

3 Synthétiseur

Il n'existe guère d'amateur n'ayant encore jamais admiré le son d'un synthétiseur. Et il n'existe guère d'autre instrument aussi attrayant pour l'électronicien amateur de musique, ou pour le musicien passionné par la technique expérimentale.

Les grands synthétiseurs ne sont pas des instruments de musique dans les sens traditionnel. Bien qu'ils servent, dans les studios, à la production d'effets musicaux, leur technique de jeu est très différente de celle de l'orgue électronique.

En effet, les imposants enregistrements de sons synthétiques sont généralement obtenus en play-back. Chaque effet et chaque combinaison sonore est soigneusement élaboré avant d'être inséré dans la composition. Ainsi, on ne joue jamais « directement » sur un synthétiseur de studio. Sa versatilité demande une adaptation sensible et le goût de l'expérimentation personnelle.

Ce sont précisément ces propriétés qui recommandent le synthétiseur à celui qui aime savourer la musique. Il est néanmoins raisonnable de prévoir quelques modules du type sound-organ, pouvant être mis rapidement en service. On obtient alors un instrument facilement utilisable dans un orchestre.

Des larges possibilités de combinaison s'ouvrent à l'expérimentateur. Peu importe, si le nouvel effet est déjà connu, ou non. Il est permis de procéder à sa guise. On peut commencer avec quelques modules peu onéreux, puis ajouter de nouvelles unités suivant ses désirs, ses humeurs ou ses idées musicales.

L'auteur espère que de nombreux lecteurs lui signaleront leurs exemples de combinaison. En cas de demande suffisante, il publiera volontiers des montages plus performants, de conception professionnelle.

3.1 Synthèse des sons et musique synthétique

A première vue, la synthèse des sons semble être un proche parent de la musique synthétique. Cependant, la confusion de ces

expressions mènerait à une image entièrement fautive des possibilités musicales d'un synthétiseur. D'où les quelques explications qui suivent.

3.11 Synthèse des sons

Par « synthèse musicale » on peut décrire l'assemblage de plusieurs sons constituants, produisant un timbre harmonieux. On ressent cette harmonie quand le rapport entre les fréquences des sons constituants est un nombre entier et fixe.

L'exemple typique d'une synthèse musicale est l'accouplement d'octaves dans le cas d'un orgue sinusoïdal. Le son d'une seule voix est très calme, car il ne contient pas d'harmoniques. Les tirettes de l'orgue commandent des mélangeurs permettant une combinaison quelconque de sons simples, par adjonction d'harmoniques.

On peut analyser ces relations sur l'écran d'un oscilloscope. Il suffit d'ajuster les amplitudes suivantes : $16' = 100\%$, $8' = 50\%$, $5\ 1/3' = 33,3\%$, $4' = 25\%$, $2\ 2/3' = 16,7\%$, $2' = 12,5\%$, et $1' = 6,25\%$. Le résultat est, sauf décalage de phase, une dent de scie presque parfaite !

Ainsi, la synthèse des sons est simple. Cependant, le son populaire de Hammond résulte aussi d'autres facteurs, tels qu'une intermodulation réduite, ou un relèvement musical par un dispositif du type scanner, etc. Si vous désirez un tel instrument de conception polyphone, vous aurez avantage à réaliser un grand orgue à nombreux effets complémentaires. L'auteur en prépare la description.

3.12 Musique synthétique

La musique synthétique est une forme d'expression musicale dont les instruments traditionnels sont généralement incapables. Elle est le domaine des grands synthétiseurs. Bien entendu, ces appareils complexes peuvent également produire toutes les sonorités habituelles, mais leur application principale réside dans les effets très particuliers.

Un instrument ainsi conçu ne peut être réalisé qu'en version monophonique, car un jeu d'oscillateurs polyphones ne permet pas une commande universelle par une tension. Dans le cas de l'orgue habituel, l'assemblage des différents sons ne se fait, en effet, qu'après les oscillateurs générateurs de notes.

Les synthétiseurs permettent, par contre, de larges combinaisons entre les divers modules. Un générateur peut commander un autre, en modifier la forme d'onde, etc. Ces fonctions de base seront exposées dans le paragraphe suivant qui traite des modules essentiels d'un petit synthétiseur.

3.13 Modules d'un synthétiseur

Les explications sont commentées par le schéma de principe de la **figure 3.13-1**. Il comporte des désignations courantes dans la littérature étrangère, que le lecteur sera ainsi à même de suivre.

Panneau de commande (control-board)

La rangée habituelle de registres n'est prévue que sur les petits instruments, ressemblant à un sound-organ. Les plus grands sont composés de modules indépendants, à panneau de commande individuel. Les liaisons se font par des câbles de différentes longueurs.

Commande de clavier (keyboard control)

L'intermédiaire de jeu essentiel est un clavier de type courant mais qui délivre, contrairement à l'orgue, une échelle linéaire de tensions. Un convertisseur de fonctions produit l'allure exponentielle. Pour des effets d'enveloppe, ou pour une commande de filtres, cette tension peut être obtenue avec inversion. Souvent on prévoit plusieurs procédés indépendants de commande.

Clavier à ruban (ribbon control)

Dans le cas le plus simple, il s'agit d'un fil résistant connecté sur une source de tension. L'électrode de contact est reliée à l'additionneur. Les réalisations modernes fonctionnent avec une piste résistante en caoutchouc conducteur, au-dessus de laquelle on fixe un ruban doré, isolé par rapport à la main. Il prélève, au besoin de façon glissante, la tension de l'endroit où on l'appuie.

Ajustage XY (joy stick control)

Unité de commande ressemblant au « manche à balai » courant en matière de télécommande. Se prête surtout à des effets rapides, lors du jeu dans un orchestre.

Modulateur (swell shoe control)

Pédale servant normalement à la modification de l'amplitude. Muni de potentiomètres correspondants, le modulateur peut également délivrer d'autres tensions de commande. On peut concevoir des versions à allure logarithmique, exponentielle, hyperbolique ou linéaire.

Additionneur (summer)

Circuit assemblant de façon linéaire les tensions provenant de diverses sources, et permettant ainsi une commande simultanée par

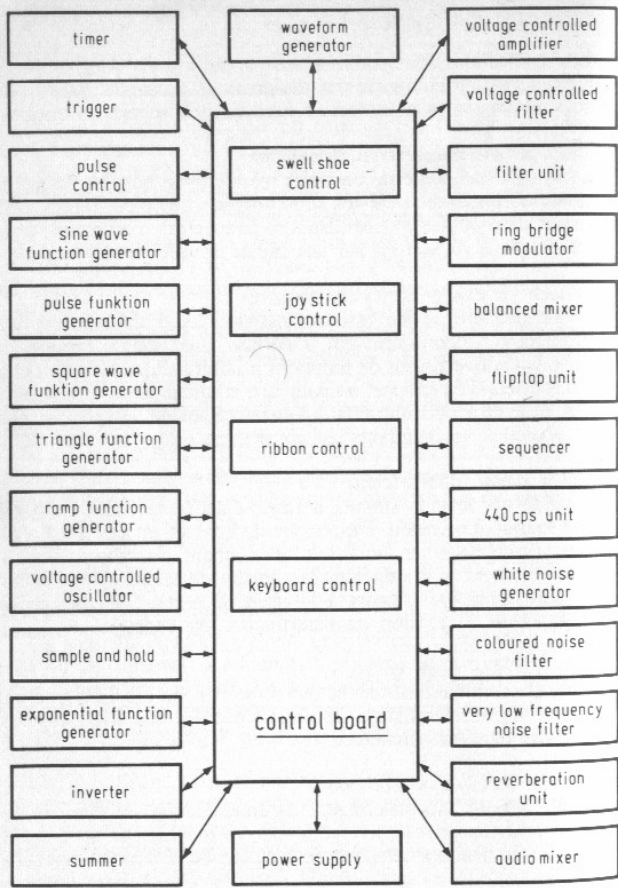


Fig. 3.13-1 Modules d'un synthétiseur de base.

plusieurs intermédiaires de jeu ou générateurs. Il existe également des additionneurs impulsions. On doit disposer de plusieurs exemplaires des deux versions.

Inverseur (inverter)

L'inversion des fonctions de commande et des impulsions peut normalement être assurée par de simples étages à transistors. Les grands synthétiseurs contiennent de plus, des amplificateurs commutables. La commutation entre fonctionnement direct ou inversé est manuelle.

Convertisseur de fonctions (exponential function generator)

Produit, pour plusieurs applications, une conversion d'une tension évoluant linéairement, en une variation exponentielle.

Mémoire de touche (sample and hold)

Mémoire analogique commandée par le clavier. Un son donné est maintenu même lorsqu'on relâche la touche, et il s'éteint seulement quand on manœuvre une autre touche. Souvent, on peut également faire glisser le son sur d'assez grands intervalles.

Générateur commandé par tension (voltage controlled oscillator)

La fréquence d'un oscillateur commandé par tension (VCO) évolue linéairement avec la tension de commande. Un convertisseur de fonctions est à intercaler dans le cas d'un instrument à accord tempéré. Même un petit synthétiseur devrait contenir au moins trois de ces générateurs. On en prévoit un plus grand nombre — en fonction du prix — dans les instruments de studio, où on rencontre diverses versions technologiques.

Convertisseur en dent de scie (ramp function generator)

Circuit linéarisant des tensions à allure exponentielle. N'est pas utile, si on dispose déjà de générateurs de commande à dent de scie.

Convertisseur en forme triangulaire (triangle function generator)

Module élaborant une triangulaire à partir d'une dent de scie, et essentiellement utilisé dans des fonctions de commande.

Convertisseur en forme rectangulaire (square-wave function generator)

Amplificateur à seuil ou trigger de Schmitt, parfois aussi simple étage de limitation.

Mise en forme impulsionnelle (pulse function generator)

Généralement, un trigger suivi d'un monostable. Le rapport cyclique peut être ajusté dans de larges limites.

Mise en forme sinusoïdale (sine-wave function generator)

Amplificateur avec réseau de diodes dans le circuit de contre-réaction, commandé par une tension triangulaire.

Générateur des impulsions de commande (pulse control)

A partir des modifications de la tension de clavier, ce circuit produit, lors de toute manœuvre de touche, une impulsion destinée à la commande de la mémoire de touche et d'autres circuits.

Commutateur à seuil (trigger)

Produit, à la manière d'un trigger de Schmitt, des impulsions d'amplitudes bien définies à partir de tensions de fréquence et de forme d'onde quelconque.

Temporisateur (timer)

Monostable commandé à partir du clavier ou par des touches séparées. Après une durée prédéterminée il peut, par exemple, déclencher une commande d'enveloppe.

Générateur de contours (wave form generator)

Produit le signal de commande pour le modulateur d'amplitude sous forme d'une tension trapézoïdale à vitesses ajustables de croissance et de décroissance.

Modulateur d'amplitude (voltage controlled amplifier)

Produit une modulation d'amplitude sur le signal sonore, commandée par le générateur de contours. Un modulateur à entrée additionnelle peut également être asservi à d'autres circuits, tels que VCO, sequencer.

Filtre à commande par tension (voltage controlled filter)

Ces filtres (VCF) peuvent être des passe-haut, passe-bas ou passe-bande, les fréquences de coupure étant fonction d'une tension. Certaines versions permettent également une modification du facteur de surtension.

Filtres de résonance (filter unit)

Il s'agit d'assemblages de filtres en T ou en π . Conjointement aux VCF cités plus haut, ils ne servent en fait pas à une synthèse, mais à l'analyse d'un signal déjà composé.

Modulateur en anneau (ring-bridge modulator)

Circuit particulier de modulation, emprunté à la technique des courants porteurs. Il associe généralement quatre diodes à des transformateurs à pots de ferrite de haute qualité.

Modulateur équilibré (balanced mixer)

Cette expression peut avoir deux significations. A priori, amplificateur différentiel de modulation. Mais il peut également s'agir d'un circuit intégré assumant les fonctions d'un modulateur en anneau sans nécessiter de transformateur.

Diviseur programmable (flipflop unit)

Diviseur de fréquence à au moins quatre étages, suivi d'un décodeur, et dont on peut prédéterminer le rapport de division. Ces circuits peuvent commander des programmes simples, ou encore, dans le cas du sound-organ, la production de sons distants d'un ou de plusieurs octaves.

Générateur de séquences (sequencer)

Commande de multiples déroulements automatiques. Il est composé de plusieurs diviseurs, programmables sur de nombreux rangs, par des circuits d'addition, et il en assemble les tensions de sortie pour obtenir diverses suites de valeurs discontinues de tensions. La complexité peut être sans limites.

Diapason électronique (440 cps unit)

Module précieux dans les grands synthétiseurs. Du fait des multiples possibilités de commande, l'accord risque de se modifier à toute nouvelle programmation. En tant qu'étalon, le diapason permet une correction rapide.

Cette remarque appelle une précision sur le synthétiseur. La tenue en fréquence des oscillateurs est en fait assez bonne. Mais plus on met de circuits de semiconducteurs dans la ligne véhiculant la tension de commande, plus on diminue, à moins de complexité exagérée, la stabilité à long terme. Cette servitude est tolérable dans le cas du synthétiseur (contrairement à l'orgue), car elle est issue de la multitude des formes d'expression.

Générateur de bruit (white noise generator)

Le bruit blanc est utilisé, dans les batteries électroniques, pour imiter des sons de cymbales, bassins, et autres accompagnements. Le modulateur d'amplitude se prête à des effets semblables.

Filtre de bruit (coloured noise filter)

Filtre semblable à un circuit de tonalité d'un amplificateur, pouvant produire des bruits sélectifs qu'on qualifie de « rouge » ou de « bleu ».

Passe-bas de bruit (very low frequency noise filter)

Filtre commutable produisant un bruit de vent qu'on peut doser de la brise jusqu'à la tempête, le niveau étant commandé par le modulateur d'amplitude.

Unité de réverbération (reverberation unit)

Une réverbération artificielle est également utilisée dans d'autres instruments. On emploie généralement des spirales associées à des amplificateurs de commande et de sortie.

Pupitre de mélange (audio mixer)

Les grands instruments comportent plusieurs amplificateurs mélangeurs. Ils assemblent diverses tensions internes d'audiofréquence ou de bruit. D'autres combinaisons permettent l'adjonction de signaux externes.

Alimentation (power supply)

Pour des raisons de stabilité, les alimentations des synthétiseurs de studio doivent être parfaitement régulées. On doit prévoir au moins deux tensions, égales et de polarité opposée, comme dans le cas des calculateurs analogiques.

3.2 Synthétiseur modulaire

Conformément à la pratique internationale, l'appareillage dont la réalisation est décrite ci-dessous est composé d'unités parfaitement indépendantes. De ce fait, un schéma de principe global ne serait guère utile. A priori, on ne fixe que la tension d'alimentation, égale à ± 15 V. L'auteur maintiendra cette valeur dans des descriptions ultérieures, de façon à faciliter d'éventuelles adjonctions.

Ce système modulaire permet au réalisateur de compléter et de perfectionner son synthétiseur pendant de nombreuses années, sans que les modules déjà confectionnés deviennent inutiles. On pourra ainsi adjoindre des unités spéciales à circuits intégrés, telles que filtres à commande par tension (VCF) et à usages multiples, que

l'auteur décrira dès que les composants correspondants seront disponibles à des prix de grande série.

Cette prévision d'une large universalité est importante du fait que la réalisation échelonnée d'un grand instrument est assez coûteuse. En effet, avec un circuit de base à VCO unique, on n'a pas encore un synthétiseur, mais seulement une sorte de « grinceur monodique ». On devra donc prévoir l'élargissement dès le départ, et se préparer à une dépense qui finalement dépassera celle pour la réalisation d'un grand orgue.

Dans les publications ultérieures, il sera question d'un VCO master-slave, de multiples commandes de programme, et d'autres compléments intéressants, se trouvant, pour l'instant, encore au stade de la conception. Le résultat final sera un instrument d'avant-garde, permettant la production de tout effet musical ou de bruit.

Dans l'intérêt du réalisateur, il sera d'abord seulement question de modules relativement simples et faciles à confectionner. Intentionnellement, les montages ont été conçus de façon que, moyennant quelque soin, l'amateur peu expérimenté puisse les réussir. A tout moment, on pourra les remplacer ou compléter par des modules professionnels plus complexes.

Tous les modules contiennent des amplificateurs opérationnels (TBA 221 A, Siemens, SF. C 2 741 Sescosem), particulièrement indiqués du fait de leur sortie symétrique et de leur tenue en court-circuit. Ainsi, une erreur de montage ne sera pas nécessairement destructive.

La **figure 3.2-1** montre la disposition des connexions de ce circuit, ainsi que le symbole correspondant, avec repérage des connexions. On ne retrouvera pas ces chiffres de repères dans les schémas, car le symbole ne prête pas à confusion. Le repère d'orientation est indiqué dans tous les plans d'implantation, et il faut absolument le respecter.

Certaines photos illustrent des réalisations sur plaquette perforée nue. Le câblage a été effectué par du fil divisé autosoudable (fil à câblage rapide). Avec ces montages expérimentaux, l'auteur a pu déterminer la disposition optimale des connexions. L'utilisation de platines imprimées est néanmoins préférable pour des instruments qu'on désire fiables et résistants aux vibrations.

Lors de l'utilisation, on doit disposer d'un certain nombre de câbles de liaison, à suspendre commodément sur un côté de l'instrument. Des connecteurs différents sont à prévoir pour les entrées et pour les sorties, car on ne doit jamais interconnecter deux sorties.

Mais une sortie peut commander plusieurs entrées. Certains modules comporteront donc avantageusement deux ou trois sorties,

connectées en parallèle. Les grands synthétiseurs fonctionnent avec des réseaux particuliers d'interconnexion. Chaque réseau comporte une entrée et trois sorties. La **figure 3.2-2** illustre la conception.

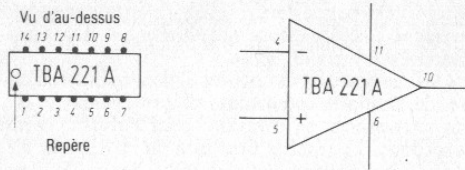


Fig. 3.2-1 L'amplificateur opérationnel TBA 221 A (μA 741).

