input volume" s'allume légèrement. Si le signal appliqué dépasse par trop ce niveau et provoque l'apparition de distorsion, le voyant LED s'allume franchement et prévient de la surmodulation. Si la LED ne s'allume pas du tout, le niveau d'entrée est trop faible et le rapport signal/bruit se dégrade.

Le niveau d'entrée nominal de l'entrée ES atteint également 2,5V_{cc} (900 mV

efficaces). La proportion entre les signaux externe (ES) et interne (IS = VCF/IOS) est réglable avec les commandes ES et VCF-OUT. La prise de modulation permet de raccorder par exemple un LFO. Comme les signaux de sortie des LFOs du FORMANT varient entre +2,5V et -2,5V, le potentiomètre "GAIN" (P3) doit alors être placé en position médiane. Il est alors possible suivant la position du réglage AM de P4 de faire varier le pourcentage de modulation d'amplitude entre 0 et 100%. La prise AM permet également de relier une pédale de volume (de préférence équipée d'un potentiomètre logarithmique), dont la tension de sortie peut varier entre 0 et +5V. Dans ce cas, il faut mettre P3 ("GAIN") à 0 (curseur à la masse). L'action du LFO (pour le trémolo) étant indépendante de la commande exponentielle des enveloppes, les défauts de cette dernière (inévitables avec un amplificateur à gain variable unique) n'apparaissent pas ici.

Le commutateur ENV/OFF est particulièrement utile lors de l'accord: en position "OFF", le signal d'entrée traverse le VCA sans modification.

La prise "OUT" correspond à une sortie d'impédance faible (env. 500 Ω), qui permet de raccorder un magnétophone ou un casque à haute impédance. Le signal de sortie interne IOS est relié à l'intérieur du synthétiseur au module COM, qui comprend les réglages de tonalité et de volume, ainsi qu'un petit amplificateur de monitoring. Le module COM est à proprement parler l'organe de sortie du synthétiseur FORMANT; on peut lui raccorder des casques basse impédance, des haut-parleurs, des bobines de lignes à retard pour réverbération et bien d'autres accessoires.

LFOs et générateur de bruit (NOISE)

Chapitre 9

Les modules décrits jusqu'à présent constituent la structure de base du FORMANT; avec les VCOs, le VCF, le VCA et le générateur d'enveloppes on dispose de l'instrument de base pour la production et la mise en forme des sons. Avec l'étude que voici on aborde la description de deux modules permettant un affinement et une différenciation complémentaires des possibilités acoustiques de ce synthétiseur. Le module LFO délivre les tensions de modulation (basse fréquence et amplitude) pour l'obtention du trémolo, du vibrato et de diverses modulations de timbres; le générateur de bruit représente une source abondante et variée de signaux et tensions de commande utilisables à la production de bruits "blancs" (non filtrés) et "colorés" (filtrés) ainsi qu'à la modulation aléatoire des signaux des VCOs.

Dans le chapitre 7 consacré aux générateurs d'enveloppe ADSR, il avait été question de modulations et "d'irrégularités" de nombreux instruments de musique dont ne pouvait rendre compte la caractéristique d'enveloppe simple de l'ADSR. Le trémolo marqué de la flûte traversière ou les effets de trémolo et de vibrato des instruments à cordes en sont des exemples qui montrent que les tensions de modulation d'amplitude et de fréquence apportent aux sonorités électroniques relativement "figées" d'un synthétiseur une coloration "vivante" et "naturelle".

C'est à cette fin que le FORMANT comporte un module LFO à trois oscillateurs basse fréquence ainsi qu'une source de tension aléatoire (dans le générateur de bruit). En alimentant les entrées FM des VCOs avec un signal du LFO on obtient un vibrato; avec une grande profondeur de modulation de fréquence apparaissent des sonorités "électroniques" qui ne possèdent plus de hauteur de son déterminée.

L'alimentation des entrées FM avec une tension aléatoire produit, pour des profondeurs de modulation moindres, un désaccord fluctuant à peine audible du VCO, qui, en consonance avec d'autres VCOs, donne un effet de phasing intéressant. La modulation périodique des modulateurs de largeur d'impulsion des

VCOs, en règle générale grâce à une oscillation triangulaire lente constitue une application importante des LFOs. Pour la modulation de tonalité on réunit les sorties des LFOs ou la sortie de tension aléatoire du générateur de bruit à l'entrée TM (modulation de timbre) du VCF; pour la production d'un trémolo, on les réunit à l'entrée AM (modulation d'amplitude) du VCA.

Le bruit est la matière première à partir de laquelle on forme, avec l'aide du VCF et du VCA, un grand nombre d'effets sonores. Le "bruit blanc" constitue le fondement des sonorités "claires" comme par exemple celles du vent, de la pluie, du ressac, d'une chute d'eau.

Les sonorités sourdes nécessitent un spectre de bruit comportant une forte proposition de basses. Un circuit de filtrage du générateur de bruit procure une forte accentuation des basses qui, à partir du "bruit blanc", produit un "bruit coloré" ou une "coloration". On utilise le bruit "coloré" pour l'obtention de toutes les sonorités "sourdes", comme, par exemple, un ronflement "puissant" ou encore le grondement du tonnerre. La superposition d'une composante de bruit aux signaux des VCOs permet la réalisation de sons qui comportent une certaine proportion de bruit, comme le sifflement humain, ou celui des instruments à vent dans lesquels le souffle passant à travers l'embouchure donne naissance à un bruit.

Le module LFO

Du point de vue technique, les LFOs du FORMANT sont des générateurs de fonction délivrant trois formes d'onde différentes dont les fréquences sont inférieures à 20 Hz.

Le module lui-même comporte trois circuits LFOs indépendants l'un de l'autre montés sur une même plaquette; deux d'entre eux, LFO1 et LFO2 sont identiques et ils produisent les formes d'onde triangulaire, rectangulaire symétrique et en dents de scie à flanc montant. LFO3 est un circuit quelque peu différent et, en plus d'une oscillation triangulaire, il produit deux dents de scie différentes en opposition de phase; l'une à un flanc montant et l'autre un flanc descendant.

Pour ces trois LFOs, la fréquence des

