

H.P. Baumann

# synthé intégré (2)

## VCA et générateur d'enveloppe

Le mois dernier, vous avez pu faire connaissance avec de nouveaux produits fort séduisants: des modules de synthétiseur intégrés fabriqués par Curtis. Nous avons décrit le VCO et le VCF dans leur version originale, tels que les présente le constructeur lui-même, mais aussi dans leur version améliorée à la mesure de nos exigences. Nous continuons aujourd'hui avec le VCA et le générateur d'enveloppe, ce qui nous conduira à un projet de synthétiseur nouveau que nous aborderons dans le prochain numéro !

1

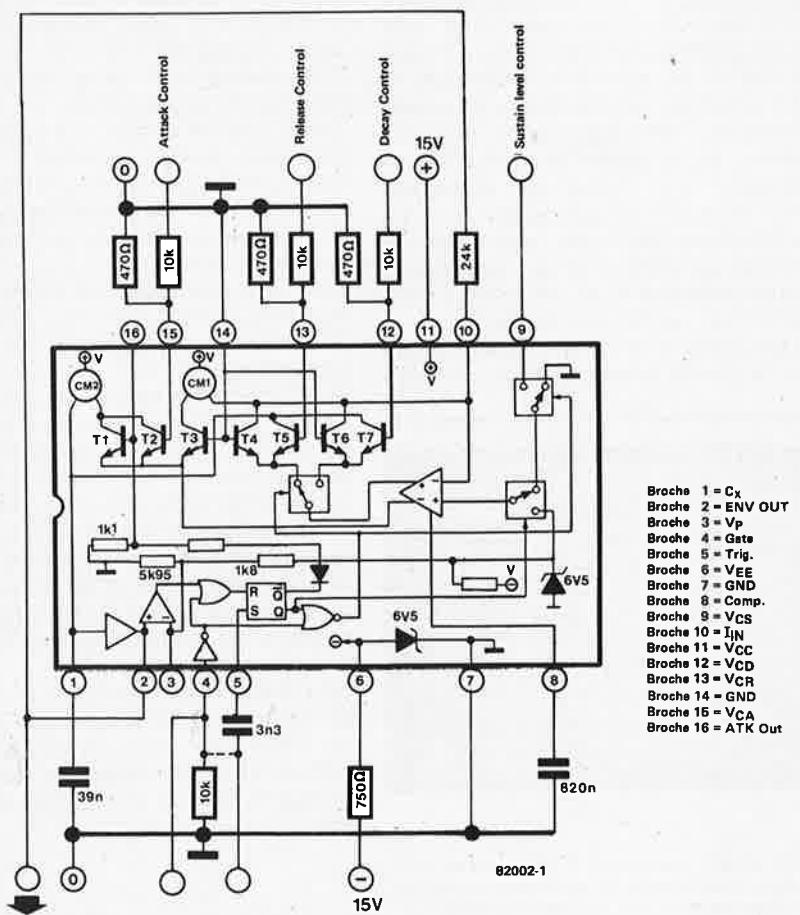


Figure 1. Structure interne et schéma fonctionnel du générateur d'enveloppes CEM 3310. Tous les paramètres peuvent être commandés en tension, ce qui intéressera à la fois les fans de la commande en tension, et ceux de la polyphonie.

Les circuits intégrés Curtis CEM 3340 (VCO) et CEM 3320 (VCF) ont fait l'objet d'un précédent article (Elektor, septembre 1981). Il nous reste à examiner les circuits CEM 3330 (VCA) et CEM 3310 (ADSR). Entre temps, Curtis a annoncé la production d'un nouveau Dual-VCA (3360) et d'un Dual-State variable-Filter CEM 3350. Mais ces derniers ne sont pas encore disponibles... patientons!

Les considérations générales sur cette série de circuits ont été publiées dans le premier article de cette série; nous ne les reprendrons donc pas ici, mais en conseillons une (re) lecture attentive, car il s'agit entre autres de remarques fort importantes sur des mesures de sécurité concernant les tensions d'alimentation.

