

le chorosynth

Qu'est-ce que le Chorosynth? . . . Un instrument bon marché, possédant un clavier; n'importe qui peut en jouer; il s'agit également d'un mini-synthétiseur qui peut être employé sur scène, comme second clavier; enfin c'est un appareil qui peut servir à beaucoup de personnes, de l'amateur au musicien professionnel.

Le Chorosynth est un véritable instrument de musique ayant à sa disposition un nombre stupéfiant de possibilités sonores. Le but que nous avons voulu atteindre, c'est la réalisation, comme son nom l'indique, d'un synthétiseur possédant un effet de chœur. Bien que le prototype ait été conçu avec un clavier, nous avons fait en sorte que chacun puisse en jouer immédiatement et n'acheter le clavier qu'ultérieurement.

J.D. Mitchell

Si l'on veut pouvoir jouer correctement de l'instrument, il faut que sa gamme dynamique soit au moins comprise entre 150Hz et 3000 Hz. Cela correspond à une longueur de tuyaux d'orgue comprise approximativement entre 60 cm et 4,9 m. Par ailleurs, il faut que les notes graves soient riches en harmoniques et que l'on puisse les filtrer comme on le souhaite. Mais, si l'on joue une mélodie avec seulement quelques notes, même riches en harmoniques, on a réellement l'impression qu'il manque quelque chose. Cependant lorsque l'on joue la même mélodie avec des quintes, on obtient un son qui est plus riche et par conséquent plus musical. Si la mélodie est jouée par plusieurs sources sonores à l'unisson (c'est-à-dire pratiquement accordées sur la même fréquence), cela résonne de manière assez différente et c'est ce qui produit, en fait, l'effet de chœur. Il est également particulièrement utile de disposer d'une modulation à basse fréquence (vibrato) lorsque l'on veut simuler le son engendré par des instruments à cordes.

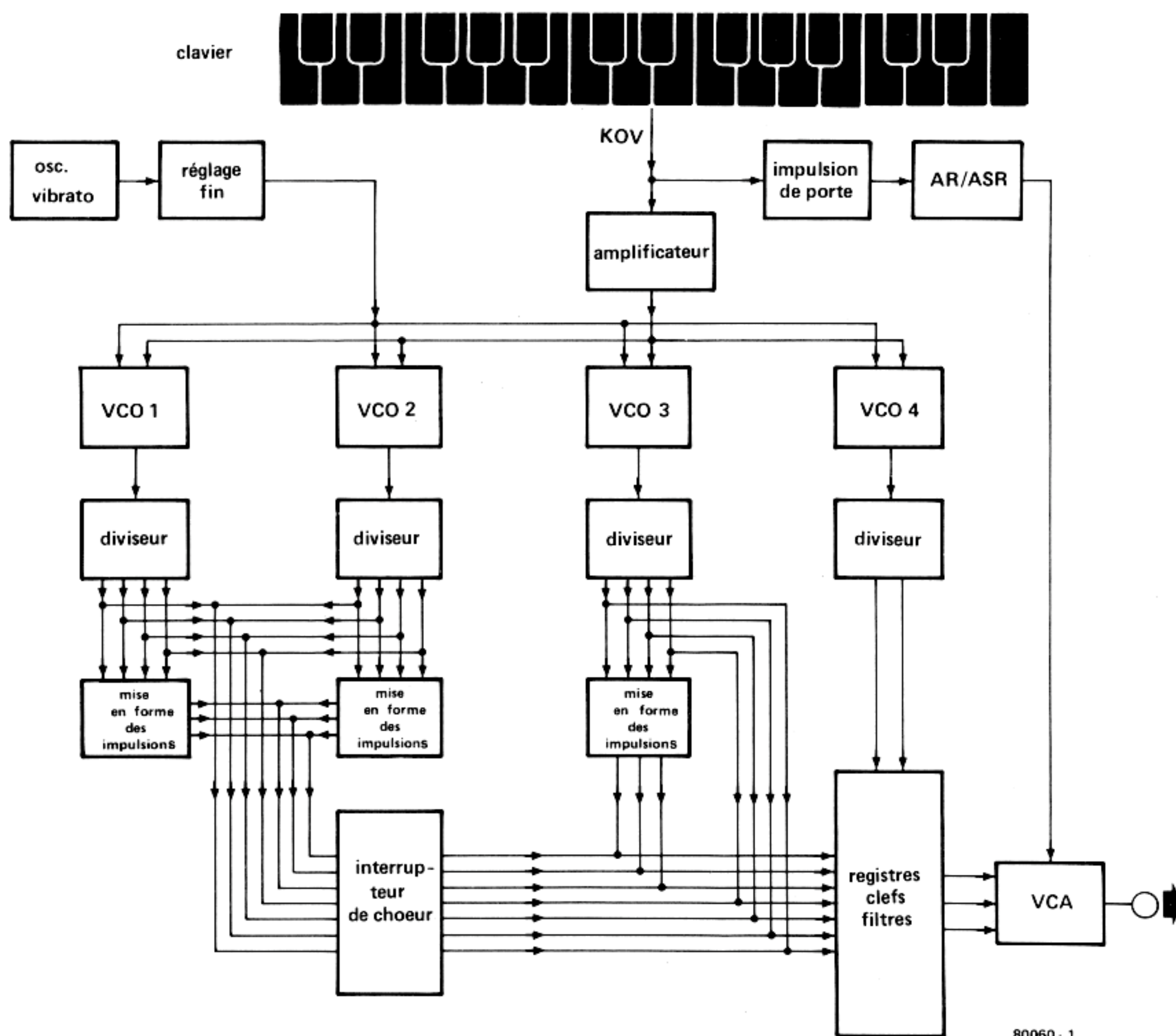
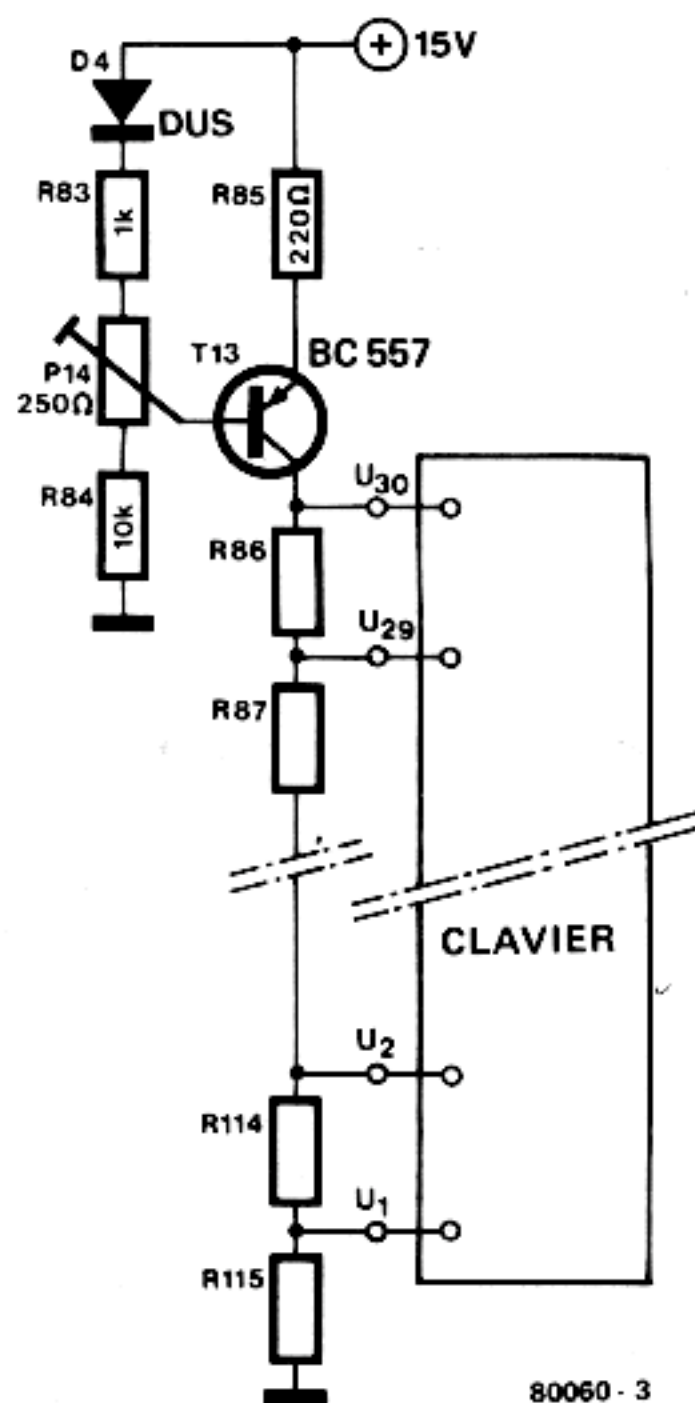