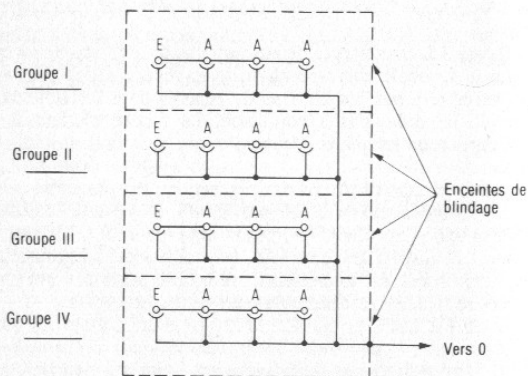


Fig. 3.2-2 Répartiteur pour instruments complexes.

3.3 Alimentation

Les modules des synthétiseurs modernes font presque exclusivement appel à des amplificateurs opérationnels, exigeant une alimentation double. On en fixe la tension une fois pour toutes, de façon à pouvoir l'utiliser pour pratiquement toute adjonction ultérieure.

Les grands instruments contiennent souvent une alimentation auxiliaire de 5 V, pour les circuits TTL, lesquels permettent une réalisation économique des étages de division et de programmation. Ici encore, toute adjonction reste possible.

3.3.1 Module d'alimentation

Au départ, une alimentation assez simple, ± 15 V, $2 \times 0,3$ A, sera suffisante. La **figure 3.31-1** montre le principe. Transformateur, fusible et interrupteur sont abrités par le boîtier. Les transistors ballast, T3 et T4, sont supportés par un radiateur commun, à ailettes, 70×50 mm. On les monte avec intercalages des feuilles habituelles de mica.

Tous les autres composants pourront être logés commodément sur une platine commune (**figures 3.31-2 à 3.31-5**). Les diodes D 1, D 2, D 5, et D 6, utilisées dans le sens direct, servent à la compensation de température.

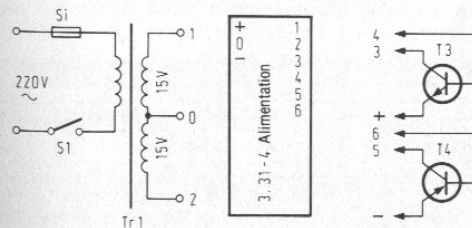


Fig. 3.31-1 Schéma fonctionnel de l'alimentation.

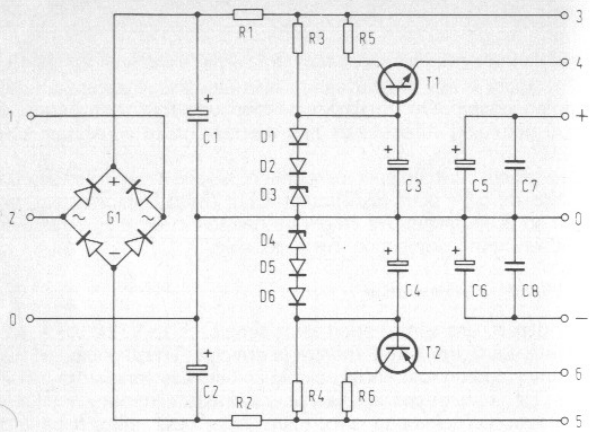


Fig. 3.31-2 Schéma du régulateur d'alimentation.

Liste des composants :

- | | |
|------------------------|--|
| G 1 = B 80 C 800 | C 4 = 470 μ F |
| C 1 = 2 500 μ F | R 4 = 2,2 k Ω |
| C 2 = 2 500 μ F | C 6 = 100 μ F |
| R 1 = 15 Ω /1 W | R 6 = 820 Ω |
| R 2 = 15 Ω /1 W | C 8 = 0,22 μ F |
| D 3 = ZD 15 | T 1 = BC Y 59, radiateur enfichable |
| D 2 = BAY 41 | T 2 = BC Y 79, radiateur enfichable |
| D 1 = BAY 41 | T 3 = BD 137 K et |
| C 3 = 470 μ F | T 4 = BD 138 K, sur radiateur, voix texte |
| R 3 = 2,2 k Ω | Tr 1 = Transformateur d'alimentation 25 VA,
prim. 220 V, sec. 2x 15 V |
| C 5 = 100 μ F | Si = Fusible 0,2 A, avec support |
| R 5 = 820 Ω | S 1 = Interrupteur à voyant au néon incor- |
| C 7 = 0,22 μ F | poré |
| D 4 = ZD 15 | |
| D 5 = BAY 41 | |
| D 6 = BAY 41 | |

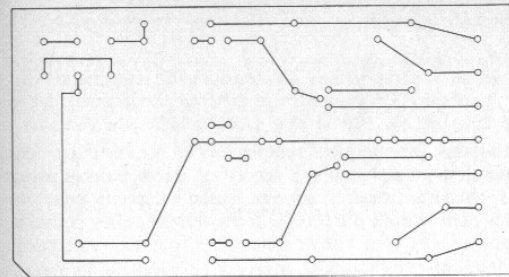


Fig. 3.31-3 Circuit imprimé.

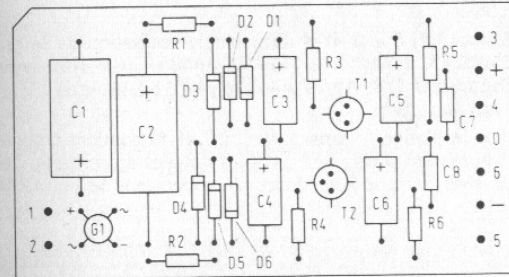


Fig. 3.31-4 Plan d'implantation.

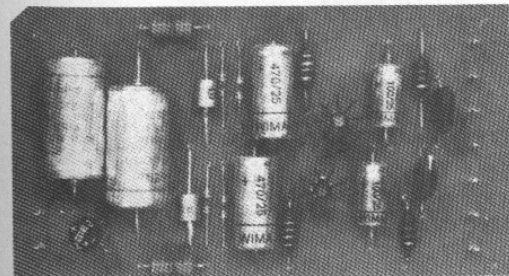


Fig. 3.31-5 Realisation conforme à la figure 3.31-4.

3.4 Commande de clavier

Ce module fournit toutes les tensions de commande du synthétiseur. La **figure 3.4-1** montre le schéma fonctionnel. Le clavier comporte cinq octaves, ainsi que trois rangées de contacts.

Les contacts exponentiels remplacent le convertisseur de fonctions, généralement peu stable. L'accord est décrit dans le paragraphe 3.51. Les tensions linéaires servent essentiellement pour la commande des générateurs d'effets. Ultérieurement, elles peuvent aussi servir pour un VCO à convertisseur de fonction incorporé.

Tous les contacts d'effets se trouvent en parallèle. Ils remplacent, de façon simple, un générateur particulier d'impulsions. L'ajustage doit se faire de façon que les contacts de notes se ferment avant ceux d'effets.

Les **figures 3.41-1 à 3-41-4** illustrent la réalisation de la platine de régulation. La diode Zener D 7 fonctionne avec compensation de température par D 8. Après ajustage par P 61, la sortie I (7) fournira 3 V au maximum.

La seconde platine (**figures 3.41-5 à 3.41-8**) contient trois adaptateurs d'impédance, à disposer après les rangées de contacts. Toutes les sorties sont à basse impédance et supportent le court-circuit.

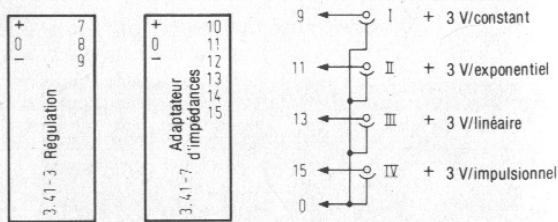


Fig. 3.4-1 Schéma fonctionnel de la commande de clavier.

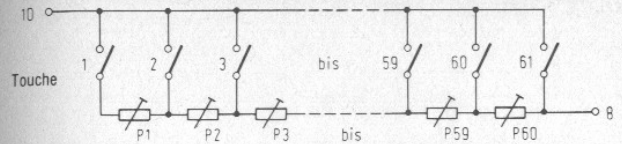


Fig. 3.4-2 Contacts exponentiels.

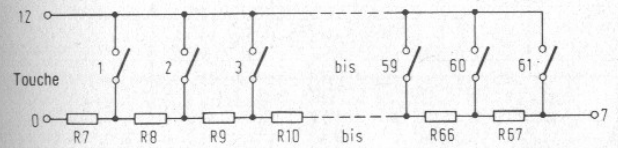


Fig. 3.4-3 Contacts linéaires.

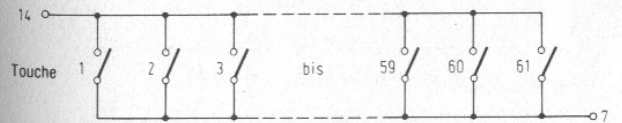


Fig. 3.4-4 Contacts à effets.

Liste des composants :

- R 7 à R 67 : résistances à couche métallique, $10 \Omega \pm 1 \%$.
- Potentiomètres à hélice (Helitrim), 20 tours, dans l'ordre de l'ajustage d'accord :
- P 60 — P 49 = 250Ω — P 48 — P 38 = 500Ω
- P 37 — P 28 = $1 \text{ k}\Omega$ — P 27 — P 18 = $1,5 \text{ k}\Omega$
- P 17 — P 9 = $2,5 \text{ k}\Omega$ — P 8 — P 1 = $5 \text{ k}\Omega$

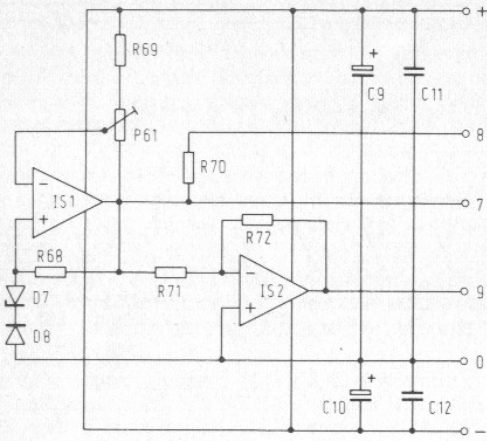


Fig. 3.41-1 Régulation.

Liste des composants :

IS 1 = TBA 221 A	R 69 = 5,6 k Ω
IS 2 = TBA 221 A	R 72 = 10 k Ω
R 68 = 2,7 k Ω	R 70 = 1,2 k Ω /1 %
D 7 = ZG 2,7	C 9 = 100 μ F
P 61 = 1 k Ω	C 10 = 100 μ F
R 71 = 10 k Ω	C 11 = 0,22 μ F
D 8 = (*)	C 12 = 0,22 μ F

(*) A remplacer par un fil de liaison.

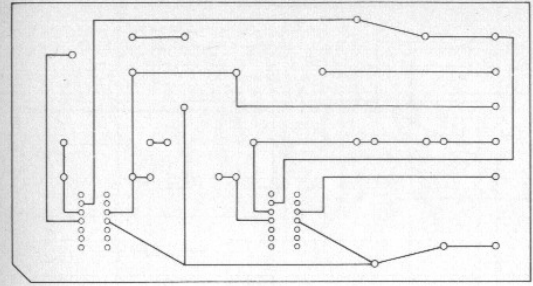


Fig. 3.41-2 Circuit imprimé.

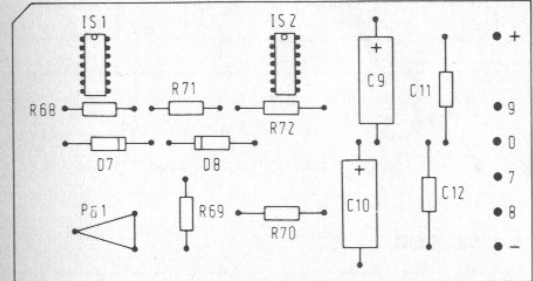


Fig. 3.41-3 Plan d'implantation.

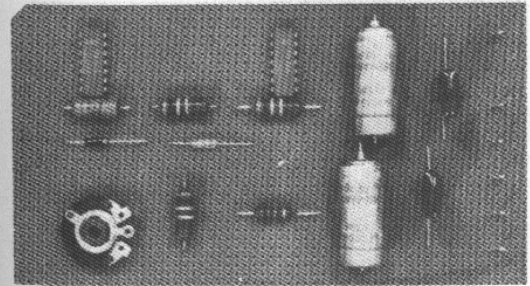


Fig. 3.41-4 Réalisation conforme à la figure 3.41-3.

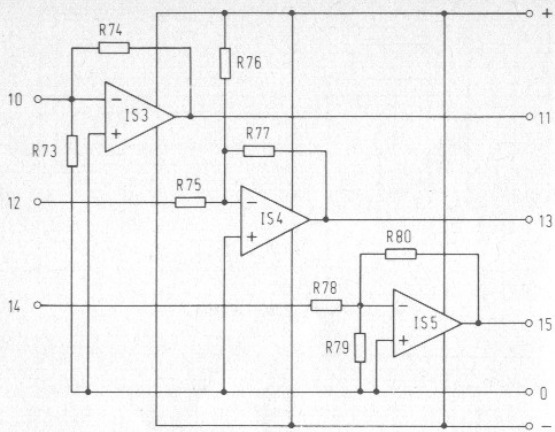


Fig. 3.41-5 Adaptateur d'impédances.

Liste des composants :

- | | |
|---------------------------------------|----------------------------|
| IS 3 = TBA 221 A | R 76 = 10 M Ω |
| IS 4 = TBA 221 A | R 77 = 120 k Ω /1 % |
| IS 5 = TBA 221 A | R 78 = 10 k Ω |
| R 73 = 1,2 k Ω k Ω /1 % | R 79 = 10 k Ω |
| R 74 = 1,2 k Ω /1 % | R 80 = 10 k Ω |
| R 75 = 120 k Ω /1 % | |

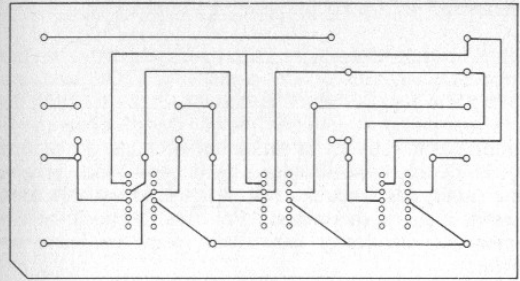


Fig. 3.41-6 Circuit imprimé.

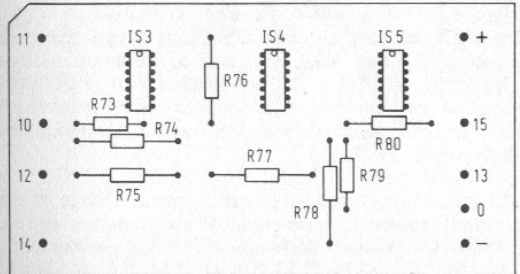


Fig. 3.41-7 Plan d'implantation.

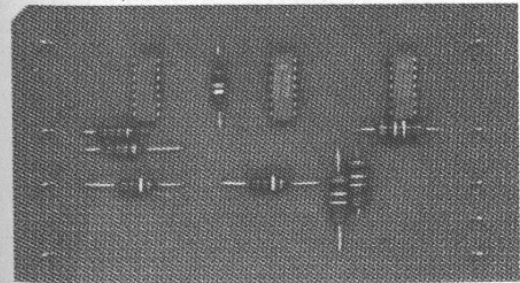


Fig. 3.41-8 Réalisation conforme à la figure 3.41-7.

3.5 Générateurs

Le nombre des générateurs détermine largement le domaine d'utilisation d'un synthétiseur. Les oscillateurs à commande par tension peuvent être conçus très différemment, et, en fonction des performances, leur prix peut dépasser 2 000 F. Des générateurs spéciaux de programmation peuvent atteindre un multiple de ce prix.

Des considérations semblables s'appliquent à des programmeurs de contour, des spectres de bruit à accord variable, ainsi qu'à des diapasons à quartz thermostaté. Pour ces fonctions, on trouvera ici des montages simples et fiables que même un jeune amateur peut s'offrir.

3.51 Générateur de commande (VCO I)

Les figures 3.51-1 à 3.51-5 illustrent la réalisation d'un générateur de dents de scie, éprouvé déjà dans divers synthétiseurs. L'association de IS 6 avec R 81, R 82 et R 83 forme un additionneur linéaire. En appliquant à l'entrée I une tension positive à allure exponentielle, on obtient un accord tempéré sur cinq octaves. Accessoirement, l'entrée II peut recevoir une tension de modulation de forme quelconque.

L'âme du générateur est l'intégrateur formé de IS 7, C 13 et D 10. Une tension négative, venant de l'additionneur, charge le condensateur de façon linéaire, jusqu'au seuil de commutation de l'élément bistable D 10. Ce dernier décharge alors très rapidement C 13. L'étage de sortie, équipé de D 13, T 5, et D 14, fournit alors la dent de scie à la sortie III (18).

L'accord est simple, si on dispose d'un instrument bien accordé. On ramène d'abord P 62, P 63 et P 64 à zéro. Par P 65, on ajuste la tension en X sur 3,8 V. Puis, on passe P 62 sur maximum, et on relie l'entrée I avec la sortie II de la commande de clavier (fig. 3.4-1). Appuyant la touche 61, on ajuste P 64 sur une fréquence maximale de 2 093,0 Hz (do_6 de l'instrument de comparaison).

Ensuite, commençant par touche 60 et P 60, (fig. 3.4-2), on ajuste au battement zéro par comparaison avec l'instrument de référence. Si on augmente finalement quelque peu la fréquence maximale (touche 60, P 64), l'accord exact peut être vérifié à tout instant par comparaison avec $la_3 = 440$ Hz (paragraphe 3.55) sur P 62.

Le clavier étant ainsi accordé en 8^e , le la_3 de référence se trouve dans la 3^e octave. En diminuant la tension de commande (sur P 62), on peut accorder l'instrument sur $16'$ (la_3 dans la 4^e octave) ou sur $32'$ (la_3 dans la 5^e octave).