### Le générateur d'enveloppes CEM 3310

A l'aide d'une poignée de composants discrets, le circuit intégré générant d'enveloppes permet la réalisation d'un module ADSR très performant: les quatre paramètres (attack, decay, sustain et release) peuvent être commandés en tension, selon une caractéristique exponentielle, dans un rapport de 1/50 000.

Le niveau de sustain est déterminé par une tension de commande linéaire (figure 1). Par décade, la tension à appliquer pour les valeurs de durées est de 60 mV, ce qui correspond à une caractéristique de 18 mV/octave. Pour une plage de commande de 1/10 000, la variation de la tension de commande doit être de 240 mV, laquelle sera obtenue sans difficulté par un diviseur de tension relié à la tension d'alimentation du circuit. Si l'on utilise simultanément plusieurs de ces modules, toutes les entrées de tension de commande pourront être desservies en parallèle par le même potentiomètre.

Pour le réglage des valeurs de durées de base du CEM 3310, c'est le réseau RC  $R_X C_X$  qui est déterminant;  $C_X$  est bien dimensionné avec une valeur de 33-68 nF, tandis que la valeur de  $R_X$  ne pourra excéder 240 k si l'on utilise le tampon interne, et 1 M si l'on fait appel à un ampli-op à FET externe. Le calcul des durées n'est pas très commode; aussi proposons nous la méthode plus ou moins empirique des tâtonnements:  $C = 33 \text{ nF}$  et  $R = 27 \text{ k}$  permettent de couvrir une plage de temps comprise entre 1,5 ms et 15 secondes environ. Ces valeurs sont affectées par un facteur de tolérance de 15% (d'après les spécifications du constructeur).

Attention! Les durées sont minimales pour une tension nulle, et augmentent au fur et à mesure que la tension de commande devient négative. Les durées les plus longues sont donc obtenues avec le circuit de la figure 1 lorsque la tension de commande est de -5 V, ce qui correspond à une tension effective sur les broches de -240 mV.