Figure 1. Schéma synoptique du Chorosynth.

2



80060 - 3

Figure 2. Voici la source de courant et la chaîne des diviseurs de tension associées au clavier du Chorosynth.

Quelles sont les sonorités produites par le Chorosynth? Comme toujours, il est extrêmement difficile de décrire un son particulier, toutefois nous sommes absolument certains que nos lecteurs seront plus que satisfaits par la qualité sonore globale du Chorosynth. Il est en effet très révélateur que le prototype ait été utilisé en public avec un succès total.

Le Chorosynth possède une gamme dynamique de 6 octaves et il utilise un clavier de 2 1/2 octaves. Grâce à cette large gamme de fréquences, il est possible d'imiter une foule d'instruments, allant du violon au violoncelle et de la flûte à la clarinette. Il est également possible de moduler la dynamique du signal de sortie à l'aide d'un générateur d'enveloppes que l'on peut commuter sur la position enveloppe AR ("attack-release") ou sur la position enveloppe ASR ("attack-sustain-release").

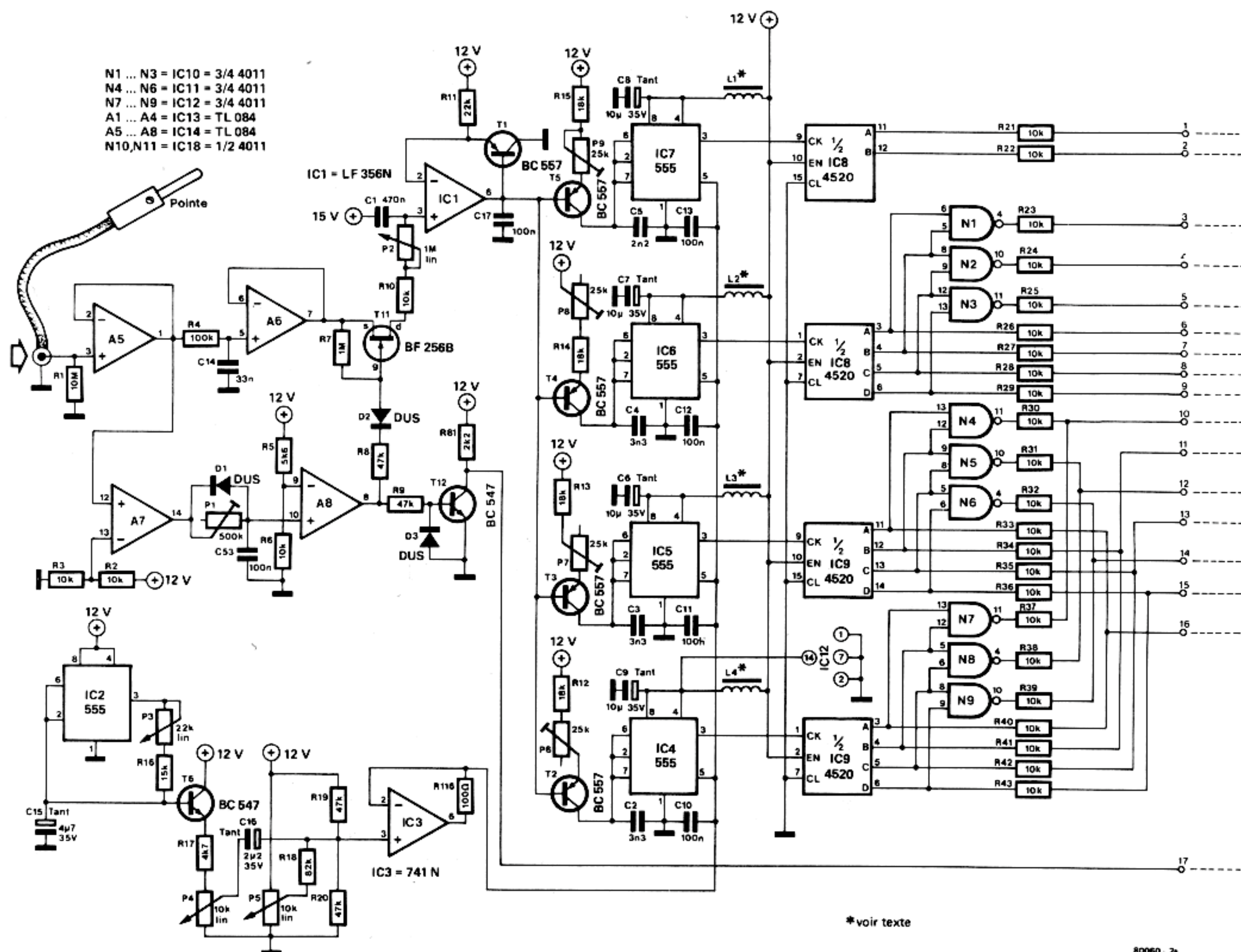
Schéma synoptique

La figure 1 représente le schéma synoptique du Chorosynth. Le clavier

de 2 1/2 octaves génère une KOV (keyboard output voltage signifiant tension de sortie du clavier) qui pilote quatre VCO (voltage controlled oscillator signifiant oscillateur commandé en tension). Les VCO 1 à 3 possèdent la même courbe de caractéristique fréquence-tension et ils sont accordés à la même hauteur. Le quatrième oscillateur (VCO 4) est réglé sur une fréquence qui est 1 1/2 fois plus élevée; en d'autres termes, il génère une note qui est d'une quinte plus haute que celle des autres VCO. Un cinquième oscillateur (marqué vibrato dans le schéma synoptique) engendre un signal de fréquence relativement basse, qui est envoyé aux entrées de modulation des VCO. Les signaux de sortie des VCO seront alors légèrement modulés en fréquence et produiront l'effet de vibrato. On peut faire varier, aussi bien la fréquence, que la profondeur de modulation.