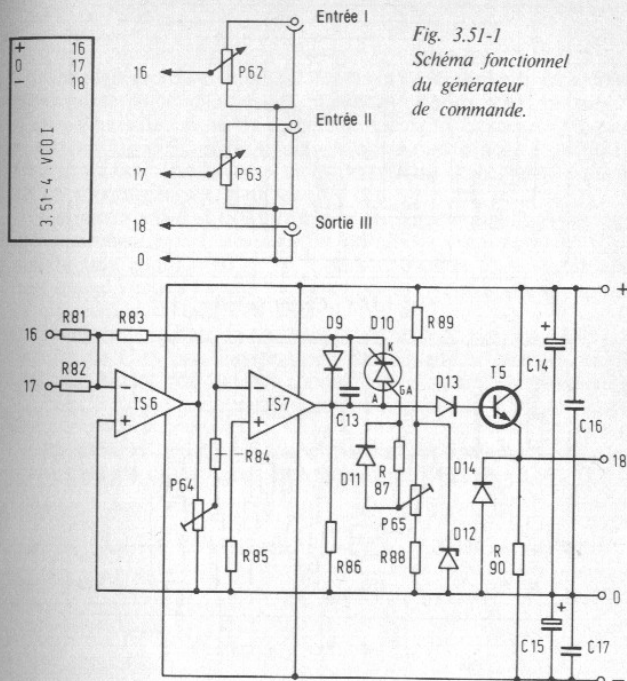


Fig. 3.51-1
Schéma fonctionnel
du générateur
de commande.

Fig. 3.51-2 Schéma électrique du générateur de commande.

Liste des composants :

IS 6 = TBA 221 A	C 13 = 0,22 μ F	T 5 = BC 172 B
IS 7 = TBA 221 A	D 10 = BR Y 39	R 89 = 4,7 k Ω
R 81 = 10 k Ω	D 11 = BAY 41	D 14 = BAY 41
R 82 = 10 k Ω	R 87 = 6,8 k Ω	D 12 = ZD 5,6
R 83 = 10 k Ω	R 88 = 2,7 k Ω	C 14 = 100 μ F
P 64 = 1 k Ω	R 86 = 6,8 k Ω	C 15 = 100 μ F
R 84 = 1,2 k Ω	P 65 = 1 k Ω	C 16 = 0,22 μ F
R 85 = 1,2 k Ω	R 90 = 2,7 k Ω	C 17 = 0,22 μ F
D 9 = BAY 41	D 13 = BAY 41	P 62 = 1 k Ω
		P 63 = 1 k Ω

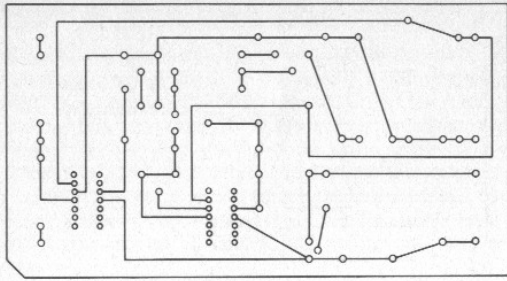


Fig. 3.51-3 Circuit imprimé.

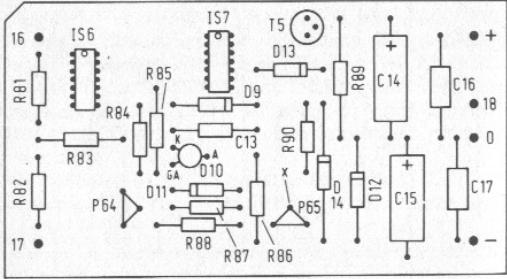


Fig. 3.51-4 Plan d'implantation.

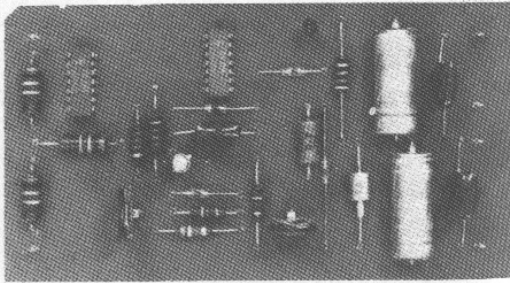


Fig. 3.51-5 Réalisation conforme à la figure 3.51-4.

3.52 Générateurs d'effets (VCO II)

Les figures 3.52-1 à 3.52-9 illustrent le générateur de triangulaires et de rectangulaires, essentiellement conçu pour des applications de modulation ou de percussion. Avec les capacités indiquées, et en commande linéaire, le clavier couvre de $\leq 0,01$ à ≥ 130 Hz. Une subdivision sur deux platines permet un agencement rationnel de ce montage assez complexe.

Les circuits IS 8 et IS 9 forment un mélangeur équilibré. En appliquant simultanément des signaux positifs aux entrées I et II, on obtient une addition ($f_1 + f_2$). Une soustraction ($f_1 - f_2$) est obtenue, quand l'entrée I reçoit un signal positif (f_1), plus grand que celui se trouvant sur l'entrée II (f_2).

La tension positive de commande, au point X, provoque la charge linéaire de C 18 par l'intégrateur IS 10. Quand le seuil du trigger IS 11 est atteint, T 6 devient conducteur et diminue le potentiel en X, jusqu'à ce que la décharge, toujours linéaire, de C 18 soit accomplie.

La sortie IV fournit ainsi une triangulaire. Sa composante continue résiduelle (offset) peut être ajustée par P 69. Par D 16, T 8, et

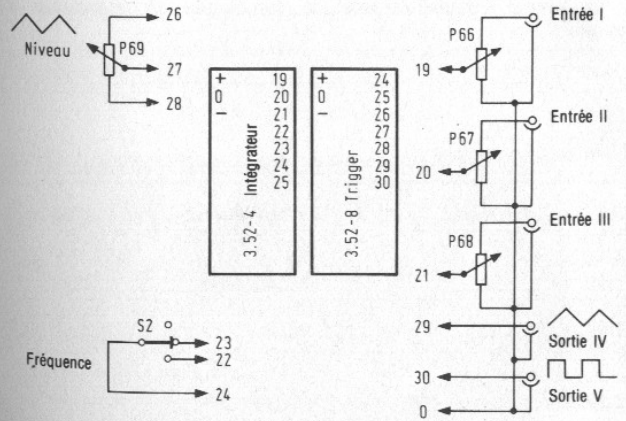


Fig. 3.52-1 Schéma fonctionnel du générateur d'effets.

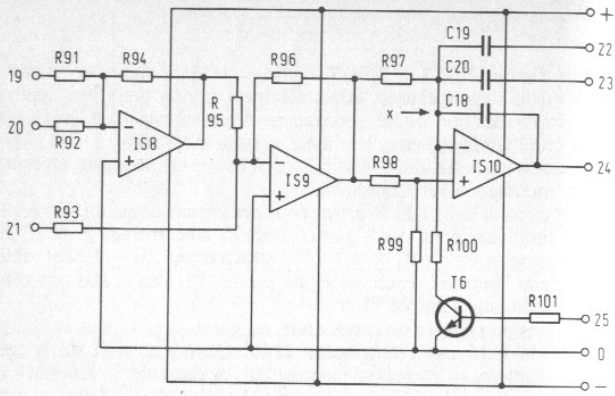


Fig. 3.52-2 Circuit d'addition et d'intégration.

D 16, on ramène la rectangulaire fournie par le trigger (sortie V) à un niveau compatible avec la commande du générateur de contours.

Liste des composants :

IS 8 = TBA 221 A	R 97 = 100 k Ω
IS 9 = TBA 221 A	R 98 = 47 k Ω
IS 10 = TBA 221 A	R 99 = 47 k Ω
R 91 = 10 k Ω	C 18 = 10 nF
R 92 = 10 k Ω	C 19 = 1 μ F
R 93 = 10 k Ω	C 20 = 0,1 μ F
R 94 = 10 k Ω	R 100 = 47 k Ω
R 95 = 10 k Ω	T 6 = BC 172 B
R 96 = 10 k Ω	R 101 = 10 k Ω

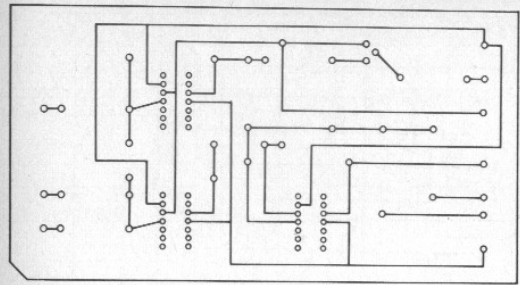


Fig. 3.52-3 Circuit imprimé.

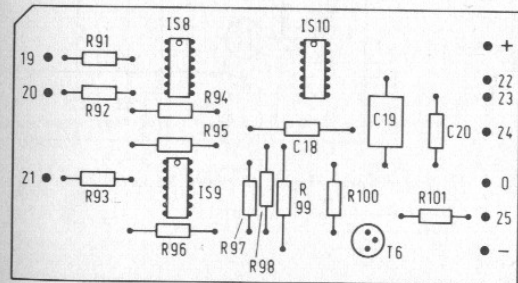


Fig. 3.52-4 Plan d'implantation.

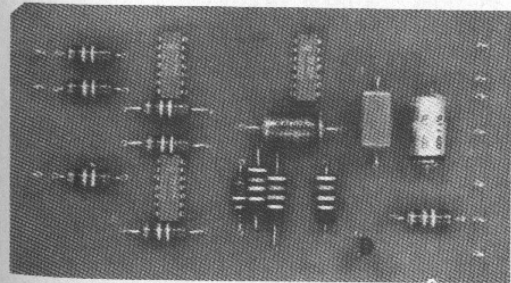


Fig. 3.52-5 Réalisation conforme à la figure 3.52-4.

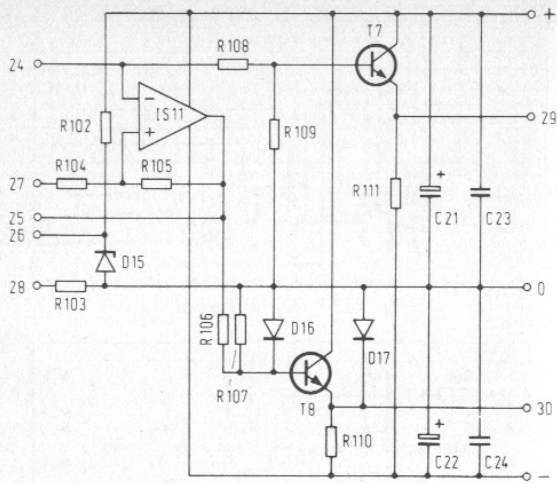


Fig. 3.52-6 Trigger et étages de sortie.

Liste des composants :

- | | |
|------------------------|---|
| IS 11 = TBA 221 A | R 106 = 10 k Ω |
| T 7 = BC 172 B | R 107 = 3,9 k Ω |
| T 8 = BC 172 B | D 16 = BAY 41 |
| R 102 = 10 k Ω | C 21 = 100 μ F |
| R 104 = 10 k Ω | C 22 = 100 μ F |
| R 108 = 6,8 k Ω | C 23 = 0,22 μ F |
| R 105 = 47 k Ω | C 24 = 0,22 μ F |
| D 15 = ZD 6,8 | P 66 = 1 k Ω |
| R 103 = 4,7 k Ω | P 67 = 1 k Ω |
| R 111 = 2,7 k Ω | P 68 = 1 k Ω |
| R 109 = 10 k Ω | P 69 = 10 k Ω |
| D 17 = BAY 41 | S 2 = Commutateur rotatif, 1 section, 3 positions |
| R 110 = 2,7 k Ω | |

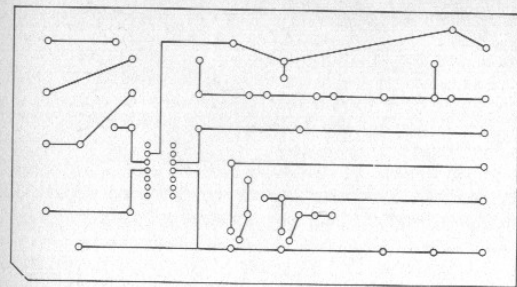


Fig. 3.52-7 Circuit imprimé.

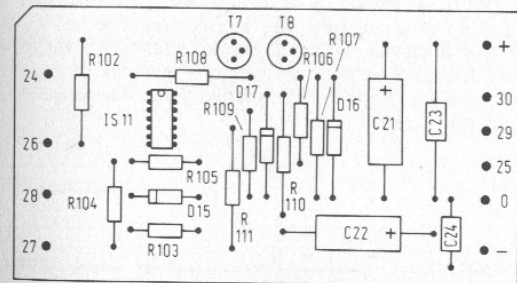


Fig. 3.52-8 Plan d'implantation.

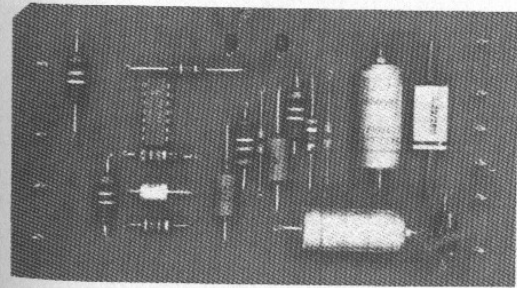


Fig. 3.52-9 Réalisation conforme à la figure 3.52-8.

3.53 Générateur de contours

Conçu comme module universel, le générateur de contours (fig. 3.53-1) est destiné à la commande du modulateur d'enveloppe. Le monostable et le modulateur de contours se trouvent logés sur des platines séparées, assemblées par des entretoises.

La réalisation du monostable est illustrée par les figures 3.53-2 à 3.53-5. Au repos, T9 est bloqué, alors que T10 conduit. Une variation positive à l'entrée inverse ces états de départ. La durée de l'impulsion produite peut être ajustée, en deux gammes, par S3 et P70.

Par la connexion 35, l'impulsion de sortie arrive au modulateur de contours (fig. 3.53-6 à 3.53-9). Les comportements d'attaque et d'extinction d'impédance sont assurés par IS12 et IS13.

L'entrée II est prévue pour le jeu continu ainsi que pour la percussion à répétition. Elle peut être commandée par les tensions fournies par le clavier, ou par la sortie rectangulaire du générateur d'effets. Cependant, ce n'est qu'avec une mémoire de touche qu'on arrivera à utiliser pleinement la grande plage d'ajustage du modulateur de contours.

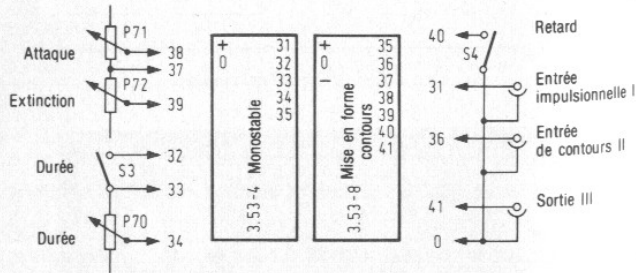


Fig. 3.53-1 Schéma fonctionnel du générateur de contours.

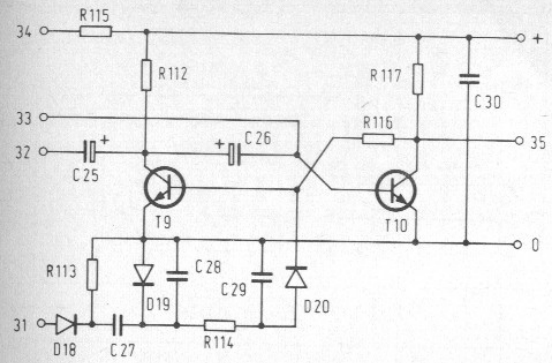


Fig. 3.53-2 Monostable.

Liste des composants :

T 9 = BC 172 B	R 114 = 5,6 k Ω
T 10 = BC 172 B	C 28 = 22 nF
C 25 = 10 μ F	D 19 = BAY 41
C 26 = 1 μ F	C 30 = 0,22 Ω F
R 116 = 10 k Ω	R 113 = 10 k Ω
D 20 = BAY 41	C 27 = 0,12 μ F
R 112 = 1,8 k Ω	D 18 = BAY 41
R 117 = 1,8 k Ω	R 115 = 5,6 k Ω
C 29 = 22 nF	

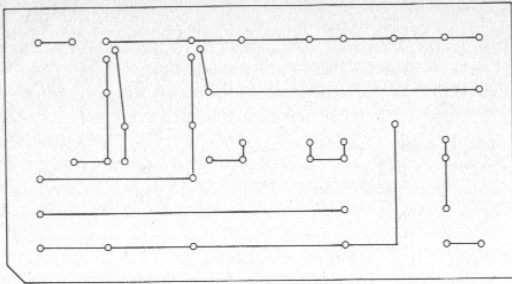


Fig. 3.53-3 Circuit imprimé.

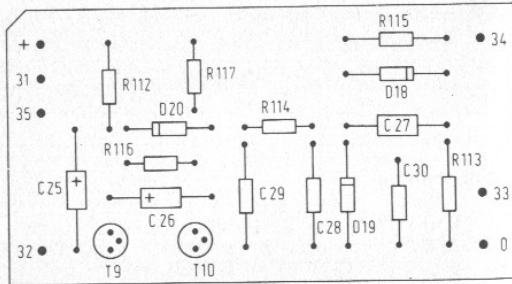


Fig. 3.53-4 Plan d'implantation.

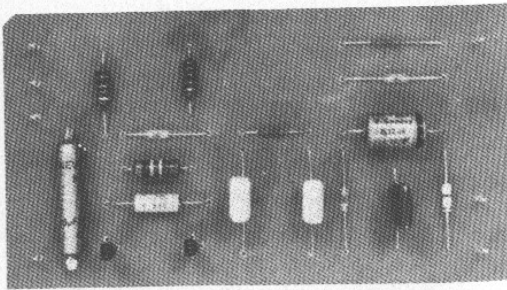


Fig. 3.53-5 Réalisation conforme à la figure 3.53-4.

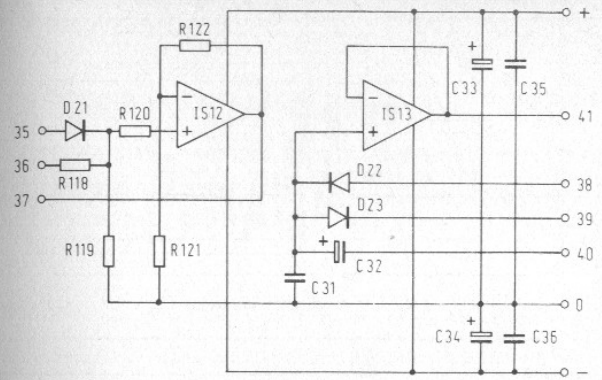


Fig. 3.53-6 Modulateur de contour.