La tension de commande du niveau de

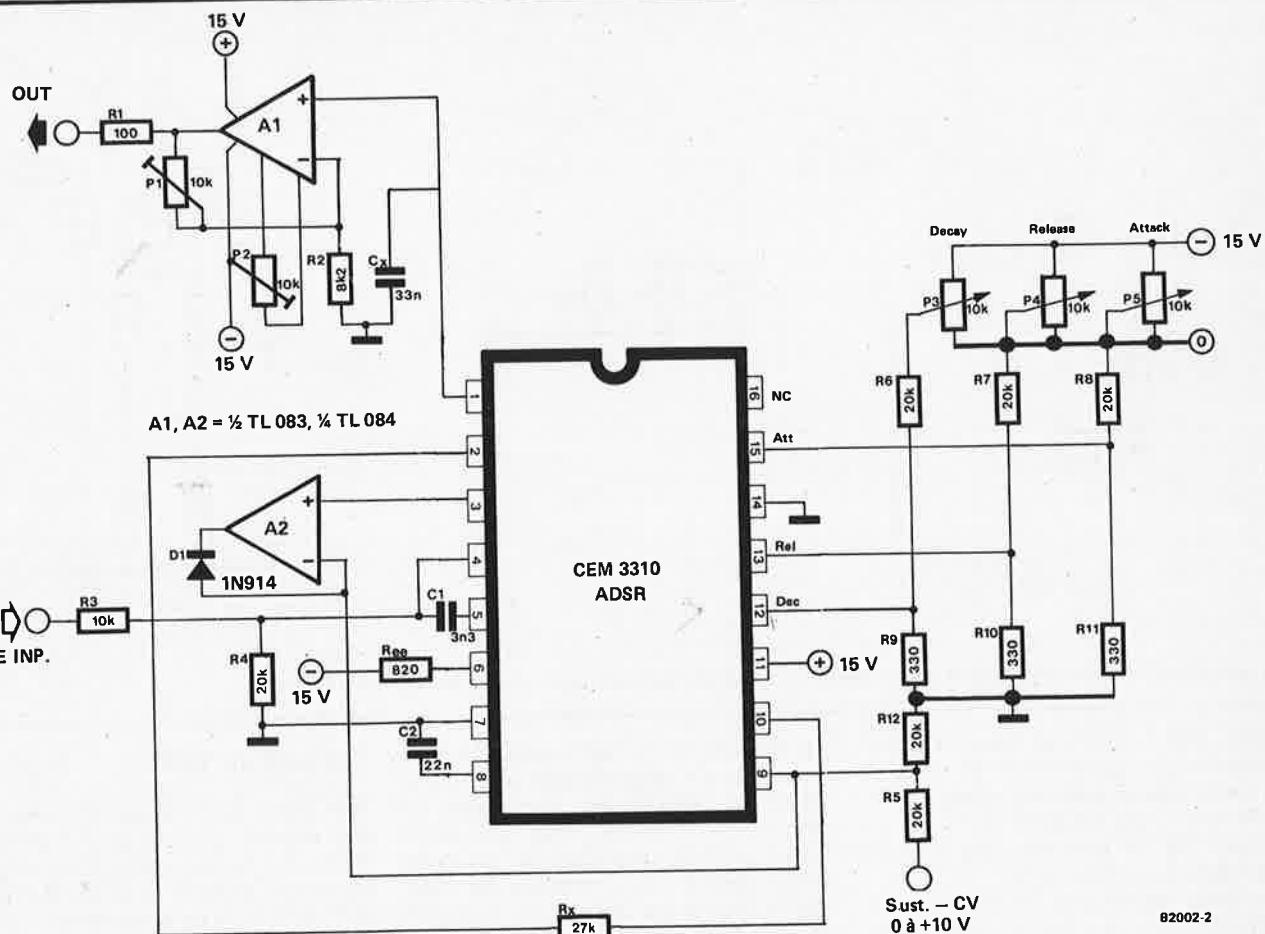


Figure 2. Circuit complet d'un générateur d'enveloppes réalisé autour de l'ADSR intégré CEM 3310.

sustain (phase d'entretien de la courbe) est par contre comprise entre 0 et +5 V. Lorsqu'elle est supérieure au seuil de comparaison qui déclenche le début de la phase de chute (decay), la courbe enveloppe prend immédiatement cette valeur d'entretien, et le decay n'a lieu qu'à la suite; ce genre d'inconvénients pourront être supprimés efficacement. Les tampons de sortie ne semblent pas être le problème le mieux résolu par Curtis; nous avons déjà parlé de ce détail (très important) dans notre premier article. Le tampon de sortie du signal d'enveloppe (broche 2 sur le circuit de la figure 1) est affecté par une interaction sensible de la charge; le constructeur propose la solution radicale qui consiste à le remplacer par un tampon extérieur dès que la charge est inférieure à 20 k. Sans quoi les durées de l'attaque, de la chute et de l'extinction ont une fâcheuse tendance à l'élasticité. La fiche technique de Curtis reste muette sur la protection contre les courts-circuits de ce tampon. Il ne nous reste donc qu'à nous montrer très prudents...

### Réalisation d'un ADSR

La figure 2 montre comment réaliser un module générateur d'enveloppes à partir d'un CEM 3310. Les potentiomètres sont destinés à la commande des durées, alors que le niveau de sustain est piloté par une entrée de commande. Le signal

d'enveloppe prend forme aux bornes de  $C_x$  et se voit découplé et amplifié par A1 (ajustable à l'aide de P1).

Il se trouve qu'associé à un module VCA, le signal de sortie d'un ADSR qui présente au repos une tension positive résiduelle provoquerait l'ouverture de l'amplificateur et le passage d'une fraction de signal sonore; il est donc nécessaire d'ajuster la tension de sortie de l'ampli op en l'absence d'impulsion de Gate, sur une valeur légèrement négative (environ -10 mV à l'aide de P2).