On peut diviser par 2, 4, 8 et 16 la fréquence des signaux de sortie des VCO. Les diverses sorties des diviseurs sont exactement séparées d'une octave; il est possible de les sélectionner à l'aide

3a



*voir texte

80060 - 2a

Figures 3a et 3b. Schéma principal du Chorosynth que nous avons dessiné en deux parties pour une meilleure lisibilité.

de "clefs" (ou d'interrupteurs si vous n'êtes pas spécialiste en orgue!).

Les signaux de sortie des diviseurs et des circuits de mise en forme des impulsions des VCO 1 et 2 sont additionnés puis mélangés avec ceux du VCO 3 par l'intermédiaire de l'interrupteur de chœur. De cette façon on peut, comme on le souhaite, mettre en marche ou supprimer l'effet de chœur. Les circuits de mise en forme des impulsions sont simplement constitués d'un ensemble de portes NAND générant, à partir des sorties des diviseurs, un signal carré ayant un rapport cyclique de 25%. C'est ce genre de forme d'onde qui convient particulièrement bien pour simuler les sons que produisent les instruments à cordes. Bien entendu, il est indispensable d'effectuer un filtrage du signal avant qu'il atteigne l'oreille humaine. Le chorosynth est équipé de deux filtres, l'un pour les instruments à cordes, l'autre pour les instruments à bois.

Une impulsion de déclenchement provient de la KOV. Elle est destinée à déclencher le générateur d'enveloppes. Celui-ci peut fournir l'une des deux

3c

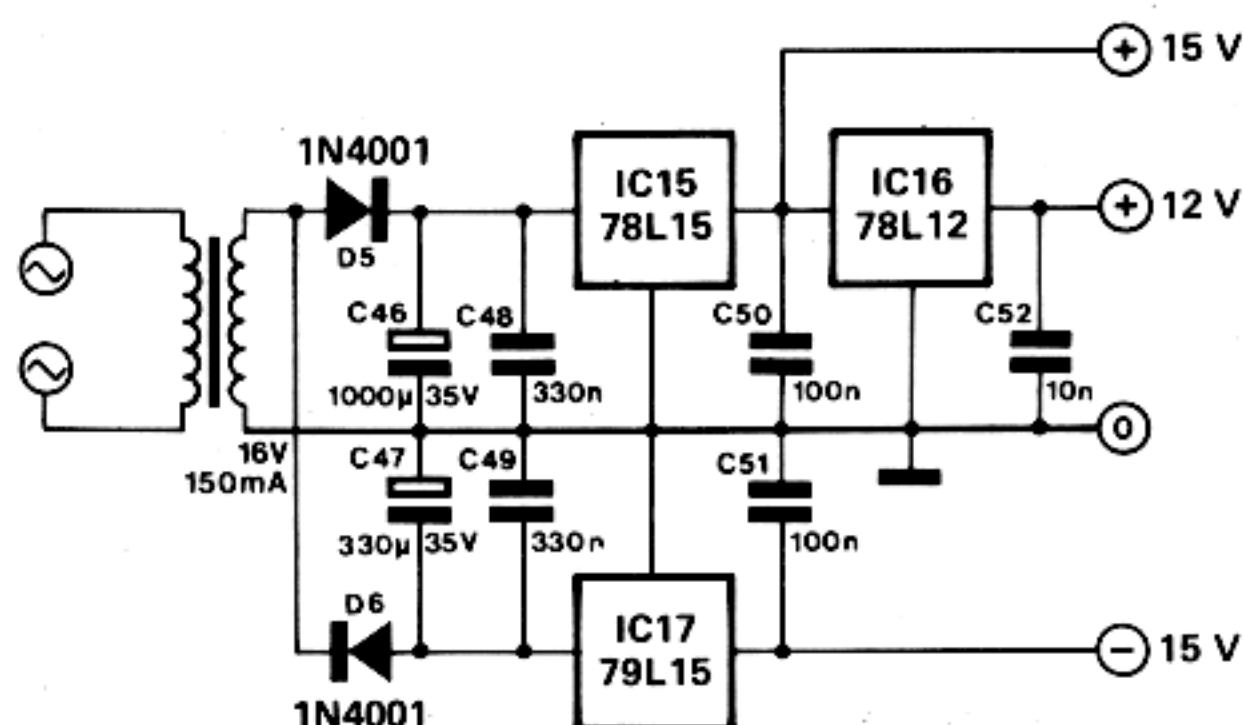


Figure 3c. L'alimentation régulée du Chorosynth est incluse sur le circuit imprimé.

courbes d'enveloppe suivantes: "attack-release" ou "attack-sustain-release". Cette enveloppe commande le VCA (voltage controlled amplifier signifiant amplificateur commandé en tension). Le signal de sortie du VCA est envoyé à un amplificateur extérieur.