Liste des composants :

- | | |
|------------------------|------------------------|
| IS 12 = TBA 221 A | D 23 = BAY 41 |
| IS 13 = TBA 221 A | C 33 = 100 μ F |
| R 118 = 12 k Ω | C 34 = 100 μ F |
| D 21 = BAY 41 | C 35 = 0,22 μ F |
| R 120 = 120 k Ω | C 36 = 0,22 μ F |
| R 122 = 120 k Ω | P 70 = 100 k Ω |
| R 121 = 12 k Ω | P 71 = 100 k Ω |
| R 119 = 12 k Ω | P 72 = 100 k Ω |
| C 32 = 10 μ F | OS3, S4 = interrupteur |
| C 31 = 0,47 μ F | simple, à bascule |
| D 22 = BAY 41 | |

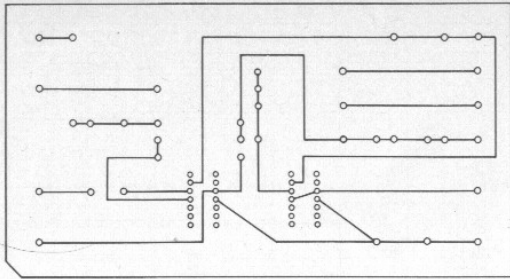


Fig. 3.53-7 Circuit imprimé.

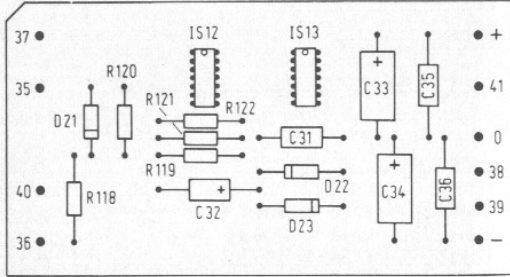


Fig. 3.53-8 Plan d'implantation.

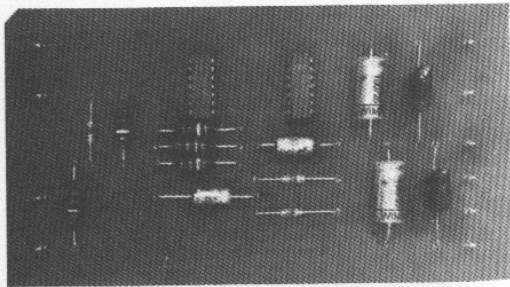


Fig. 3.53-9 Réalisation conforme à la figure 3.53-8.

3.54 Générateur de bruit

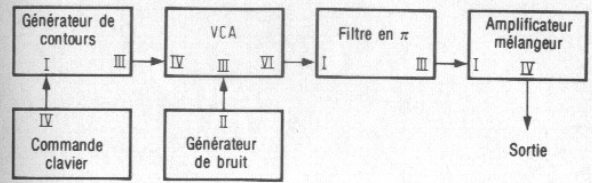


Fig. 3.54-1 Limitation d'instruments de percussion à caractéristique de bruit.

Le bruit blanc est utilisable pour bien des effets musicaux. La figure 3.54 illustre une combinaison de modules, pour l'imitation d'instruments ayant un comportement de bruit, tels que cymbale ou bassin. Le générateur de contours permet de doser à volonté les comportements d'attaque et d'extinction.

Les figures 3.54-2 à 3.54-6 montrent schéma et réalisation d'un bon générateur de bruit. La source de bruit T 11 est à sélectionner en vue d'un bruit optimal (clair). L'amplification ultérieure est assurée par T 12 et IS 14. On ajuste P 73 sur une amplitude maximale de sortie d'environ 3 V crête à crête. La sortie II est ajustable. Les filtres de bruit seront connectés sur la sortie I.

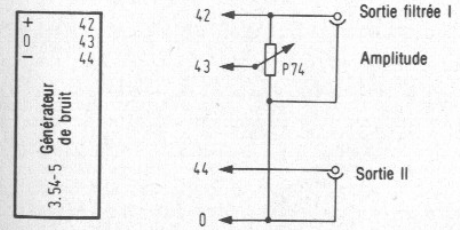


Fig. 3.54-2 Schéma fonctionnel du générateur de bruit.

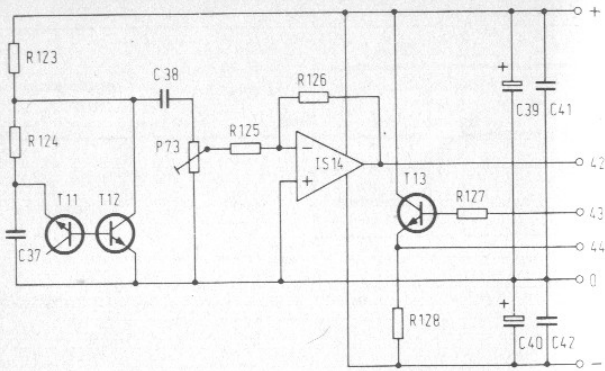


Fig. 3.54-3 Schéma électrique du générateur de bruit.

Liste des composants :

IS 14 = TBA 221 A	R 24 = 220 k Ω	R 127 = 820 Ω
R 126 = 100 k Ω	T 12 = BC 172 B	C 42 = 0,22 μ F
R 125 = 12 k Ω	T 11 = BC 172 B	C 39 = 100 μ F
P 73 = 47 k Ω	C 37 = 1 μ F	C 40 = 100 μ F
C 38 = 0,22 μ F	R 128 = 2,7 k Ω	C 41 = 0,22 μ F
R 123 = 27 k Ω	T 12 = BC 172 B	P 74 = 1 k Ω

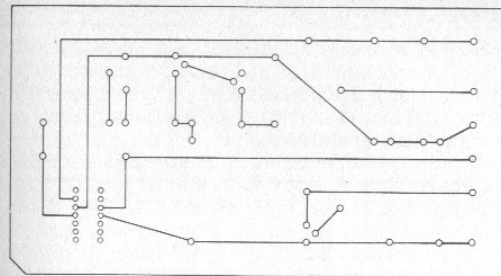


Fig. 3.54-4 Circuit imprimé.

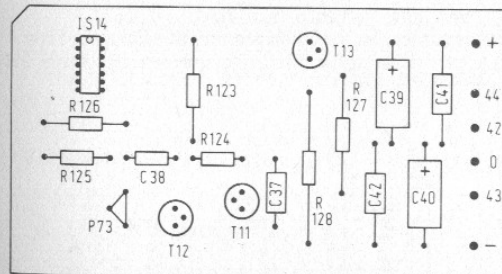


Fig. 3.54-5 Plan d'implantation.

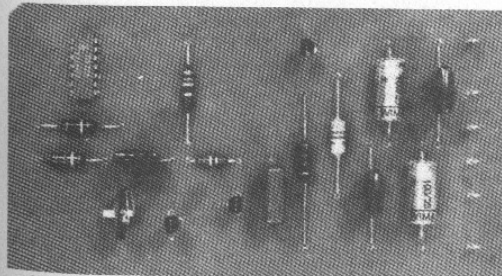


Fig. 3.54-6 Réalisation conforme à la figure 3.54-5.

3.55 Générateur 440 Hz

La nécessité d'un générateur étalon a déjà été évoquée au paragraphe 3.13. Cependant, un étalon à quartz serait beaucoup trop onéreux pour un petit synthétiseur. Un oscillateur sinusoïdal fera parfaitement l'affaire dans un premier temps. A intervalles réguliers, on le compare avec un diapason.

La fréquence du générateur décrit (figures 3.55-1 à 3.55-5) est déterminée par un pont de Wien. La boucle de réaction des amplificateurs opérationnels IS 15 et IS 16 englobe C 43, C 44, R 130, P 76 et P 77. La stabilisation se fait dans la contre-réaction, où LA 1 sert de résistance à coefficient positif de température.

Par P 75, on ajuste la tension de sortie sur un peu moins que 3 V crête à crête. A défaut d'oscilloscope, un contrôleur pour tensions alternatives, à forte résistance, est utilisable, si on multiplie l'indication, en valeur efficace, par 2,828.

Le générateur étalon reste constamment alimenté. Pour l'utilisation, on connecte sa sortie avec une quelconque entrée libre de l'amplificateur mélangeur.

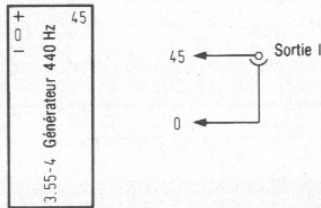


Fig. 3.55-1 Schéma fonctionnel du générateur 440 Hz.

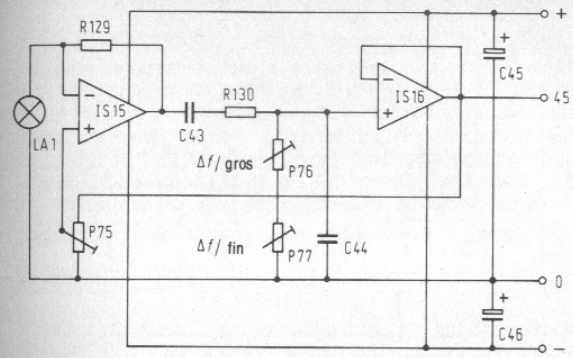


Fig. 3.55-2 Schéma électrique du générateur 400 Hz.

Liste des composants :

IS 15 = TBA 221 A	P 77 = 470 Ω
IS 16 = TBA 221 A	P 75 = 1 k Ω
R 129 = 560 Ω	C 45 = 100 μ F
C 44 = 47 nF	C 46 = 100 μ F
C 43 = 47 nF	LA 1 = Ampoule miniature, 6 à 7 V, 30 mA.
R 130 = 10 k Ω	
P 76 = 10 k Ω	

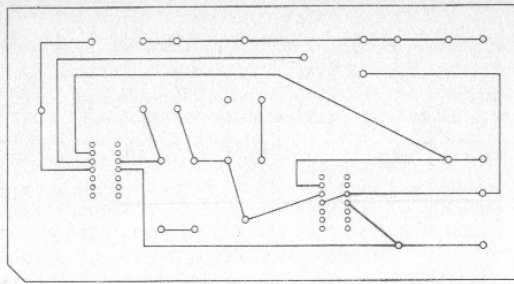


Fig. 3.55-3 Circuit imprimé.

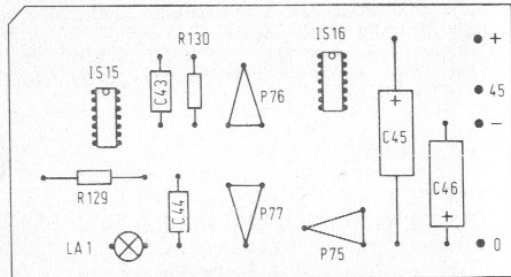


Fig. 3.55-4 Plan d'implantation.

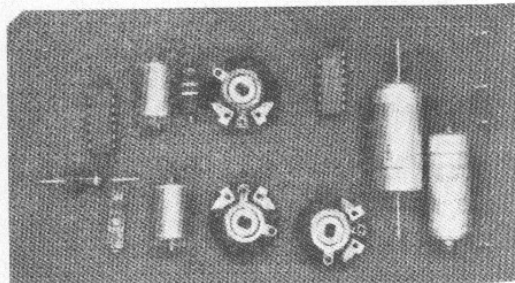


Fig. 3.55-5 Réalisation conforme à la figure 3.55-4.

3.6 Modulateurs et filtres

Les synthétiseurs peuvent faire appel à tous les types connus de mélangeurs ou modulateurs. Mais ceux-ci ne servent que rarement à la production d'une fréquence intermédiaire étroitement filtrée. Les bandes latérales, autrement indésirables, sont ici particulièrement intéressantes pour la formation de sons différentiels.

Pour la modification sélective de timbres, on utilise généralement des filtres RC actifs ou LC passifs. Les grands instruments contiennent, de plus, des jeux complexes de filtres de tierces ou d'octaves.

3.61 Filtre de bruit

Ce filtre, ajustable, est bien adapté à des effets de tempête ou de brisants. Pour cela, il convient de modifier couleur et amplitude de façon judicieusement cadencée. La manœuvre se simplifie, si on utilise des potentiomètres linéaires à grande course.

La conception (figures 3.61 à 3.61-5) s'apparente étroitement aux circuits de tonalité de type courant. Le réseau de contre-réaction a été adapté, de façon optimale, à l'application envisagée.

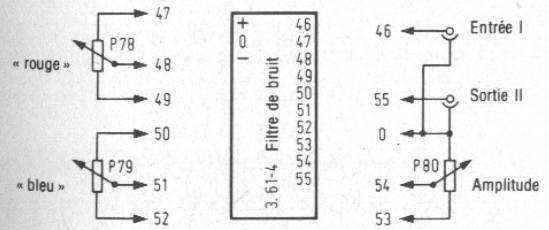


Fig. 3.61-1 Schéma fonctionnel du filtre de bruit.

3.62 Passe-bas de bruit

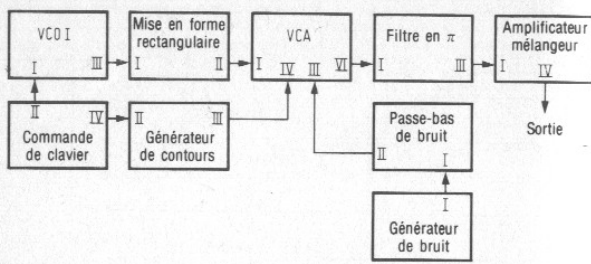


Fig. 3.62-1 Imitation de divers instruments à vent.

Le bruit à consonance creuse, produit par ce filtre, sert essentiellement pour des effets de vent. On le désigne aussi parfois de « filtre de vent ». Lors d'un dosage réduit, on peut également imiter le souffle d'attaque d'un instrument à vent (figure 3.62-1).

Les figures 3.62-2 à 3.62-6 illustrent une conception simple. Le passe-bas actif, avec IS 18, ne comporte que peu de composants. La fréquence de coupure est définie par C 56 et C 57. L'amplitude des bruits de basse fréquence étant faible, IS 19 doit procurer un gain important. De ce fait, l'entrée est à blinder soigneusement.

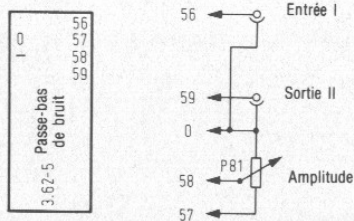


Fig. 3.62-2 Schéma de principe du passe-bas de bruit.

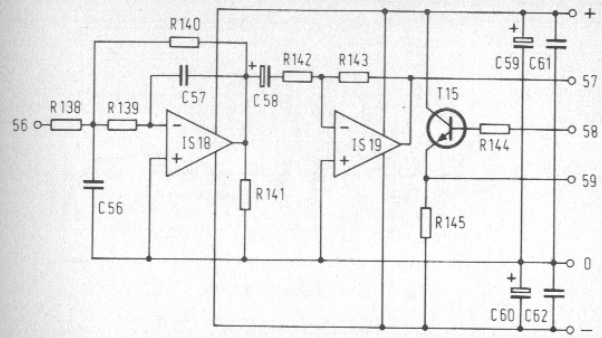


Fig. 3.62-3 Schéma électrique du passe-bas de bruit.

Liste des composants :

IS 18 = TBA 221 A	R 141 = 1 k Ω
IS 19 = TBA 221 A	R 143 = 100 k Ω
T 15 = BC 172 B	R 145 = 2,7 k Ω
R 138 = 390 k Ω	R 144 = 820 Ω
R 139 = 330 k Ω	C 59 = 100 μ F
C 57 = 5,6 nF	C 61 = 0,22 μ F
R 140 = 390 k Ω	C 60 = 100 μ F
C 56 = 56 nF	C 62 = 0,22 μ F
C 58 = 2,2 μ F	P 81 = 1 k Ω
R 142 = 120 Ω	

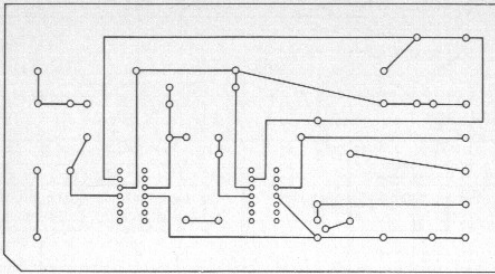


Fig. 3.62-4 Circuit imprimé.

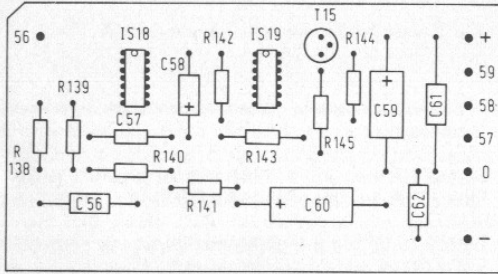


Fig. 3.62-5 Plan d'implantation.

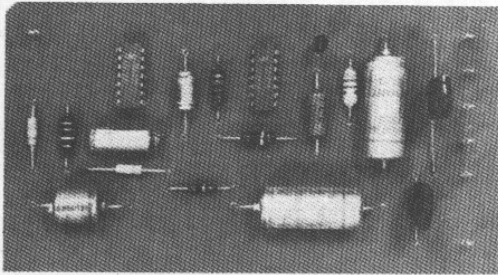


Fig. 3.62-6 Réalisation conforme à la figure 3.62-5.

3.63 Filtre en π .

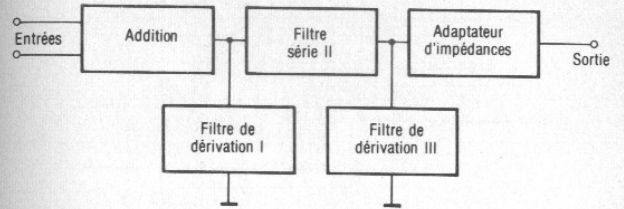


Fig. 3.63-1 Principe du filtre en π .

Dans l'introduction, il était déjà question des modules particuliers qui servent, dans les instruments plus complexes, pour l'analyse des signaux synthétisés. Le filtre en π , illustré par la figure 3.63-1, possède des applications particulièrement universelles. Par commutation, on peut insérer divers bobinages et condensateurs dans les branches de ce filtre, pour réaliser des passe-haut, passe-bas ou passe-bande de qualité élevée. Les diverses branches peuvent être amorties par les potentiomètres P 84 à P 86.

Le montage se subdivise en quatre circuits imprimés. Les platines de filtrage sont identiques, à quelques valeurs près. Les figures 3.63-2 à 3.63-15 donnent tous les détails.