La broche 3 délivre une tension fort utile: il s'agit du seuil de comparaison pour la valeur de crête de la tension d'entretien (sustain). Pour éviter que la tension de commande du sustain ne franchisse ce seuil, on l'a bloquée à l'aide d'un autre ampli op. Sur la broche 4, il faut appliquer un saut de tension positif qui soit de l'ordre de 3 à 15 V. Un atténuateur placé devant cette entrée sera le bienvenu pour assurer une protection efficace du circuit intégré.

Un condensateur de 3,3 nF dérive vers la broche 5 le signal de déclenchement de la logique interne. Ces deux entrées peuvent aussi être séparément comme sur la figure 1. Mais il n'est pas intéressant que l'entrée Gate soit activée sans que la logique ne soit déclenchée, parce que la courbe de l'enveloppe passe alors au niveau d'entretien après une constante de temps fixe. Ce qui est plus

intéressant par contre, c'est qu'une nouvelle impulsion de déclenchement sur la broche 5, alors que l'impulsion de porte est encore présente sur la broche 4, réamorce la courbe d'enveloppe, et permettant de réaliser certains effets que nous n'abordons pas ici. Pour une utilisation normale, le couplage entre les broches 4 et 5, tel qu'en figure 2 est très satisfaisant. La résistance de limitation  $R_{EE}$  ( $820 \Omega$ ) ne devra en aucun cas être retirée de la ligne d'alimentation négative.

Les potentiomètres et les diviseurs de tension délivrent aux broches 12, 13 et 15 un potentiel compris entre -240 mV et 0 V. Du fait que les potentiomètres P3 et P5 ont une caractéristique linéaire, on pourra les câbler dans un sens ou dans l'autre, c'est à dire que la durée maximale du paramètre correspondant sera obtenue soit sur la butée droite, soit sur la butée gauche. Nombre de musiciens souhaiteront avoir accès manuellement au niveau de sustain; ils pourront remplacer le diviseur de tension par le circuit de la figure 3a qu'ils appliqueront à la broche 9. Le nec plus ultra sera obtenu en réalisant les deux circuits que l'on commutera à l'aide d'un inverseur!

Le circuit de la figure 3b permet d'intervenir simultanément sur les trois durées: lorsque P6 est en position de résistance maximale, la durée de l'attaque la plus brève n'est plus que de 25% de ce