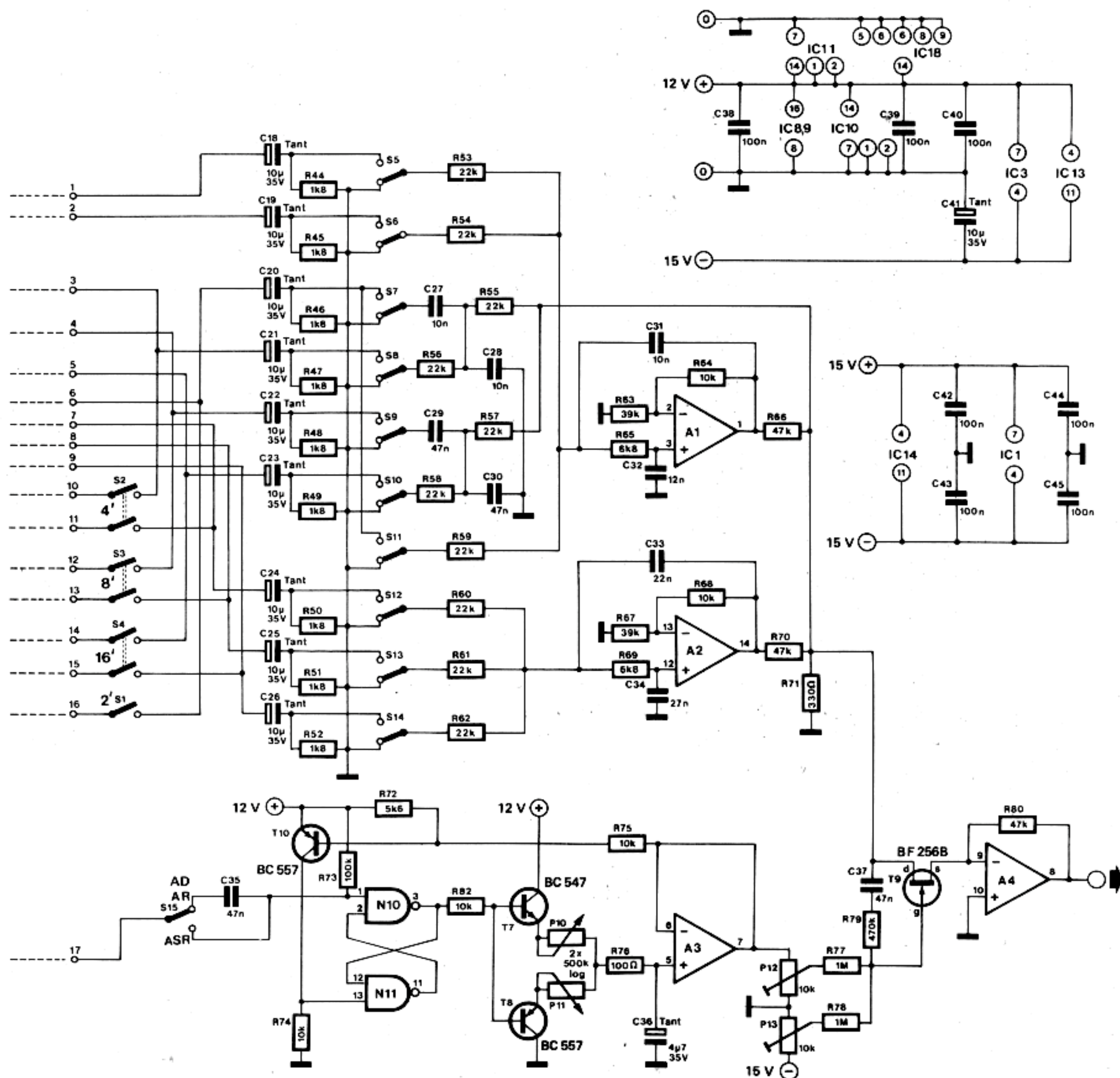
Schéma du Chorosynth

La source de courant et la chaîne des diviseurs de tension (représentées à la

figure 2) attribuent à chaque touche une valeur de tension spécifique. La tension de sortie du clavier (KOV) attaque l'entrée non-inverseuse de l'amplificateur opérationnel A5 (voir le schéma principal aux figures 3a et 3b). On peut se servir du "clavier imprimé" (voir figure 4) et d'une pointe de touche; par ailleurs, il est évidemment possible de connecter un clavier classique.

Le transistor à effet de champ (FET)