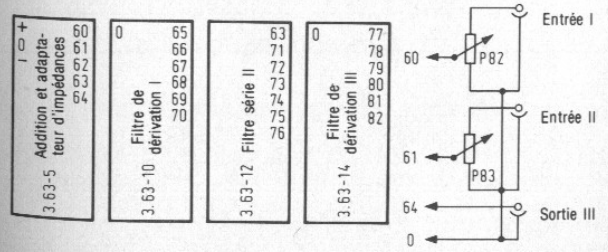


Fig. 3.63-2 Schéma fonctionnel du filtre en π .

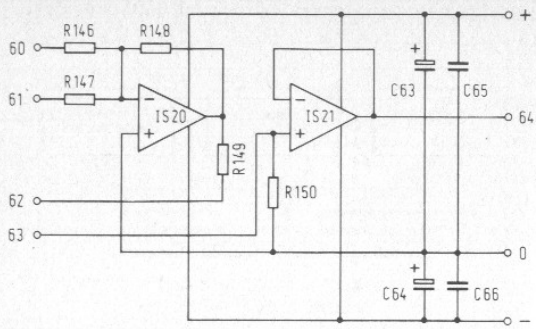


Fig. 3.63-3 Additionneur avec adaptation d'impédances.

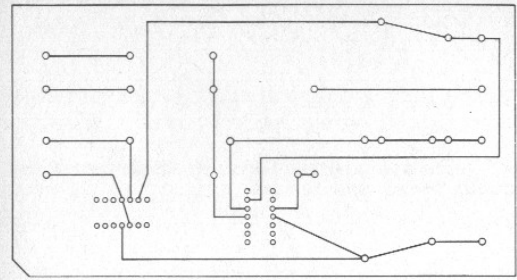


Fig. 3.63-4 Circuit imprimé.

Liste des composants

IS 21 = TBA 221 A	C 63 = 100 μ F
IS 20 = TBA 221 A	C 64 = 100 μ F
R 150 = 1 M Ω	C 65 = 0,22 μ F
R 146 = 10 k Ω	C 66 = 0,22 μ F
R 147 = 10 k Ω	P 82 = 1 k Ω
R 148 = 10 k Ω	P 83 = 1 k Ω
R 149 = 10 k Ω	

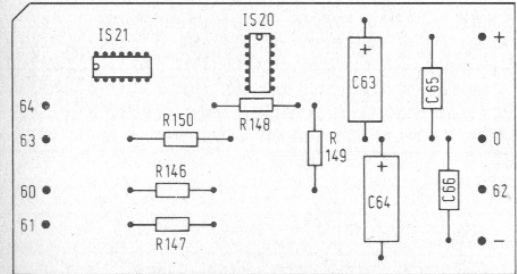


Fig. 3.63-5 Plan d'implantation.

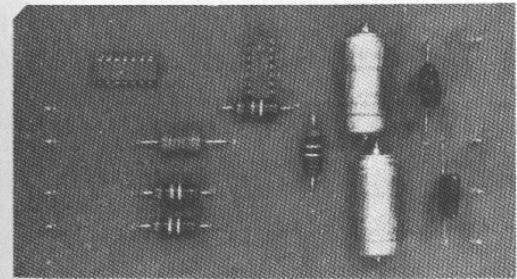


Fig. 3.63-6 Réalisation conforme à la figure 3.63-5.

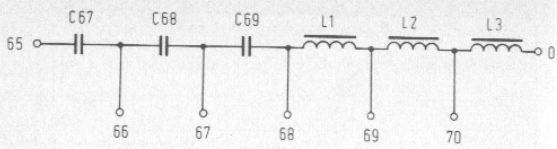


Fig. 3.63-7 Schéma de toutes les platines de filtrage, avec chiffres repères du filtre de dérivation I.

Liste des composants :

C 67 = 5,6 nF C 68 = 22 nF C 69 = 100 nF
 L 1 = 450 spires, \varnothing 0,08 mm, émaillé. Pot 3 H 1/4322 022 02200
 L 2 = 650 spires, \varnothing 0,08 mm, émaillé. Pot 3 H 1/4322 022 04200
 L 3 = 950 spires, \varnothing 0,08 mm, émaillé. Pot 3 H 1/4322 022 06200
 P 54 = Potentiomètre linéaire 25 k Ω , avec échelle 0 à 10
 S 5 à S 10 = Interrupteurs simples à bascule, à faible bruit



Fig. 3.63-8 Eléments de commutation.

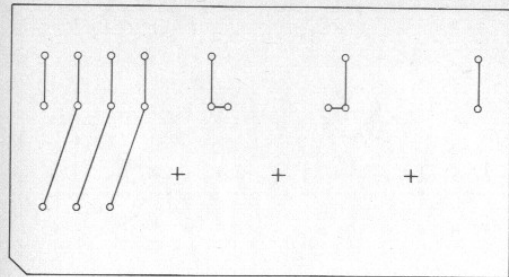


Fig. 3.63-9 Circuit imprimé.

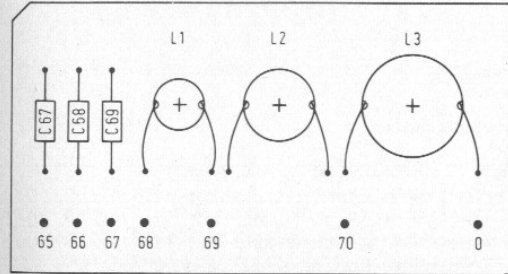


Fig. 3.63-10 Plan d'implantation du filtre de dérivation I.

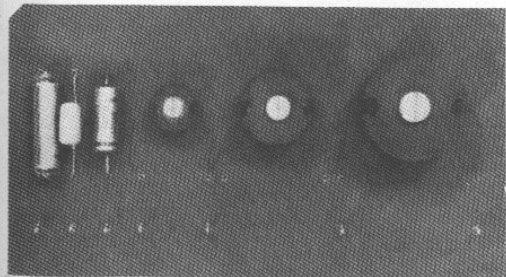


Fig. 3.63-11 Réalisation conforme à la figure 3.63-10.

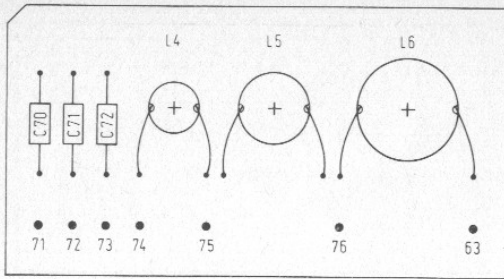


Fig. 3.63-12 Plan d'implantation du filtre série II.

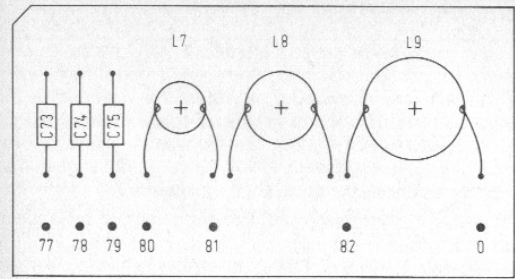


Fig. 3.63-14 Plan d'implantation du filtre de dérivation III.

Liste des composants :

C 70 = 1 nF C 71 = 3,9 nF C 72 = 12 nF
 L 4 = 450 spires, \varnothing 0,08 mm, émaillé. Pot 3 H 1/4322 022 02200
 L 5 = 650 spires, \varnothing 0,08 mm, émaillé. Pot 3 H 1/4322 022 04200
 L 6 = 950 spires, \varnothing 0,08 mm, émaillé. Pot 3 H 1/4322 022 06200
 P 85 = Potentiomètre linéaire, 47 k Ω , avec échelle 0 à 10.
 S 11 à S 16 = Interrupteurs simples à bascule, à faible bruit

Liste des composants :

C 73 = 5,6 nF C 74 = 22 nF C 75 = 100 nF
 L 7 = 450 spires, \varnothing 0,08 mm, émaillé. Pot 3 H 1/4322 022 02200
 L 8 = 650 spires, \varnothing 0,08 mm, émaillé. Pot 3 H 1/4322 022 04200
 L 9 = 950 spires, \varnothing 0,08 mm, émaillé. Pot 3 H 1/4322 022 06200
 P 84 = Potentiomètre linéaire 25 k Ω , avec échelle 0 à 10
 S 17 à S 22 = Interrupteurs simples à bascule, à faible bruit

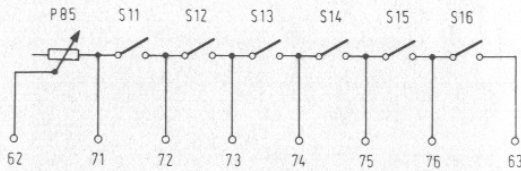


Fig. 3.63-13 Eléments de commutation II.

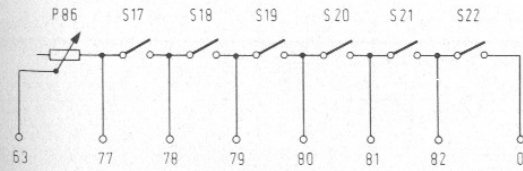


Fig. 3.63-15 Eléments de commutation III.

3.64 Modulateur d'enveloppe (VCA)

Il s'agit d'un modulateur d'amplitude qui, contrairement aux mélangeurs habituels, doit procurer une modulation largement linéaire, jusqu'à une amplitude presque nulle. Les portes simples, utilisées dans la commande des pianos ou comme contacts de sustain d'orgue, ne sont pas suffisantes. Lors d'une modulation profonde, elles provoquent généralement une limitation du signal, d'où formation gênante d'harmoniques supplémentaires.

On constate de semblables difficultés avec les mélangeurs différentiels, tels qu'on les utilise souvent dans de petits synthétiseurs ou sound-organs. La **figure 3.64-1** montre le principe d'un montage assez particulier : l'ajustage d'offset des étages précédents est très critique, car on doit disposer de signaux symétriques pour les deux entrées. Des expériences personnelles ne sont à recommander qu'au réalisateur expérimenté.

L'auteur a mis au point un montage (**figures 3.64-2 à 3.64-6**) profitant des avantages de l'opto-modulateur. Soigneusement ajusté,

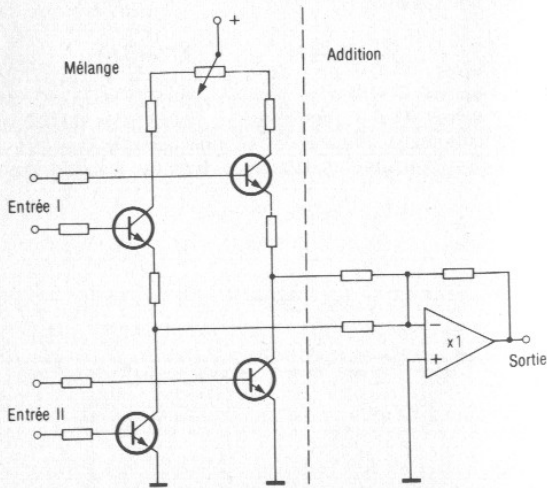


Fig. 3.64-1 Schéma de principe d'un mélangeur différentiel.

il répond aux performances habituelles d'un modulateur d'enveloppe. La diode luminescente est commandée par un additionneur, équipé de IS 23. On peut mélanger divers signaux de façon non réactive.

L'amplificateur de modulation proprement dit est à deux étages. L'additionneur IS 22 implique une réduction 1/10 de tous les signaux. Le gain du second étage (IS 24) est fonction de la valeur instantanée de la photorésistance, dont la résistance à l'obscurité est d'au moins 10 M Ω . La valeur de la résistance de contre-réaction, R 160, implique alors un affaiblissement à 1/1000. A éclairage maximal, la photorésistance se réduit à 1 k Ω . Le taux de contre-réaction aboutit alors à un gain de 10. Un boîtier étanche à la lumière est à prévoir pour les deux composants optoélectroniques.

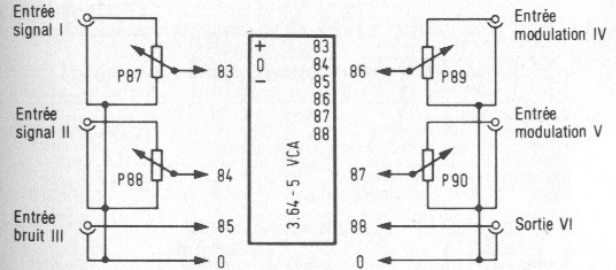


Fig. 3.64-2 Schéma fonctionnel du modulateur d'enveloppe.

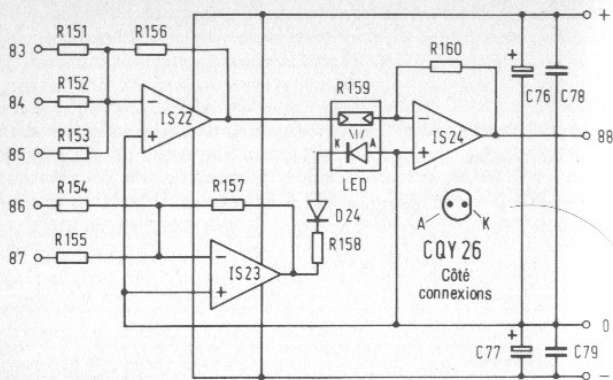


Fig. 3.64-3 Schéma électrique du modulateur d'enveloppe.

Liste des composants :

IS 22 = TBA 221 A	R 160 = 10 k Ω
IS 23 = TBA 221 A	C 76 = 100 μ F
IS 24 = TBA 221 A	C 77 = 100 μ F
R 151 = 91 k Ω	C 78 = 0,22 μ F
R 152 = 91 k Ω	C 79 = 0,22 μ F
R 153 = 91 k Ω	R 159 = LDR 07
R 154 = 10 k Ω	LED = CQY 26*
R 155 = 10 k Ω	P 87 = 1 k Ω
R 156 = 10 k Ω	P 88 = 1 k Ω
R 157 = 10 k Ω	P 89 = 1 k Ω
R 158 = 330 Ω	P 90 = 1 k Ω

*rouge, lumière diffusée (ITT)

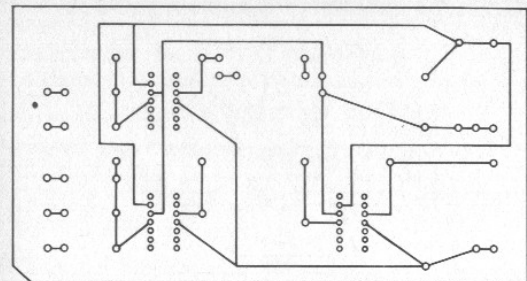


Fig. 3.64-4 Circuit imprimé.

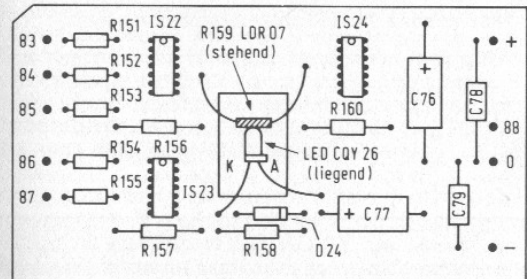


Fig. 3.64-5 Plan d'implantation.

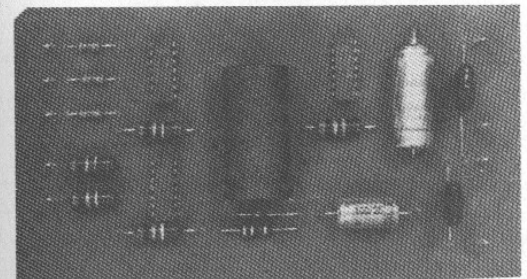


Fig. 3.64-6 Réalisation conforme à la figure 3.64-5.

3.65 Modulateur en anneau

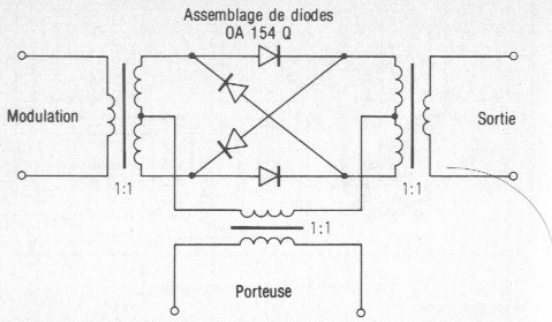


Fig. 3.65-1 Schéma d'un modulateur en anneau.

Le schéma d'un modulateur en anneau est donné par la figure 3.65-1. Bien que simple, il présente de nombreux inconvénients. Son expérimentation n'est rationnelle que si on utilise des pots de ferrite de haute qualité pour les transformateurs. Les données des bobinages dépendent de la plage de fréquences envisagée. Les enroulements à prises sont à bobiner de façon bifilaire.

Du point de vue musical, l'utilisation d'un modulateur en anneau n'est pas évidente, car les battements habituels ($f_1 + f_2$) peuvent également être obtenus par le VCA. Des modulations du type $f_1 - f_2$ sont également possibles, si on évite toute surmodulation. La figure 3.65-2 montre le schéma fonctionnel correspondant.

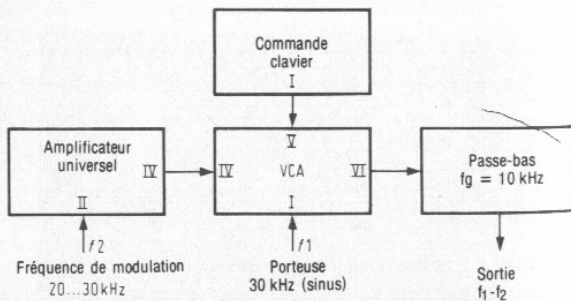


Fig. 3.65-2 Modulation d'une porteuse.

3.7 Mise en forme des signaux

Complétant le générateur de commande (VCO I), les modules décrits ci-dessous en font un oscillateur universel. Ils sont également utilisables pour d'autres générateurs, d'amplitude de sortie comparable. Ainsi, ces modules individuels de mise en forme peuvent être utilisés d'une façon particulièrement universelle.

3.71 Mise en forme triangulaire

Il existe des schémas bien différents pour la conversion d'un dent de scie en une triangulaire symétrique. Les montages des figures 3.71-1 à 3.71-5 font appel à une variante d'inverseur de phase à résistances égales de collecteur et d'émetteur. L'émetteur de T 16 reçoit, via R 162, une polarisation négative complémentaire.

Pendant la première partie de la montée de la dent de scie, le montage fonctionne avec inversion de phase. Mais pendant la seconde partie de cette montée, la diode base-collecteur devient conductrice, et le signal ne se trouve plus inversé. Le point de discontinuité peut être ajusté exactement par P 91. Cela ne demande pas d'appareil de mesure, car on peut ajuster de façon auditive, sur le minimum d'harmoniques. Le décalage de niveau est assuré par P 92 et IS 25.