3

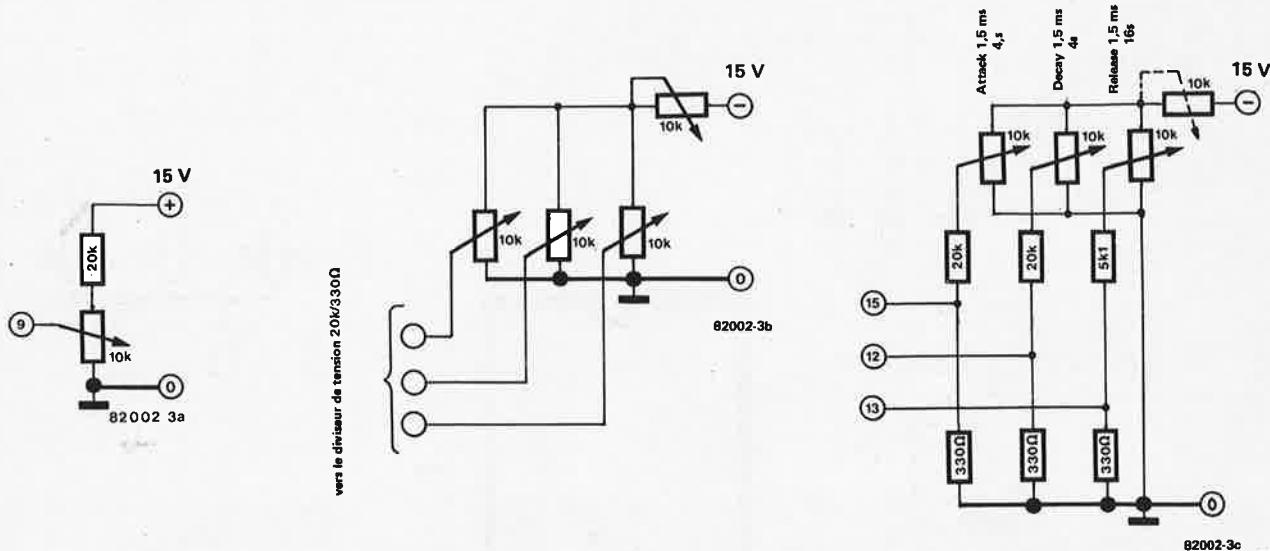


Figure 3. Circuits complémentaires et optionnels pour la diversification des applications du circuit de la figure 2.

qu'elle serait sans P6. Du fait que l'ensemble de la variation de tension introduite par les potentiomètres P3, P4 et P5 est réduite au quart de ce qu'elle est sans P6, la précision des réglages sera d'autant supérieure.

Les durées spécifiques de chaque paramètre évoluent en fait sur des plages très différentes les unes des autres: si des temps d'extinction de 15 secondes sont intéressants, une telle durée n'affecte que rarissimement une attaque. D'où l'intérêt du circuit de la figure 3c qui permet un calibrage différent pour les trois paramètres de l'enveloppe exprimés en durées.

La broche 16 délivre une tension qui pourra intéresser certains concepteurs de systèmes sophistiqués: pendant la phase d'attaque on y relève  $-0,4\text{ V}$ , autrement elle est à  $0\text{ V}$ .

Les composants discrets ne doivent pas remplir de conditions particulières, si ce n'est que les amplis op seront du type à entrée FET (TL 083 par exemple).

de montée et la bande-passante optimale; mais le rapport signal sur bruit, et signal sur tension de commande, en pâtrira. On adoptera donc une valeur moyenne ( $6k8$ ) qui ne permet pas toutefois d'obtenir simultanément les résultats annoncés par la fiche technique du constructeur.

### Pratique du VCA

Résumons notre expérience en disant qui si nous n'avions eu à juger que le VCA de Curtis, nous n'aurions sans doute pas cherché à en savoir plus long sur cette série de composants. Le 3330 nous a déçu, en un mot!

4

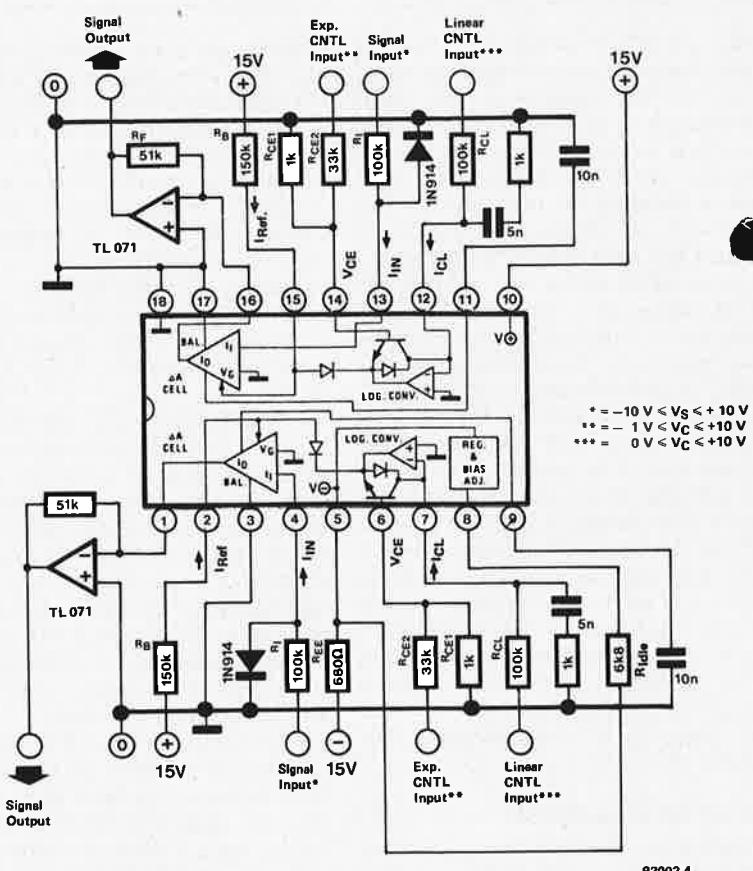


Figure 4. Schéma fonctionnel et structure interne du Dual VCA.