3b



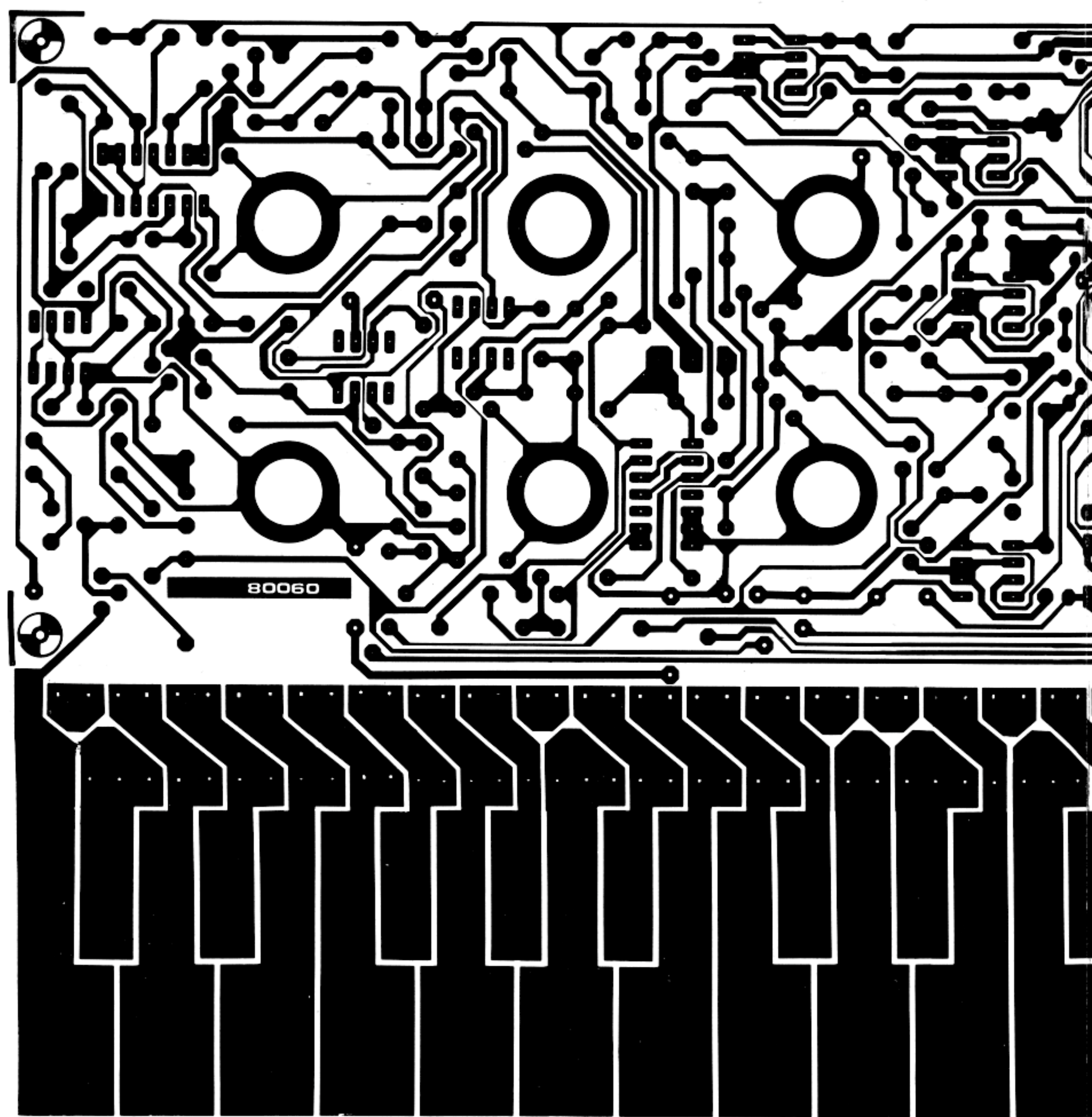


Figure 4. Dessin du circuit imprimé du Chorosynth. L'implantation des composants est donnée en figure 5.

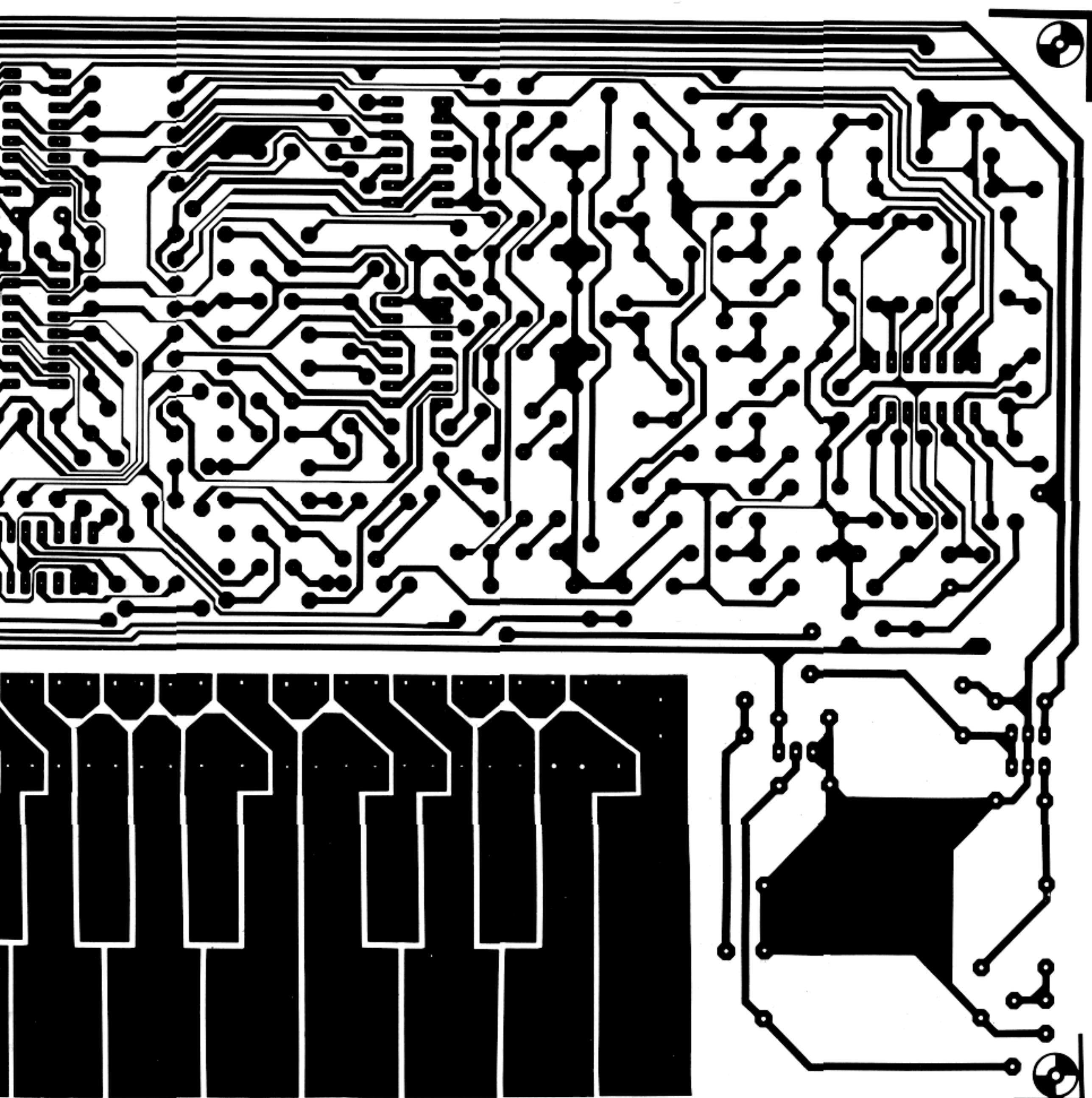
T11 fonctionne comme un interrupteur destiné à "échantillonner et bloquer" la tension issue du clavier (aux bornes du condensateur C1). La vitesse à laquelle change la tension à l'entrée non-inverseuse du circuit intégré IC1 dépend de la valeur du potentiomètre P2 et de celle du condensateur C1. C'est ce qui permet d'obtenir un effet de glissando entre les notes.