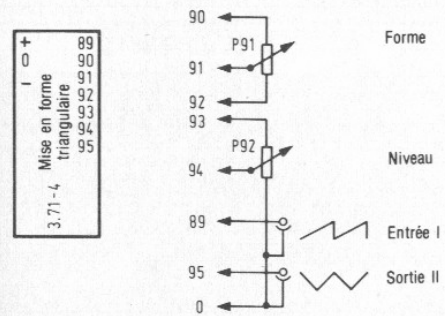


Fig. 3.71-1 Schéma fonctionnel du circuit de mise en forme triangulaire.

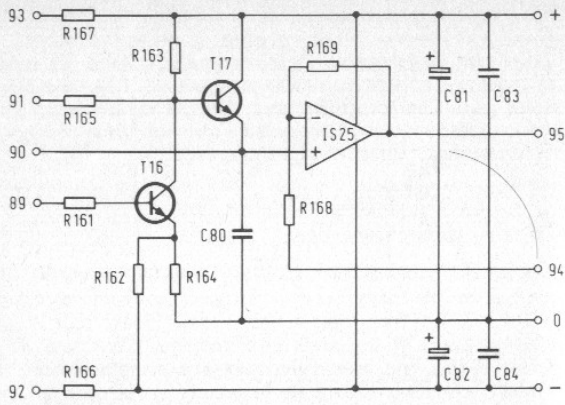


Fig. 3.71-2 Circuit de mise en forme triangulaire.

Liste des composants :

- | | |
|------------------------|------------------------|
| IS 25 = TBA 221 A | R 169 = 12 k Ω |
| R 161 = 820 Ω | R 168 = 8,2 k Ω |
| R 165 = 10 k Ω | R 167 = 18 k Ω |
| R 163 = 56 k Ω | C 81 = 100 μ F |
| T 17 = BC 172 B | C 82 = 100 μ F |
| T 16 = BC 172 B | C 83 = 0,22 μ F |
| C 80 = 5,6 nF* | C 84 = 0,22 μ F |
| R 166 = 33 k Ω | P 91 = 4,7 k Ω |
| R 164 = 56 k Ω | P 92 = 4,7 k Ω |
| R 162 = 270 k Ω | |

* dépend de la gamme de fréquences

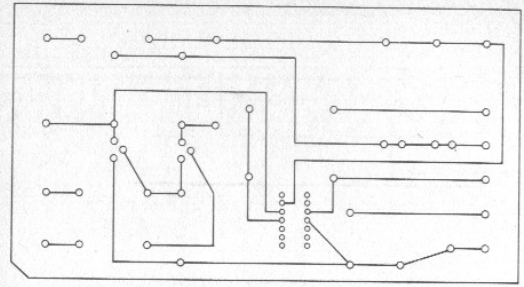


Fig. 3.71-3 Circuit imprimé.

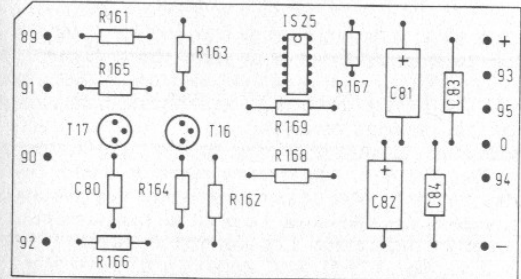


Fig. 3.71-4 Plan d'implantation.

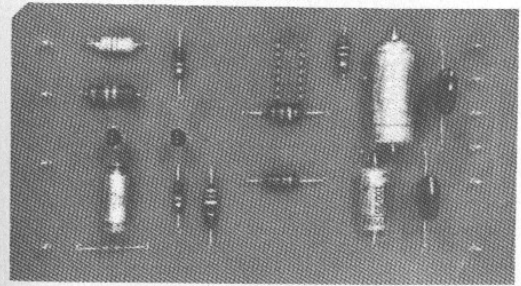


Fig. 3.71-5 Réalisation conforme à la figure 3.71-4.

3.72 Mise en forme sinusoïdale

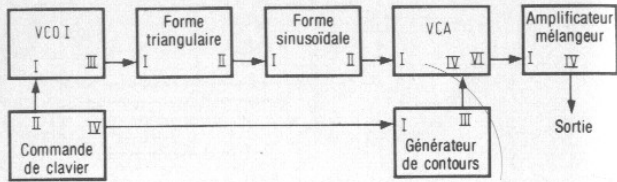


Fig. 3.72-1 Agencement pour percussion sinusoïdale.

Par ce module, la tension issue de la conversion triangulaire peut être convertie en sinusoïde, et ce de façon indépendante de la fréquence, c'est-à-dire sur toute la gamme des notes. A titre d'exemple, la figure 3.72-1 montre une percussion sinusoïdale, obtenue par un assemblage de plusieurs modules.

La réalisation du module de mise en forme est illustrée par les figures 3.72-2 à 3.72-6. Les diverses paires de diodes contre-réaction sont à sélectionner de façon à présenter des résistances égales de blocage et de conduction. Le point de fonctionnement (P 93) est à ajuster à l'oscilloscope. Les ajustages de niveau (P 94) et de symétrie (P 92, fig. 3.71-1) sont accessibles de l'extérieur.

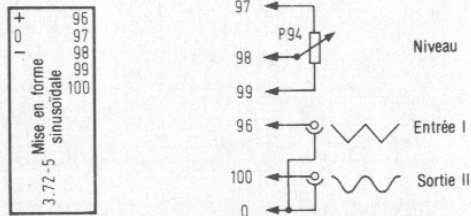


Fig. 3.72-2 Schéma fonctionnel du circuit de mise en forme sinusoïdale.

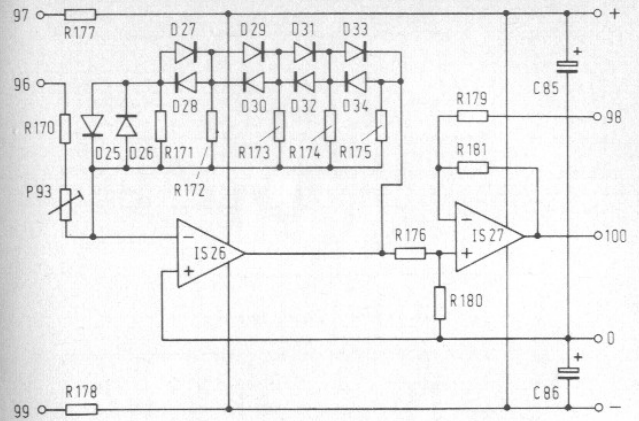


Fig. 3.72-3 Circuit de mise en forme sinusoïdale.

Liste des composants :

IS 26 = TBA 221 A	D 32 = BAY 41
IS 27 = TBA 221 A	R 174 = 27 k Ω
R 170 = 120 Ω	R 175 = 1,5 k Ω
P 93 = 1 k Ω	D 33 = BAY 41
R 171 = 2,7 k Ω	D 34 = BAY 41
D 25 = BAY 41	R 176 = 33 k Ω
D 26 = BAY 41	R 181 = 12 k Ω
R 172 = 10 k Ω	R 180 = 18 k Ω
R 173 = 18 k Ω	R 177 = 15 k Ω
D 27 = BAY 41	R 178 = 10 k Ω
D 28 = BAY 41	C 85 = 100 μ F
D 29 = BAY 41	C 86 = 100 μ F
D 30 = BAY 41	P 94 = 4,7 k Ω
D 31 = BAY 41	

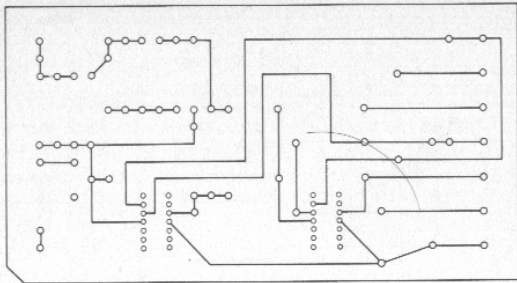


Fig. 3.72-4 Circuit imprimé.

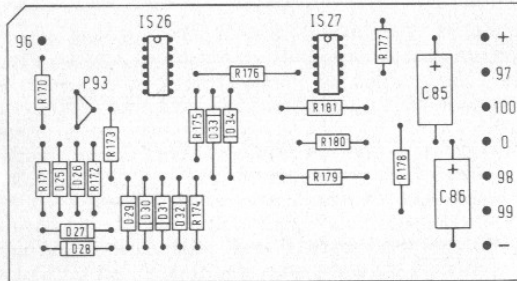


Fig. 3.72-5 Plan d'implantation.

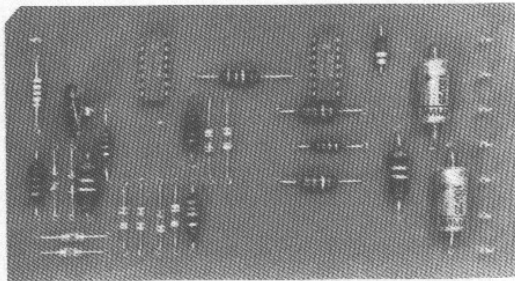


Fig. 3.72-6 Réalisation conforme à la figure 3.72-5.

3.73 Mise en forme rectangulaire

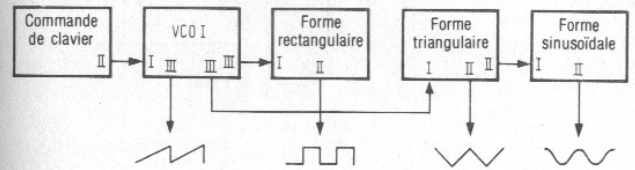


Fig. 3.73-1 Générateur universel à commande par tension.

Cet étage de mise en forme se connecte à la sortie du générateur de commande (VCO I). Il convertit la dent de scie en une rectangulaire symétrique ou asymétrique. On dispose ainsi de tous les modules du générateur universel suivant **figure 3.73-1**, produisant simultanément les habituelles formes d'onde de base.

Les limiteurs simples ne fournissent que des résultats modestes. Un trigger de Schmitt (**figures 3.73-2 à 3.73-6**) est nettement plus performant. Le gain élevé de l'amplificateur opérationnel IS 28 assure des flancs raides. Le rapport cyclique peut être largement modifié par P 95.

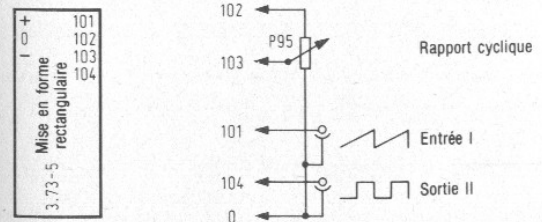


Fig. 3.73-2 Schéma fonctionnel du circuit de mise en forme rectangulaire.

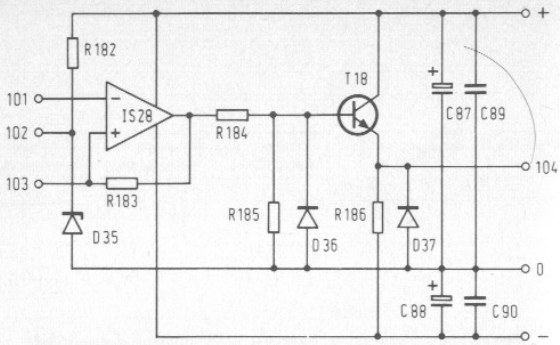


Fig. 3.72-3 Circuit de mise en forme rectangulaire.

Liste des composants :

IS 28 = TBA 221 A	R 185 = 3,9 k Ω	C 87 = 100 μ F
R 183 = 1 M Ω	D 36 = BAY 411	C 89 = 0,22 μ F
T 18 = BC 172 B	D 37 = BAY 41	C 90 = 0,22 μ F
R 184 = 10 k Ω	D 35 = ZG 3,3	C 88 = 100 μ F
R 186 = 2,7 k Ω	R 182 = 10 k Ω	P 95 = 10-k Ω

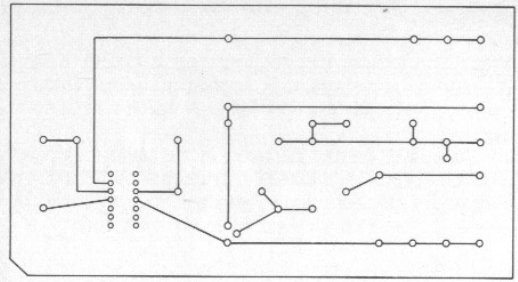


Fig. 3.73-4 Circuit imprimé.

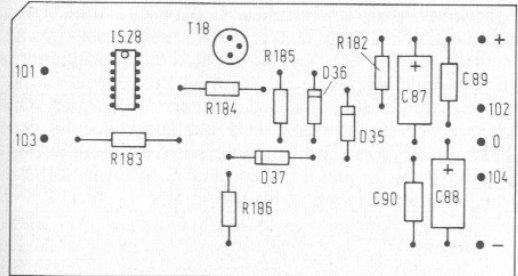


Fig. 3.73-5 Plan d'implantation.

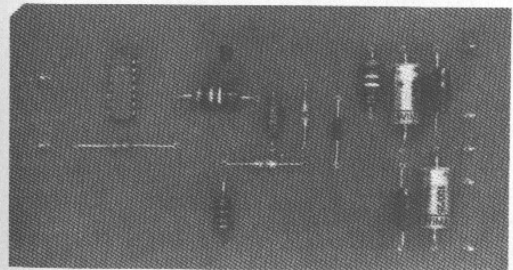


Fig. 3.73-6 Réalisation conforme à la figure 3.73-5.

3.8 Amplificateurs

Dans tout synthétiseur perfectionné, on a besoin d'un certain nombre d'amplificateurs simples, également utilisables comme inverseurs de phase. De plus, on doit disposer au moins d'un pupitre de mélange.

Un autre circuit, à entrées de basse et de haute impédance, permet l'adjonction accessoire d'autres instruments ou de microphones. Des amplificateurs de sortie, pour musique instrumentale ou pour chant, seront décrits dans des publications ultérieures.

3.8.1 Amplificateurs universels

Le module illustré par les figures 3.81-1 à 3.81-5 est destiné à des applications assez universelles. Il peut être utilisé non seulement comme amplificateur (entrée x 10), mais aussi comme atténuateur (entrée x 0,1). On peut ainsi, au besoin, s'adapter à des signaux d'amplitude excessive ou insuffisante.

L'utilité, peu évidente a priori, de l'entrée x 1, réside dans une fonction d'inversion de formes d'onde quelconques, sans modification de l'amplitude. Ainsi, une montée positive d'entrée aboutit à une diminution de la tension de la sortie IV. Avant la sortie directe V, on procède à une nouvelle inversion, par IS 30.

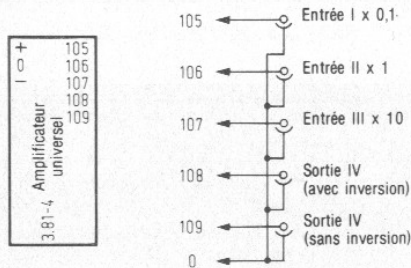


Fig. 3.81-1 Schéma fonctionnel de l'amplificateur universel.

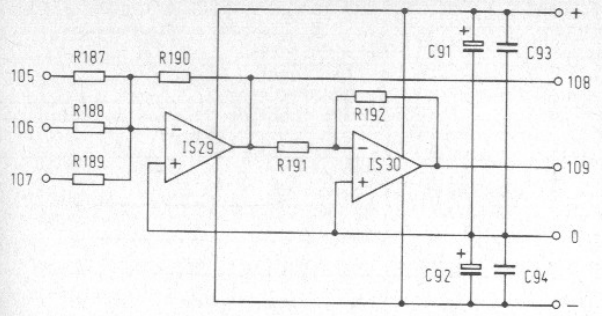


Fig. 3.81-2 Schéma électrique de l'amplificateur universel.

Liste des composants :

IS 29 = TBA 221 A	R 189 = 1 k Ω	C 91 = 100 μ F
IS 30 = TBA 221 A	R 190 = 10 k Ω	C 93 = 0,22 μ F
R 187 = 100 k Ω	R 191 = 10 k Ω	C 92 = 100 μ F
R 188 = 10 k Ω	R 192 = 10 k Ω	C 94 = 0,22 μ F

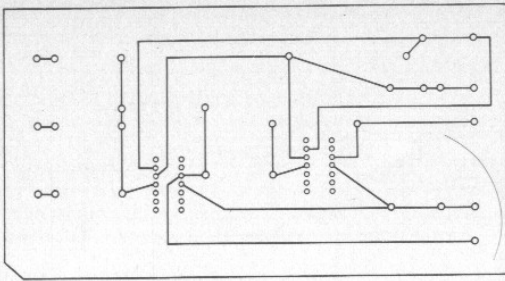


Fig. 3.81-3 Circuit imprimé.

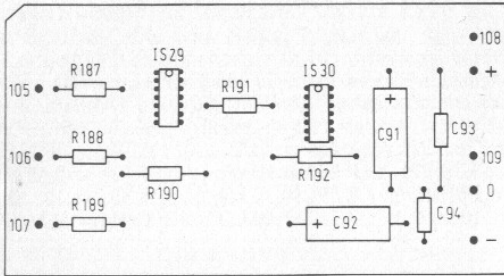


Fig. 3.81-4 Plan d'implantation.

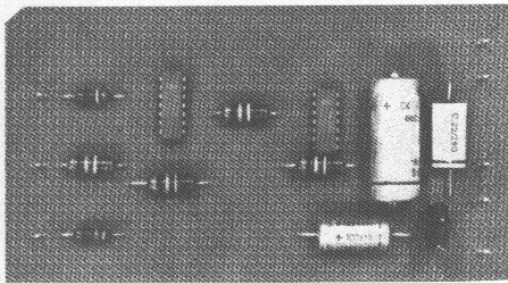


Fig. 3.81-5 Réalisation conforme à la figure 3.81-4.

3.82 Amplificateur mélangeur

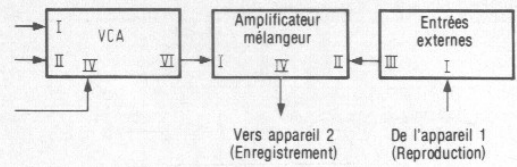


Fig. 3.82-1 Playback à deux enregistreurs.