### Dual voltage controlled amplifier CEM 3330

Le boîtier DIL à 18 broches contient deux VCA identiques, qui fonctionnent selon le même principe que les OTA CA 3080. Chacun d'entre eux est équipé d'un convertisseur exponentiel. Une particularité par rapport aux OTA habituels est que ceux du 3330 sont programmables. Les caractéristiques du VCA peuvent être modifiées par le choix d'une simple résistance qui détermine le courant de repos ("idle current"). Cette résistance RIDLE à la broche 8 du circuit intégré peut prendre une valeur comprise entre 2 et 200 k. Plus la valeur est faible, plus le courant de repos est élevé, et inversement. Une résistance faible, donc un courant de repos élevé, signifie que le taux de distorsion sera faible aussi, le temps

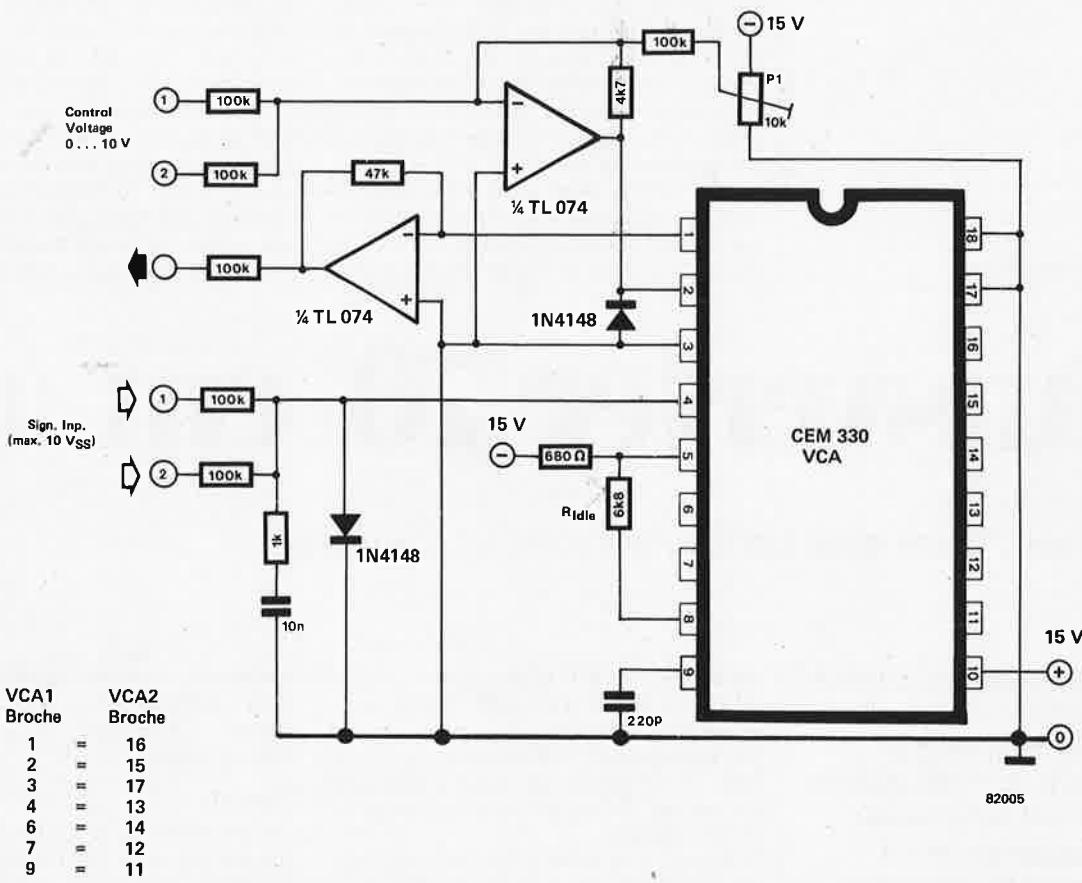


Figure 5. Circuit complet d'un amplificateur commandé en tension à commande linéaire réalisé autour du CEM 330. Le circuit du deuxième VCA contenu sur la puce est identique au premier (voir tableau).