Si l'on se reporte au schéma synoptique, les quatre VCO sont réalisés autour des circuits intégrés IC4 à IC7. Il s'agit de "timers" 555 connectés en multi-vibrateurs astables. Les circuits intégrés IC4, 5 et 6 (VCO 1, 2 et 3 de la figure 1) sont accordés sur la même fréquence,

par conséquent, les composants qui leur sont associés ont la même valeur. Le circuit intégré IC7 (VCO 4) est accordé sur une fréquence $1\frac{1}{2}$ fois plus élevée (c'est-à-dire d'une quinte plus haute), ce qui explique que la valeur du condensateur C5 soit plus basse. Chaque VCO dispose d'une entrée de modulation (patte 5) commandée par le système oscillateur de vibrato, composé des circuits intégrés IC2 et IC3. Le potentiomètre P3 permet de faire varier la fréquence du vibrato alors que le potentiomètre P4 commande la profondeur de modulation. Le potentiomètre P5 introduit un offset sur tous les VCO, ce qui permet en pratique, de régler

finement la hauteur du Chorosynth.

Les fréquences des signaux de sortie des VCO 1, 2 et 3 sont chacune divisées à l'aide d'un circuit intégré 4520, ce qui donne des fréquences 2, 4, 8 et 16 fois plus basses que celles des VCO. En ce qui concerne le VCO 4, on n'utilise que deux sorties du circuit intégré 4520. Ainsi le signal de sortie du VCO n'a sa fréquence divisée que par 2 ou 4; en d'autres termes, on ne peut obtenir que l'équivalent d'un tuyau d'orgue de 30 cm ou de 60 cm. Les signaux de sortie des deux diviseurs inclus dans le circuit intégré IC9 sont associés, puis mélangés à ceux du diviseur couplé au VCO 3 (circuit intégré IC6) par l'inter-



médiaire des interrupteurs de "chœur" S1 à S4. Ce qui permet d'obtenir un effet de chœur séparé pour chaque registre.

Les interrupteurs S5 à S14 servent de clefs. Suivant la clef qui est fermée, le signal atteint soit le filtre des instruments à bois soit celui des instruments à cordes. Les schémas des filtres sont relativement simples. Des filtres passifs passe-haut (dont on fait chuter la réponse vers les hautes fréquences à l'aide des condensateurs C28 et C30) fournissent la sonorité des cordes. Les filtres pour les instruments à bois sont du type actif passe-bas ayant une fréquence de coupure de 2 kHz (pour

4,9 m, 2,45 m et 1,2 m) et de 4,5 kHz (pour les trois registres hauts: 60 cm, 80 cm et 40 cm). Les registres inférieurs possèdent par conséquent une proportion plus importante d'harmoniques plus élevées, ce qui améliore la sonorité musicale.

L'impulsion de déclenchement

L'impulsion de déclenchement provient de KOV par l'intermédiaire des amplificateurs opérationnels A5, A7 et A8. Son rôle est de déclencher le générateur

d'enveloppes (AR/ASR). C'est l'interrupteur S15 qui permet de choisir la forme d'enveloppe désirée. Lorsque cet interrupteur est sur la position AR, le front montant de l'impulsion déclenche la bascule constituée des portes NAND N10/N11, ce qui a pour effet de rendre passant le transistor T7 et de charger le condensateur C36 par l'intermédiaire du potentiomètre P10 qui commande l'attaque. Dès que la tension aux bornes du condensateur C36 atteint 13,5 V environ, le transistor T10 se bloque et la bascule est remise à zéro. Le condensateur commence alors à se décharger par l'intermédiaire du potentiomètre P11 qui commande la chute, et du

transistor T8. Lorsque l'on choisit l'enveloppe ASR, la bascule reste à 1 tant que le signal de déclenchement est présent, c'est-à-dire tant que la note est maintenue sur le clavier (effet de sustain). C'est seulement lorsqu'on relâche la touche, que le transistor T10 remet la bascule à zéro et que le condensateur se décharge (chute).

La sortie du circuit de mise en forme de l'enveloppe commande un simple VCA, qui à son tour, détermine l'amplitude dynamique du signal de sortie. Le VCA est constitué d'un amplificateur opérationnel (A4) et d'un transistor à effet de champ FET (résistance dépendant de la tension) branché dans la boucle de contre-réaction.

Réalisation et mise au point

Sur le circuit imprimé du Chorosynth (voir figure 4), prennent place tous les composants ainsi que le clavier. Le clavier a été inclus pour ceux de nos lecteurs qui souhaitent minimiser le coût de réalisation. Il est également très simple de brancher un clavier conventionnel; il suffit pour cela de remplacer chaque touche par un bouton poussoir.