L'amplificateur mélangeur permet, de façon simple, des enregistrements playback, à l'aide de deux enregistreurs à ruban magnétique. La **figure 3.82-1** illustre le principe. Par rapport aux procédés habituels de playback, la méthode « à deux bandes » est avantageuse pour de grandes compositions, car elle permet, à tout moment, de changer de bande de reproduction. De plus, elle permet la répétition illimitée de séquences déjà établies (cassette à boucle).

Le signal du synthétiseur doit en tout cas passer par l'amplificateur mélangeur, car c'est ce dernier qui contient les indispensables condensateurs de séparation. Toutes les entrées sont exemptes de réaction mutuelle.

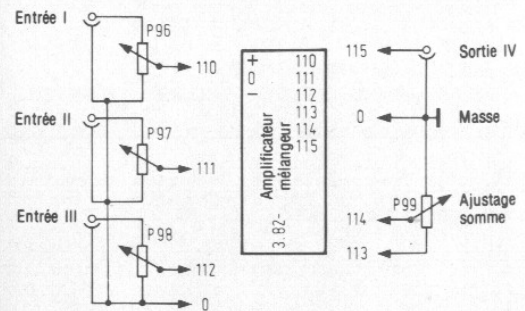


Fig. 3.82-2 Schéma fonctionnel de l'amplificateur mélangeur.

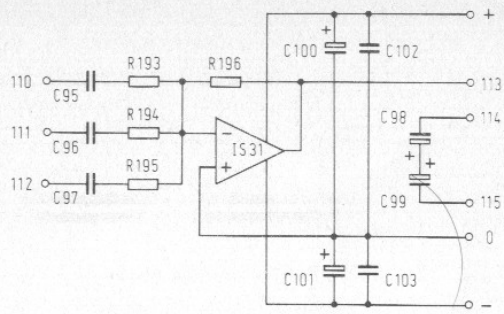


Fig. 3.82-3 Schéma électrique de l'amplificateur mélangeur.

Liste des composants :

IS 31 = TBA 221 A	C 98 = 47 μ F
C 95 = 1 μ F	C 100 = 100 μ F
C 96 = 1 μ F	C 101 = 100 μ F
C 97 = 1 μ F	C 102 = 0,22 μ F
C 99 = 47 μ F	C 103 = 0,22 μ F
R 193 = 56 k Ω	P 96 = 1 k Ω
R 194 = 56 k Ω	P 97 = 1 k Ω
R 195 = 56 k Ω	P 98 = 1 k Ω
R 196 = 56 k Ω	P 99 = 1 k Ω

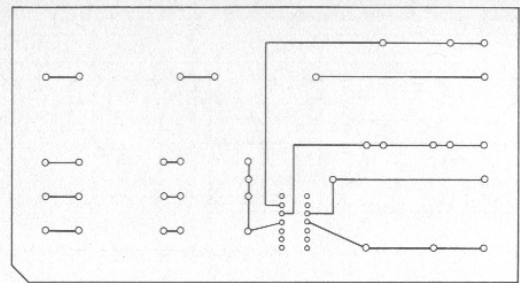


Fig. 3.82-4 Circuit imprimé.

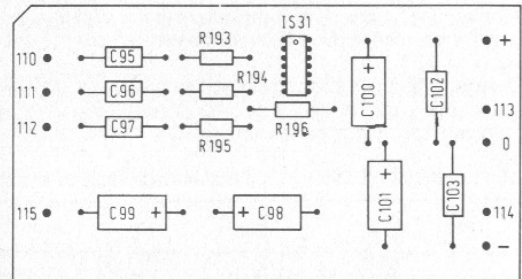


Fig. 3.82-5 Plan d'implantation.

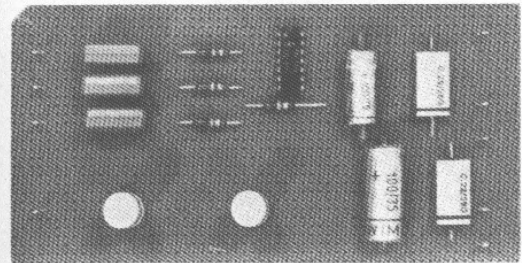


Fig. 3.82-6 Realisation conforme à la figure 3.82-5.

3.83 Entrées pour sources externes

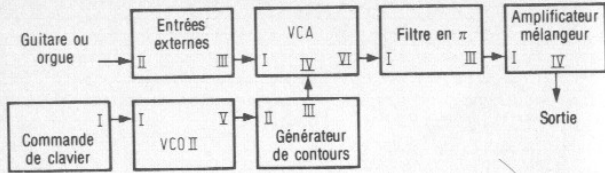


Fig. 3.83-1 Percussion à répétition et formation du timbre pour instruments connectés extérieurement.

Les modules universels d'un synthétiseur peuvent également modifier la sonorité d'autres instruments. A titre d'exemple, la figure 3.83-1 montre une percussion complémentaire à répétition, suivie de mise en forme sonore. Des idées personnelles seront facilement réalisables.

Les figures 3.83-2 à 3.83-6 illustrent l'amplificateur d'entrée. Le gain est déterminé par R 198 et R 199. Il peut ainsi être adapté aux instruments ou microphones prévus.

Gain	R 198, R 199	Tension maximale d'entrée
×	100 k Ω	3 V
× 10	10 k Ω	300 mV
× 100	1 k Ω	30 mV

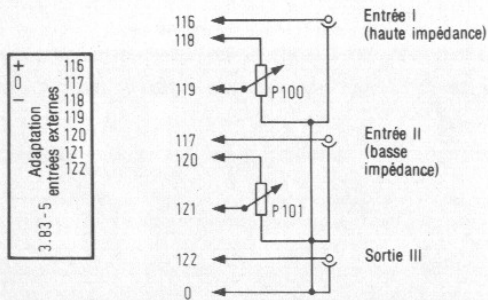


Fig. 3.83-2 Schéma fonctionnel des entrées externes.

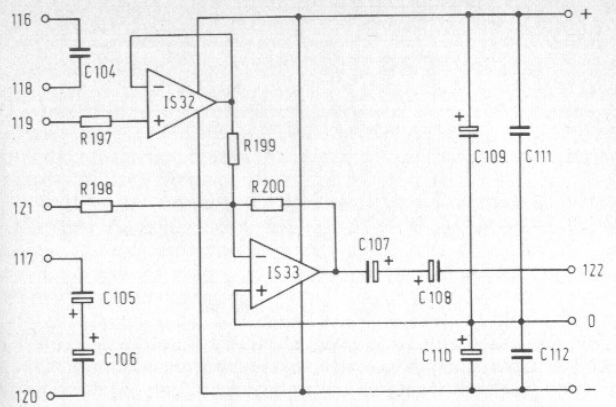


Fig. 3.83-3 Etage d'adaptation pour entrées externes.

Liste des composants :

- | | |
|------------------------|----------------------|
| IS 32 = TBA 221 A | C 109 = 100 μ F |
| IS 33 = TBA 221 A | C 110 = 100 μ F |
| C 104 = 47 nF | C 111 = 0,22 μ F |
| R 197 = 100 k Ω | C 107 = 47 μ F |
| R 198 = * | C 108 = 47 μ F |
| R 199 = * | C 112 = 0,22 μ F |
| C 106 = 47 μ F | P 100 = 1 M Ω |
| C 105 = 47 μ F | P 101 = 1 k Ω |
| R 200 = 100 k Ω | |

* suivant tableau ci-contre.

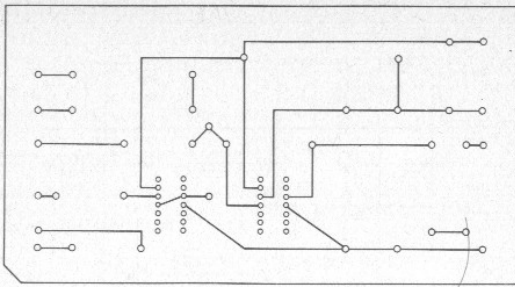


Fig. 3.83-4 Circuit imprimé.

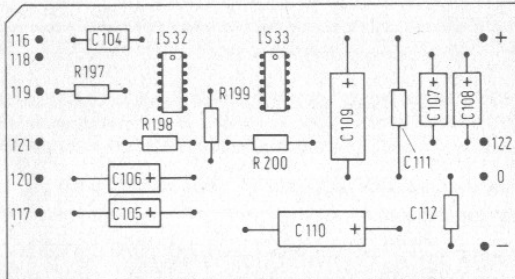


Fig. 3.83-5 Plan d'implantation.

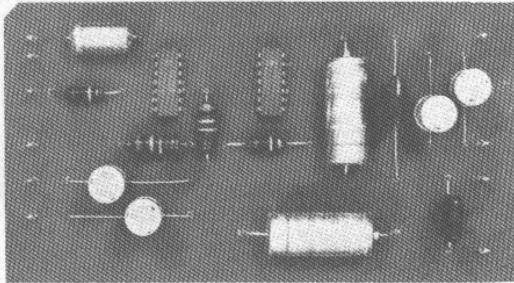


Fig. 3.83-6 Réalisation conforme à la figure 3.83-5.

3.9 Utilisation et extensions

Les synthétiseurs composés de modules indépendants se distinguent par une extrême universalité. A chaque adjonction de module, les possibilités de combinaison augmentent avec la fonction 2^{n-1} . Compte tenu des nombreuses commandes, même le débutant comprendra qu'une description détaillée de toutes les applications demanderait un épais volume.

En effet, les grands synthétiseurs de studio sont peu à peu complétés par de volumineux manuels de service, relatant les combinaisons et ajustages relatifs à des effets déjà obtenus. Une telle « compilation de trucs » est également bien pratique dans le cas d'un instrument d'amateur.

Les exemples qui suivent ne peuvent être que des incitations. Chaque module est à ajuster de façon que l'effet désiré soit obtenu.

Un synthétiseur peut recevoir des extensions presque illimitées. Mais actuellement, la conception des montages spéciaux est encore en pleine évolution. Les nouvelles technologies d'intégration dense permettront, dans un avenir proche, des dispositifs dont musiciens et techniciens ne peuvent, pour l'instant, que rêver. L'auteur a l'intention de tenir compte de cette évolution dans son service de plans de réalisation (paragraphe 4.1).

3.91 Effets de bruitage

Les combinaisons simples des figures 3.91-1 à 3.91-4 sont destinées au bruitage pour pièces théâtrales ou films. Quand on augmente, dans le circuit « sirène », la fréquence de VCO II à 12 Hz,

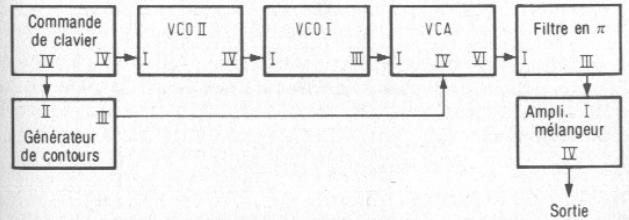


Fig. 3.91-1 Sirène.

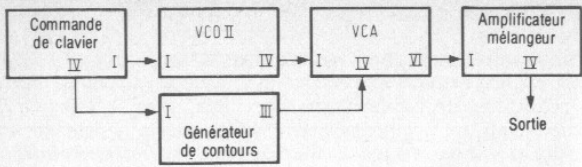


Fig. 3.91-2 *Timbale.*

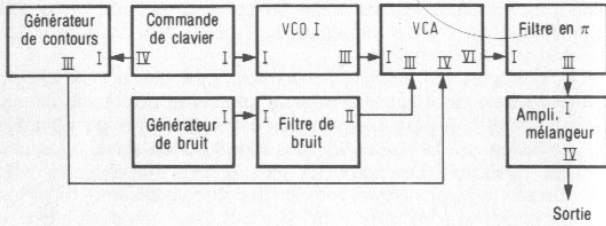


Fig. 3.91-3 *Sifflements et bruits de percussion.*

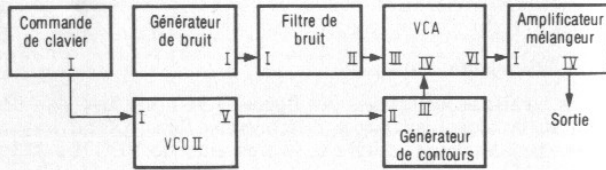


Fig. 3.91-4 *Locomotive à vapeur.*

on obtient un bruit transcendant « d'espace ». L'effet de locomotive à vapeur permet d'évoquer le passage d'un train. Il convient de ne varier que très lentement les commandes de la couleur de bruit et de l'amplitude.

3.92 Instruments simples

Les assemblages décrits ici ne sont pas limités à la production de sons peu conventionnels, ils peuvent également imiter tous les

timbres et teintes sonores connus. La **figure 3.92-1** montre un schéma de base pour jeu à voix soutenues.

Le filtre universel en π permet de nombreuses variantes pour la formation sélective de timbres. La fréquence du vibrato dépend de la hauteur de la note jouée, car VCO II est commandé par la sortie linéaire des contacts de clavier. Le générateur de contours détermine l'attaque du son.

La combinaison plus complexe de la **figure 3.92-2**, à formation additive et sélective, permet d'imiter plusieurs registres de l'orgue à tuyaux. Le générateur de bruit, suivi de son passe-bas, produit un souffle très faible, évoquant un vent très léger.

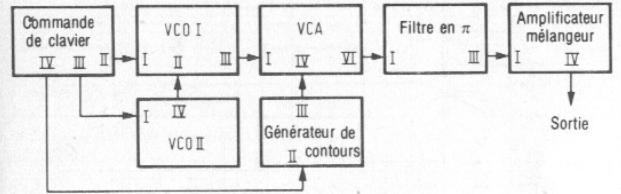


Fig. 3.92-1 *Jeux à voix soutenues.*

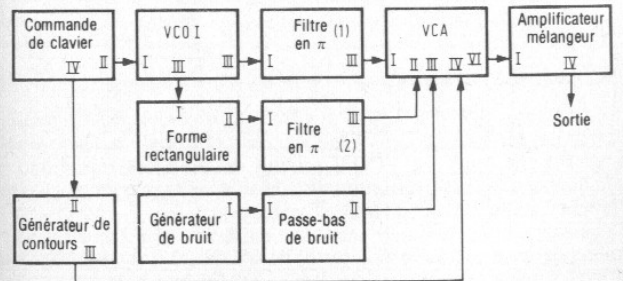


Fig. 3.92-2 *Imitation de divers registres de l'orgue à tuyaux.*

3.93 Jeu à plusieurs voix

Le synthétiseur ne devient universel que lorsqu'on utilise simultanément plusieurs VCO, car on peut alors obtenir des accords par décalage mutuel. La stabilité du rapport de fréquence choisi sera suffisante, même à long terme, si on utilise les VCO « master-slave », évoqués plus haut.

Chaque sortie de clavier peut commander jusqu'à cinq entrées. Cette valeur de sortance peut facilement être doublée par le montage de la **figure 3.93-1**. Les deux circuits intégrés forment un adaptateur d'impédance (suiveur de tension, buffer). Ne pas oublier qu'un grand instrument demande une alimentation puissante.

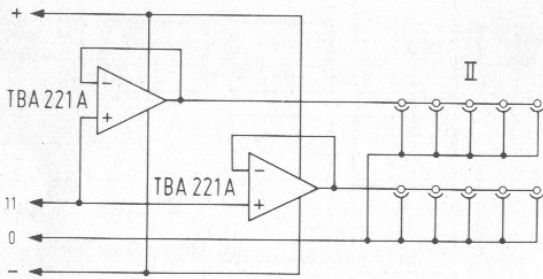


Fig. 3.93-1 Dédoublage de la sortance (fan-out).

3.94 Instruments à percussion

Les **figures 3.94-1** à **3.94-3** montrent trois combinaisons simples à effet de percussion. Le xylophone peut être imité à l'aide d'un signal rectangulaire. Le métalophone est basé sur une sinusoïde, à laquelle une rectangulaire atténuée ajoute un faible taux d'harmoniques.

Le vibrapone demande une mise en œuvre plus complexe. Le timbre de base est élaboré à partir de VCO I (1), par les mises en forme triangulaire et sinusoïdale. Par VCO I (2), on y ajoute l'attaque, riche en harmoniques. Le vibrato (VCO II) ne doit fournir qu'une très faible excursion en fréquence.

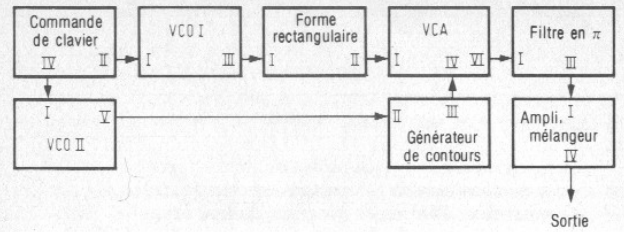


Fig. 3.94-1 Xylophone.

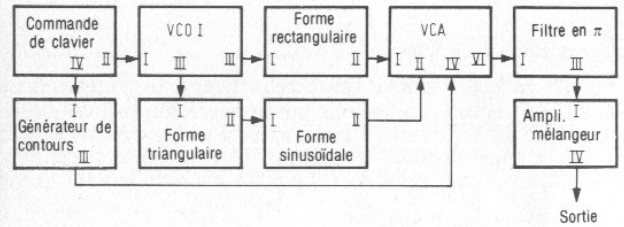


Fig. 3.94-2 Métallophone.

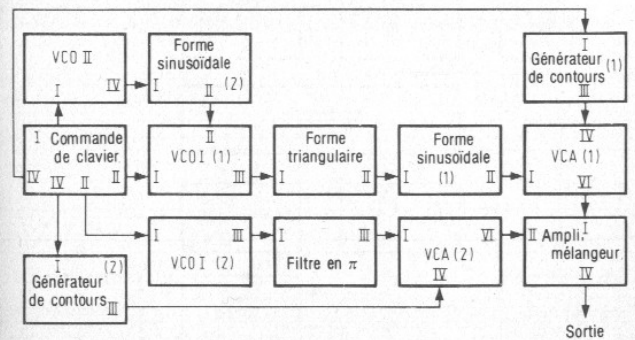


Fig. 3.94-3 Vibrapone.

Du fait de la comptabilité TTL des sorties de rectangulaires des modules 3.52 et 3.73, les possibilités d'utilisation du synthétiseur peuvent être largement étendues de façon peu onéreuse. L'alimentation est à compléter par une source régulée de 5 V dont le négatif est à relier au potentiel nul (0).