A la mise sous tension, le circuit de la figure 4 oscille à une fréquence de 2 kHz, nous avons tout essayé pour supprimer cette oscillation... et avons fini par tirer la prise de courant. Le circuit de compensation n'est pas correct non plus! Au lieu que le réseau RC 1 k/1 n relie la broche 7 à la masse, c'est la broche 4 qu'il devrait relier à la masse! La capacité de 5 nF de la broche 9 devra par contre être ramenée à une valeur de 220 pF. A présent, le circuit n'oscille plus, mais... lorsque l'on attaque l'entrée LIN.CONTR.INP (broche 7) le déplacement du zéro sur la sortie prend des proportions telles que nous avons pensé que le circuit intégré qui nous servait de cobaye était défectueux. Et bien non! Trois autres circuits ont réagi exactement de la même manière. Nous nous sommes alors tournés vers l'entrée "logarithmique". Tous les circuits intégrés que nous avons testés ont purement et simplement ignoré le signal de commande que nous appliquions à la broche 6.

Si l'on examine à présent le circuit de la figure 4, on s'aperçoit que la broche 7 (ou 12) doit recevoir un potentiel positif, qui tiendra lieu de courant de

référence... à défaut de quoi, le convertisseur ne reçoit apparemment aucune autre référence. C'est gênant... mais il faudra bien s'y faire. Lorsque le VCA est commandé via l'entrée EXP.CONTR.INP., il faut que la broche 7 (ou 12) soit reliée à +10...+15 V à travers la résistance RCL de 100 k. Qu'en se le dise!

A présent tout se passe bien; lorsque la tension de commande progresse de 18 mV, la tension de sortie diminue de moitié, soit une atténuation de 6 dB. Il est logique que si la tension positive décroît, la caractéristique soit exponentielle.

Du fait que les générateurs d'enveloppe délivrent une courbe exponentielle, le circuit définitif de la figure 2 n'a été équipé que d'une entrée de commande linéaire. Ce qui revient à dire que lorsque nous parlons de Dual VCA, c'est bien parce que le module est dédoublé, et non parce qu'il est doté d'une entrée de commande linéaire d'une part et d'une entrée de commande logarithmique d'autre part. Le circuit du deuxième VCA est identique au circuit du premier. Le seul réglage à faire est celui de P1, qu'il faudra ajuster de telle

sorte que l'amplitude maximale du signal de sortie soit égale à celle du signal d'entrée (facteur d'amplification unitaire).

Avec la valeur indiquée pour RIDLE (6k8) la linéarité relevée va de 0,1 à 0,2%; ce qui est très bien. Le rapport signal sur bruit constaté avec une bande passante de 18 kHz est de l'ordre de 90 dB, ce qui est bien, mais moins important en pratique que la séparation des canaux de chaque circuit intégré qui s'est révélée n'être de 60...70 dB.

Le plus gênant est le déplacement du niveau continu à la sortie en relation avec la tension de commande. Cet offset de 100...200 mV n'est malheureusement pas négligeable. La stabilité "en température" est par contre tout à fait satisfaisante.

La qualité la plus séduisante du 330 est donc d'offrir deux VCA sur une même puce; le reste n'apporte rien (si ce n'est des inconvénients) par rapport à un circuit plus conventionnel en OTA discrets.

On attend de Curtis un CEM 3360 annoncé, qui devrait se distinguer par la correction des défauts du 330. Du moins osons-nous l'espérer... ■