Il faut remarquer que, puisque les oscillateurs ont une courbe de réponse en fréquence linéaire, les résistances d'accord du clavier doivent constituer une chaîne de diviseurs de tension logarithmique. Toutes les valeurs qui conviennent (par exemple R86a et R86b) sont composées de résistances de la série E24. En utilisant des résistances à 1%, on obtient une précision d'accord égale à 1% d'un demi-ton; cependant (à l'exception de R115a et R115b où il faut employer impérativement des résistances à 1%) on peut monter des résistances à 5%, puisque l'effet de chœur masque, généralement parlant, tout léger désaccord. Les inductances L1 à L4 sont constituées de perles de ferrite sur lesquelles on aura bobiné cinq tours de fil de cuivre émaillé de 0,2 mm de diamètre. Tous les autres composants sont facilement disponibles.

Du fait que le Chorosynth possède un grand nombre de potentiomètres, il peut sembler de prime abord, un petit peu difficile à maîtriser. Avant de débiter la procédure de réglage, nous vous conseillons de positionner toutes les commandes comme indiqué ci-dessous:

- P1: résistance minimum, complètement tourné dans le sens des aiguilles d'une montre.
- P2: résistance minimum, complètement tourné dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.
- P3: aucune importance.
- P4: curseur à la masse, complètement tourné dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.
- P5: à mi-course.
- P6: résistance minimum, complète-

5

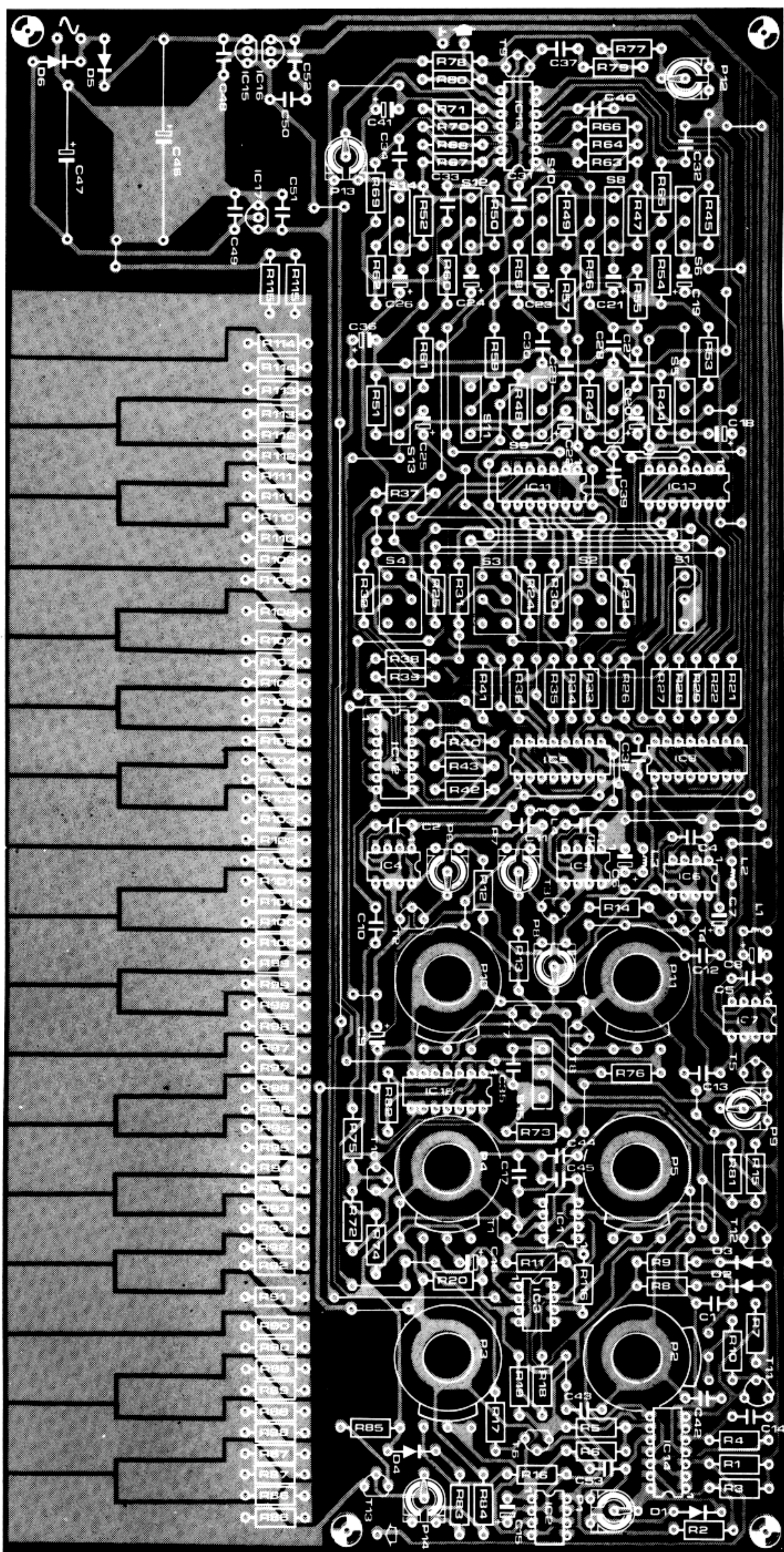


Figure 5. Implantation des composants. Le dessin a été réduit afin de tenir sur cette page.

Liste des composants

Résistances:

R1 = 10 M

R2,R3,R6,R10,R21 . . . R43,
R64,R68,R74,R75,R82,
R 84 = 10 k

R4,R73 = 100 k

R5,R72 = 5k6

R7,R77,R78 = 1 M

R8,R9,R19,R20,R66,R70,
R80 = 47 k

R11,R53 . . . R62 = 22k

R12 . . . R15 = 18 k

R16 = 15 k

R17 = 4k7

R18 = 82k

R44 . . . R52 = 1k8

R63,R67 = 39 k

R65,R69 = 6k8

R71,R97B = 330 Ω

R76 = 100 Ω

R79 = 470 k

R81 = 2k2

R83 = 1 k

R85 = 220 Ω

R86A,R112B = 5,6 Ω

R86B,R102B = 0,56 Ω

R87A = 6,8 Ω

R87B,R90B = 150 Ω

R88A,R89A,R92A = 10 Ω

R88B,R108,R112A = 22 Ω

R89B,R110A,R111A,
R113A = 27 Ω

R90A,R91,R94A,R109B = 8,2 Ω

R92B,R98B = 68 Ω

R93A,R96A,R97A,R99A,
R100A = 12 Ω

R93B = 39 Ω

R94B,R106B = 1,5 Ω

R95A,R98A,R101A,R102A,
R105A,R109A = 15 Ω

R95B,R114A = 33 Ω

R96B = 120 Ω

R99B = 1 Ω

R100B = 1,8 Ω

R101B = 560 Ω

R103A,R104A,R106A,
R107A = 18 Ω

R103B = 180 Ω

R104B,R114B = 470 Ω

R105B = 3,3 Ω

R107B = 2,7 Ω

R110B = 270 Ω

R111B = 680 Ω

R113B = 2,2 Ω

R115B = 120 k

R116 = 100 Ω

R115A = 1k24 1%

Potentiomètres:

P1 = 500 k (470 k) ajust

P2 = 1 M lin

P3 = 22 k lin

P4,P5 = 10 k lin

P6 . . . P9 = 25 k ajust

P10,P11 = 500 k (470 k) log

P12,P13 = 10 k ajust

P14 = 250 Ω (220 Ω) ajust

Condensateurs:

C1 = 470n

C2,C3,C4 = 3n3

C5 = 2n2

C6 . . . C9,
C18 . . . C26,C41 = 10 μ/35 V
tantale

C10 . . . C13,C17,C38 . . . C45,
C50,C51,C53 = 100 n

C14 = 33n

C15,C36 = 4μ7/35 V tantale

C16 = 2μ2/35 V tantale

C27,C28,C31,C52 = 10 n

C29,C30,C35,C37 = 47 n

C32 = 12 n

C33 = 22 n

C34 = 27 n

C46 = 1000μ/35 V

C47 = 330μ/35V

C48,C49 = 330 n

Semiconducteurs:

D1,D2,D3,D4 = DUS

D5,D6 = 1N4001

T1 . . . T5,T8,T10,
T13 = BC 177B,BC557

T6,T7,T12 = BC 107B,BC547

T9,T11 = 2N3819,BF 256B

IC1 = CA 3140,LF 356

IC2,IC4 . . . IC7 = NE 555

IC3 = 741

IC8,IC9 = CD 4520,MC 14520

IC10 . . . IC12,IC18 = CD 4011

IC13,IC14 = TL084

IC15 = 78L15

IC16 = 78L12

IC17 = 79L15

Divers:

Tr1 = 16V/150mA transformateur

S1,S5 . . . S15 = SPDT

S2 . . . S4 = DPDT

L1 . . . L4 = 5 tours de fil de cuivre
émaillé sur une perle ferrite
0,2 mm

Détails techniques

Gamme musicale	do à do ⁵	65,41 Hz à 4184 Hz	
Clavier	2½ octaves		
Registres	Violoncelle	4,9 m	S10
	Basson	4,9 m	S14
	Alto	2,45 m	S9
	Clarinette	2,45 m	S13
	Violon	1,2 m	S8
	Clarinette	1,2 m	S12
	Viole	60 cm	S7
	Flûte	60 cm	S11
	Douzième	70 cm	S6
	Larigot	40 cm	S5
Effets	Chœur	4,9 m	S4
	Chœur	2,45 m	S3
	Chœur	1,2 m	S2
	Chœur	60 cm	S1

Commandes supplémentaires

Glissando: (portamento) P2

Vibrato: Profondeur et vitesse P8 et P9

Mise en forme de l'enveloppe:

Attack-release ou attack-sustain-release (que l'on choisit par S15). Les temps d'attaque et de chute sont réglables (par P10 et P11) entre 1 ms et 10 s indépendamment l'un de l'autre.

ment tourné dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.

- P7 . . . P10: à mi-course.
- P11: résistance minimum, complètement tourné dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.
- P12 et P13: curseur à la masse, complètement tourné dans le sens des aiguilles d'une montre.
- S1 . . . S4: ouverts.
- S5 . . . S6: commutés sur la masse.
- S7: commuté sur le condensateur C20.
- S8 . . . S14: commutés sur la masse.
- S15: en position ASR.

Le VCA possède deux réglages; il s'agit des potentiomètres P12 et P13. Le potentiomètre P13 fixe le gain minimum; on le règle de telle façon que l'on n'entende aucun signal en sortie. On "frappe" alors une note et on la "maintient" pendant que l'on règle le potentiomètre P12 jusqu'à ce qu'apparaisse en sortie de l'amplificateur opérationnel A4 un signal qui croît lentement. On règle alors le potentiomètre P1 de telle sorte que l'on ne note aucun changement de fréquence lorsque l'on frappe sur une touche.

On procède au réglage du clavier de la façon suivante: on ajuste le potentiomètre P14 pour mesurer 8,43 V aux bornes de la résistance R115. La mesure doit être effectuée à l'aide d'un contrôleur universel faisant au moins 10 kΩ/V. On règle, grâce au potentiomètre P8, le troisième VCO (circuit intégré IC6) de telle façon que l'on entende en sortie une note C2 lorsque l'on actionne la touche située à l'extrême gauche du clavier. On peut également comparer la hauteur du Chorosynth avec celle d'un autre instrument, ou encore on peut mesurer sa fréquence qui doit être égale à 523,2 Hz.

On ferme alors l'interrupteur S2 et, à l'aide du potentiomètre P7, on règle la fréquence du circuit intégré IC5 à une valeur qui doit être aussi proche que possible de celle du circuit intégré IC6. La note de battement présente dans le signal de sortie doit être aussi faible que possible. Il faut en même temps régler le potentiomètre P6 de façon à noter en sortie un très petit vibrato. On devrait maintenant entendre quelque chose qui ressemble à un chœur. Enfin on règle le potentiomètre P9 de telle sorte que la fréquence du signal de sortie du circuit intégré IC7 (VCO 4) soit 1 1/2 fois celle des autres VCO. Le Chorosynth est alors prêt à être inauguré. Dans le tableau "Détails techniques" on indique les clefs et ce à quoi elles correspondent.

Bien que ce puisse être la fin de cet article sur le Chorosynth, ce n'est certainement pas la fin de la description des possibilités que peut offrir cet instrument. De nombreux lecteurs trouveront certainement une multitude de modifications à apporter au Chorosynth. Si vous en trouvez une que vous aimeriez partager, nous serions très heureux de la connaître.