Pour des instruments plus complexes, un support de cartes normalisées, à bornes d'accès, est à recommander. Il reçoit les modules TTL dont on a besoin à un moment donné, et qu'on réalise sur des cartes enfichables, au format européen.

Le cadre de ce livre ne permet pas la description de combinaisons complexes. Mais leur principe sera assez clairement esquissé par les exemples qui suivent.

3.96 Diviseurs de fréquence

La figure 3.96-1 précise l'assemblage d'un orgue rectangulaire, à quatre voix, faisant appel à un compteur binaire FLJ 181 (SN 7493). Un même filtre en π sert en commun pour deux voix. De même, on peut facilement réaliser le timbre d'un sound-organ à rectangulaires et dents de scie, car le VCO I produit une dent de scie linéaire.

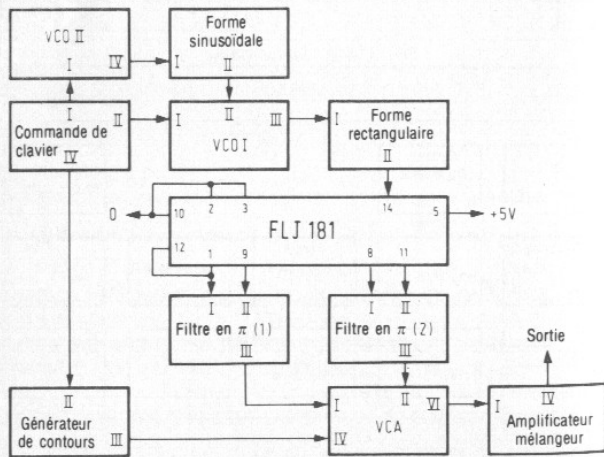


Fig. 3.96-1 Orgue à quadruple accouplement d'octaves.

La figure 3.97-1 montre la conception d'une boîte de rythmes simples. Chaque impulsion du VCO II (2) commande un bruit coloré par l'intermédiaire de VCA (2). Les commandes du filtre de bruit permettent de varier largement la coloration du bruit. Toutes les quatre mesures, le diviseur FLJ 181 commande, de plus, un son de tambour dont VCO II (1) et VCA (1) assurent l'imitation.

Bien entendu, des rythmes nettement plus complexes restent possibles. On fait alors appel à toute la série TTL, avec ses diviseurs, monostables et portes.

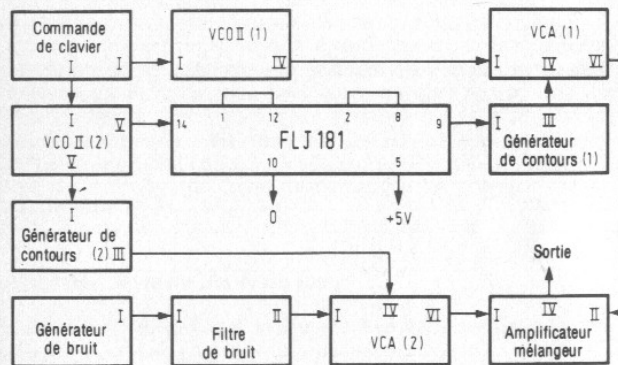


Fig. 3.97-1 Boîte de rythmes.

4 Appendice

Les indications suivantes ne sont en aucun cas à négliger. Elles concernent l'accord tempéré pour lequel on donne un tableau de tensions de synthétiseur, élaboré à l'aide d'un calculateur Texas-Instruments SR 50. Pour la première fois, ce livre donne une liste de disques correspondant à son objet.

Dans la bibliographie, l'auteur a résumé toutes les publications sur les instruments de musique électronique qui lui sont connues. Certains ouvrages, peut-être déjà épuisés, pourront éventuellement être loués dans les bibliothèques spécialisées. Certains livres d'électronique sont indiqués pour ceux qui voudraient approfondir leurs connaissances de base. Le lecteur intéressé par la théorie devrait également porter son attention sur les publications relatives aux amplificateurs opérationnels, calculateurs analogiques et filtres actifs, et qui traitent aussi de façon mathématique les principes régissant la réalisation d'un synthétiseur.

4.1 Service de plans de réalisation

Les livres à tirage élevé ne peuvent être consacrés qu'à des sujets intéressants encore au bout de plusieurs années. Les actualités de la musique électronique doivent être réservées aux revues périodiques qui, cependant, ne pourront pas décrire des plans complexes de réalisation. Sans parler des instruments et effets qui ne sont recherchés que par un petit nombre de spécialistes.

De nombreuses demandes de lecteurs ont incité l'auteur à la mise en place d'un service de plans de réalisation, très étroitement orienté vers les instruments électroniques de musique. Ce service pourra assurer la diffusion de montages plus onéreux, satisfaisant aux exigences des musiciens professionnels. Pour l'instant, ces descriptions ne sont disponibles qu'en langue allemande.

4.2 Accord tempéré

Les instruments électroniques de musique à diviseurs de fréquence sont assez faciles à accorder, si on dispose, pour la com-

paraison, d'un instrument approprié. La marche à suivre a déjà été évoquée dans le paragraphe 2.7, à propos du piano électronique. Bien entendu, une comparaison par battement zéro n'est possible que si l'étalon est également à accord tempéré. L'idéal est l'utilisation d'un orgue électronique. Dans le cas d'instruments monophoniques, on aura cependant avantage à rechercher d'autres moyens, car l'oreille humaine n'est qu'imparfaitement apte à la comparaison de sons élevés.

Le tableau ci-dessous contient toutes les fréquences usuelles des instruments électroniques, suivant le principe de l'accord tempéré. Lors de l'utilisation d'un fréquencemètre digital, la durée de mesure devra être d'au moins 10 s, et même de 100 s, en-dessous de 100 Hz. Un périodemètre permet des mesures plus rapides; des tableaux correspondants ont été publiés dans la littérature.

Le tableau ci-dessous donne les douze demi-tons d'une octave dans le sens vertical, et horizontalement les rapports d'octaves, avec les désignations courantes en France.

Octave	1	2	3	4	5	6	7	8
do	32,703	65,406	130,81	261,62	523,25	1046,5	2093,0	4186,0
do	34,648	69,296	138,59	277,18	554,36	1108,7	2217,4	4434,9
ré	36,708	73,416	146,83	293,66	587,33	1174,6	2349,3	4698,6
ré	38,891	77,782	155,56	311,12	622,25	1244,5	2489,0	4978,0
mi	41,203	82,407	164,81	329,62	659,25	1318,5	2637,0	5274,0
fa	43,654	87,307	174,61	349,22	698,45	1396,9	2793,8	5587,6
fa	46,249	92,499	184,99	369,99	739,98	1479,9	2959,9	5919,9
sol	48,999	97,999	195,99	391,99	783,99	1567,9	3135,9	6271,9
sol	51,913	103,826	207,65	415,30	830,60	1661,2	3322,4	6644,8
la	55,000	110,000	220,00	440,00	880,00	1760,0	3520,0	7040,0
la	58,270	116,540	233,08	466,16	932,32	1864,6	3729,3	7458,6
si	61,735	123,470	246,94	493,88	987,76	1975,5	3951,0	7902,1

4.3 Tableau des tensions

Comme on a pu le voir, de façon détaillée, dans les paragraphes 3.13, 3.4 et 3.51, la fréquence d'un VCO est une fonction linéaire de la tension qu'on lui applique. Mais comme l'échelle tempérée demande une allure exponentielle, on doit concevoir en conséquence le diviseur de tension du clavier. Le tableau suivant donne, pour chaque touche, la tension qu'on doit obtenir sur la sortie II de la

commande de clavier. Lors de l'élaboration d'un convertisseur exponentiel, on peut utiliser ce tableau pour un contrôle du fonctionnement.

Touche	Volts	Touche	Volts
61	3	30	0,500564945
60	2,831622938	29	0,472470394
59	2,672696154	28	0,445952668
58	2,522689246	27	0,420923268
57	2,381101578	26	0,397298660
56	2,247460615	25	0,375
55	2,121320344	24	0,353952867
54	2,002259781	23	0,334087019
53	1,889881575	22	0,315336156
52	1,783810673	21	0,297637697
51	1,683693072	20	0,280932577
50	1,589194642	19	0,265165043
49	1,5	18	0,250282473
48	1,415811469	17	0,236235197
47	1,336348077	16	0,222976334
46	1,261344623	15	0,210461634
45	1,190550789	14	0,198649330
44	1,123730308	13	0,1875
43	1,060660172	12	0,176976434
42	1,001129891	11	0,167043510
41	0,944940787	10	0,157668078
40	0,891905336	9	0,148818849
39	0,841846536	8	0,140466289
38	0,794597321	7	0,13282522
37	0,75	6	0,125141236
36	0,707905735	5	0,118117598
35	0,668174039	4	0,111488167
34	0,630672311	3	0,105230817
33	0,595275395	2	0,099324665
32	0,561865154	1	0,09375
31	0,530330086		

4.4 Nouveaux modules de synthétiseurs

L'évolution des modules modernes de synthétiseurs est étroitement liée aux progrès de la technique d'intégration. Elle ne se terminera guère avant de nombreuses années. Déjà après la conclusion de ce livre, l'auteur a reçu toute une série de nouveaux schémas dont il ne pourra tenir compte que dans des éditions ultérieures. Il voudrait néanmoins présenter les montages les plus intéressants :

Unité de rythme : Batterie librement programmable, commandée par un compteur en anneau à nombreux étages.

Générateur d'accompagnement : un VCO produisant des accords triples pour toute touche du clavier.

Générateur de chœurs : générateur à accouplements multiples d'octaves, synchronisé par un « high-speed-VCO ».

Convertisseur de sons : Montage convertissant en tensions de commande la fréquence et l'amplitude d'un signal appliqué extérieurement.

Mémoire digitale de touche : programme digital, enregistrant, lors d'un premier jeu, le code bianche de chaque touche et permettant ensuite des reproductions indéfiniment répétées.

4.5 Liste de disques

Le candidat à la réalisation d'un synthétiseur complexe ne devrait pas manquer l'audition de certains disques qui démontrent, mieux que toute explication, les nombreuses possibilités musicales d'un tel instrument. Walter Carlos, interprète des microsillons cités ci-dessous, est un ami de longue date de Robert Moog. Sachez que dans « Switched-on Rock » tous les effets de rythme sont également produits par le synthétiseur. « The Well-Tempered Synthesizer » contient de nouvelles couleurs sonores de polyphonie vocale.

Switched-on Rock/The Moog Machine, N° commande CBS S 63807

Switched-on Bach II, N° commande CBS S 63501

Switched-on Bach II, N° commande CBS S 65974

The well tempered Synthesizer, N° commande CBS S 63656

4.6 Compléments à l'édition française

Les pots de ferrite utilisés pour les bobinages peuvent être remplacés par d'autres types sans entrefer, si on modifie le nombre de

spires proportionnellement à l'inverse de la racine carrée du nombre A_L . A titre d'exemple, voici les caractéristiques des pots utilisés :

N° de commande « Valvo »	Diamètre × hauteur	Nombre A_L
3 H 1/4322 022 02200	14 × 8	2200 nH/sp ²
3 H 1/4322 022 04200	18 × 11	3670 nH/sp ²
3 H 1/4322 022 06200	22 × 13	4650 nH/sp ²

Pianos électroniques

La figure 4.6-1 montre, avec désignation de la cascade des « do », un nouveau montage d'oscillateur principal, pour instrument à usage professionnel. Toutes les autres cascades sont conçues de façon analogue. La stabilité thermique de la fréquence est excellente

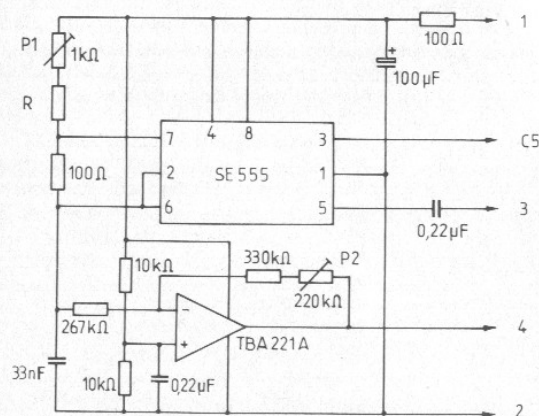


Fig. 4.6-1 Nouvelle version de l'oscillateur de piano.

en cas d'utilisation de résistances à couche métallique et de condensateurs à diélectrique plastique. Valeurs de résistances d'accord R(1 %) :

do # = 19,1 k Ω	fa = 15,0 k Ω	la = 11,8 k Ω
ré = 17,8 k Ω	fa # = 14,0 k Ω	la # = 11,0 k Ω
ré # = 16,9 k Ω	sol = 13,3 k Ω	si = 10,5 k Ω
mi = 15,8 k Ω	sol # = 12,4 k Ω	do = 9,76 k Ω

Pour les potentiomètres d'accord P 1, on pourra utiliser des ajustables à hélice (Cermet) de 20 tours. L'ajustage exact de l'addition de dent de scie se fait par P 2. Pour la vérification, connecter un oscilloscope sur le premier diviseur. Les connexions 3 de toutes les cascades sont à connecter, lors du montage de base (sans vibrato) à la masse (connexion 2).

L'alimentation peut être largement simplifiée par l'utilisation de régulateurs fixes, notamment de la série 7812, boîtier TO 3, délivrant 1,5 A lors d'un montage sur grand radiateur.

Synthétiseur

La qualité des amplificateurs opérationnels doit être très bonne. Les modèles de bas prix présentent souvent une dérive trop importante et un gain propre trop faible. Dans un instrument professionnel, on devrait adjoindre un potentiomètre d'offset à tout amplificateur opérationnel. Les connexions sont indiquées dans la documentation du fabricant.

La précision et la stabilité thermique des VCO peuvent être largement améliorées, si on y utilise, ainsi que dans la commande de clavier, des condensateurs à diélectrique plastique, des résistances à couche métallique et des potentiomètres à piste moulée. La figure 4.6-2 montre la disposition des connexions de l'élément bistable BRY 39 (Valvo, RTC). La connexion GK reste ouverte.

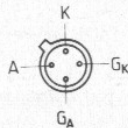


Fig. 4.6-2 Connexions de l'élément bistable BRY 39 (vu d'en-dessous).

La diode luminescente CQY 26 possède un diamètre de 5 mm et une intensité de 2 mcd. Elle peut être remplacée par un type équivalent. L'alimentation du synthétiseur n'est pas protégée contre le court-circuit. On obtiendra cette protection, ainsi qu'un gain en puissance, si on utilise des régulateurs de la série 7815 (boîtier TO 3).

4.7 Bibliographie

- Besson, *Orgues électroniques à transistors et circuits intégrés* (Éditions Technique & Vulgarisation, Paris).
- Böhm, *Elektronische Orgeln und ihr Selbstbau* (Franzis-Verlag, München).
- Dorf, *Electronic Musical Instruments* (Radiofile, New-York).
- Dugehault, *Applications pratiques de l'amplificateur opérationnel* (Éditions Techniques et Scientifiques Françaises, Paris).
- Dugehault, *L'amplificateur opérationnel* (Éditions Techniques et Scientifiques Françaises, Paris).
- Figliera, *Effets sonores et visuels pour guitares électriques* (Librairie Parisienne de la Radio).
- Goddijn, *Elektronische Orgels voor Zelfbouw* (De Muiderkring N.V., Bussum).
- Goddijn, *Groot elektronisch orgelboek* (Kluwer Technische Bøken B.V., Deventer).
- Heinlein/Holmes, *Active Filters for Integrated Circuits* (R. Oldenbourg-Verlag, München).
- Judd, *Elektronische Musik — Musik aus der Retorte* (Franzis-Verlag, München).
- Juster, *Orgues électroniques ultra-modernes* (Éditions Techniques et Scientifiques Françaises, Paris).
- Juster, *Petits instruments électroniques de musique* (Éditions Techniques et Scientifiques Françaises, Paris).
- Lange, *Digital-Analog-, Analog-Digital-Wandlung* (R. Oldenbourg-Verlag, München).
- Letraublou, *Musique électronique* (Éditions Radio, Paris).
- Tünker, *Elektronische Orgeln im Selbstbau - Hochwertige Instrumente, problemlos gebaut* (Franzis-Verlag, München).
- Tünker, *Musikelektronik, Elektronische Schlagzeuge, Sound-Orgeln, Glockenspiele, Metronome* (Franzis-Verlag, München).
- Tünker, *Wir bauen elektronische Musikinstrumente* Telekosmos-Verlag, Stuttgart, Pfizerstr. 3-5).
- Winckel, *Klangstruktur der Musik* (Verlag für Radio-Foto-Kino-technik GmbH, Berlin).

Registre alphabétique

- Accord des instruments (62, 90, 153, 154)
Adresse de l'auteur (6)
Amplificateurs opérationnels (80, 153, 159)
Approvisionnement des composants (5, 12..., 15)
Arrangements instrumentaux et de chant (136)
Assemblage des platines (12)
Baldwin (réseau de) (51)
Blindage, perturbations (10, 12, 62)
Bruitage pour films et pièces (145)
Câblage rapide, câbles de liaison (79, 80)
Carillons et batterie (10, 156, 159)
Clavier à crochets (13, 14, 19)
Dépense, prix, économie (5, 7, 8, 79, 90)
Dimensions des platines imprimées (14, 21, 41)
Diodes, transistors, circuits intégrés (14, 15)
Echelle des dessins, pas de câblage (12)
Etalon à quartz, diapason (106)
Expérience à acquérir (8, 79)
Filtres passe-haut, passe-bas, passe-bande (115, 116, 153, 159)
Formation sélective de timbres (109, 115, 146..., 149)
Fréquences de l'échelle tempérée (154, 155)
Instrument de combinaison (10, 11)
Méthode des deux bandes play-back (71, 139)
Méthode rationnelle de réalisation (12)
Modulation de phase (19)
Orgue sinusoïdal (7, 72)
Percussion à répétition (98, 142)
Platines photosensibles (14)
Porte-cartes, répartiteurs (79, 148, 150)
Pots de ferrite (13, 157)
Réalisation mécanique (9, 10)
Répertoire d'arrangements, manuels d'utilisation (145)
Sound-organ (7, 10, 71, 159)
Touches (réalisation) (10, 13, 14, 40, 60, 84).

Achévé d'imprimer sur les presses
de la Société Parisienne d'Imprimerie, 70, rue Compans, 75019 Paris
Dépôt légal 1^{er} trimestre 1978 - N° éditeur : 188 - N° imprimeur : 97

5.000 ex.