

2 Pianos électroniques

Un bon piano électronique se distingue par son universalité. A première vue, sa conception ressemble à celle d'un orgue, mais l'agencement est tout autre. Comme cette technique n'est pas encore très connue, elle sera d'abord brièvement exposée.

Les notes sont engendrées, comme dans la plupart des orgues électroniques, avec un générateur suivi d'un diviseur de fréquence. L'imitation des instruments à cordes exige un générateur de dents de scie. Même sans filtre de formants, cette forme d'onde s'approche déjà de très près du spectre d'harmoniques d'une corde frappée ou pincée.

Néanmoins, le filtrage des formants doit être très soignée. Les registres proprement dits sont certes de conception simple, mais on doit les équiper différemment pour chaque octave. Autrement, on obtient une sonorité trop fade aux aiguës, alors que les basses restent trop riches en harmoniques. Tout instrument bon marché illustre ce fait.

La conception et la réalisation des contacts de touches déterminent largement le prix ainsi que la qualité d'un piano électronique. Un bon instrument doit comporter de nombreux ajustages et commutations, car chaque instrument à touches exige d'autres comportements d'attaque et d'extinction.

L'auteur propose une version à trois voix, permettant, à l'aide de simples touches (presets) une étendue de sept octaves. Elle permet, de plus, l'imitation d'instruments à sons multiples, tels que clavicorde et harpsicorde (cimbalom). L'intensité du son dépend de la frappe dans le cas du piano, du honky-tonk et du clavicorde et elle dépend plus de la technique du jeu que pour les instruments à cordes pincées, clavecin, cimbalom, épinette.

Tous ces instruments ont en commun la fonction d'étouffement. Le son s'éteint rapidement, quand on ne frappe que brièvement. Quand on appuie plus longuement, l'étouffoir reste sans action et la corde vibre avec décroissance exponentielle de l'amplitude.

L'effet de frappe, la modalité d'extinction et l'action d'étouffement doivent être ajustables individuellement pour chaque touche

ainsi que pour chaque registre. Même dans le cas des instruments mécaniques, ces phénomènes diffèrent fortement. A titre d'exemple simplifié, la **figure 2-1** montre le comportement de jeu d'un piano.

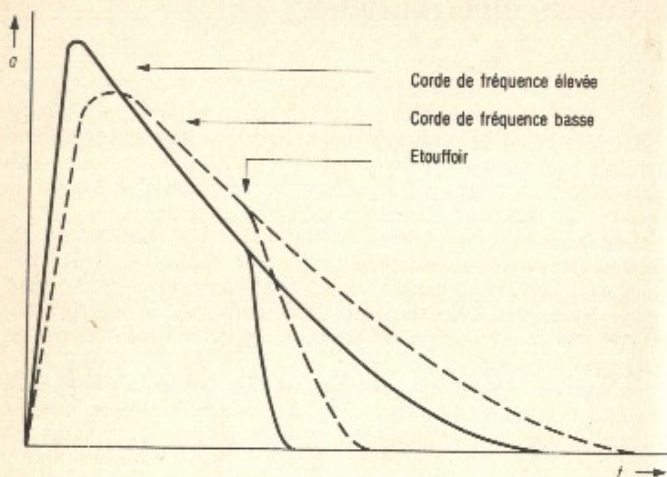


Fig. 2-1 Réponse en amplitude et action d'étouffement d'un piano.

2.1 Le piano-orgue

Dans la plupart des orgues, les registres de percussion sont peu étouffés. Les piano-orgues, par contre, sont à base percussive, et comportent, en plus, des registres à jeu continu. Leur sonorité est déterminée par des contacts électroniques à plusieurs voix, permettant, lors du maintien de la touche, une décroissance dont la durée peut être ajustée librement. Les pianos-orgues complexes appartiennent à la catégorie des instruments les plus performants. Le musicien professionnel les apprécie autant que l'amateur.

2.11 Une sonorité fascinante

Le piano électronique, décrit dans les pages qui suivent, peut parfaitement recevoir des compléments qui en font un grand piano-orgue. L'amateur de bons instruments profitera de cette possibilité d'autant plus volontiers que la dépense est relativement réduite.

Expérimentalement, l'assemblage suivant **figure 1.21-1** a été doté de six registres spéciaux de sustain, auxquels les orgues électroniques habituels ne peuvent guère prétendre. « Vox humana », « vox angélique » et « vox céleste » sont des registres transcendants, relevant de l'orgue d'église, et assortis d'une modulation de phase. Leur sonorité est d'une douce brillance.

Les registres « vibraharp », « organharp » et « orchestra-bells » conviennent pour la musique de danse. Le charme de leur timbre résulte d'un ajustage de touches déterminant une amplification des attaques. Ces registres de harpe se trouvent relevés par un vibrato magique.

Les instruments américains complexes utilisent des contacts électroniques de sustain également pour les registres populaires d'orgue de cinéma. Le son ressemble, en plus doux, à celui d'une flûte. Un élargissement vers un orgue à dents de scie et à voix multiples, est possible. L'auteur compte traiter de ces systèmes dans des publications ultérieures.

2.2 Pianoforte

La **figure 2.2-1** montre le schéma de principe d'un piano professionnel, largement extensible. La réalisation doit être très compacte, si on veut l'adapter à un clavier de type courant, à cinq octaves. L'instrument couvre néanmoins sept octaves, car les touches de preset permettent un décalage d'une octave vers le haut ou vers le bas.

Cette méthode élégante constitue certainement aussi un argument pour le pianiste érudit, qui se consacrera volontiers à cette réalisation facile à exécuter et musicalement satisfaisante. Toutes les fonctions essentielles peuvent être ajustées séparément pour chaque touche, si bien que le comportement d'attaque peut être adapté à des désirs personnels.

L'insertion dans un orgue existant est également possible. On dispose l'électronique de piano dans la partie inférieure, et on utilise seulement une rangée libre des contacts du clavier inférieur ou central. Le câblage est assez simple, car il suffit de relier toutes les connexions portant un même numéro. La **figure 2.2-2** illustre la connexion des touches de preset. Pour ces touches, on a utilisé, dans la maquette, un contacteur à déclenchement mutuel.

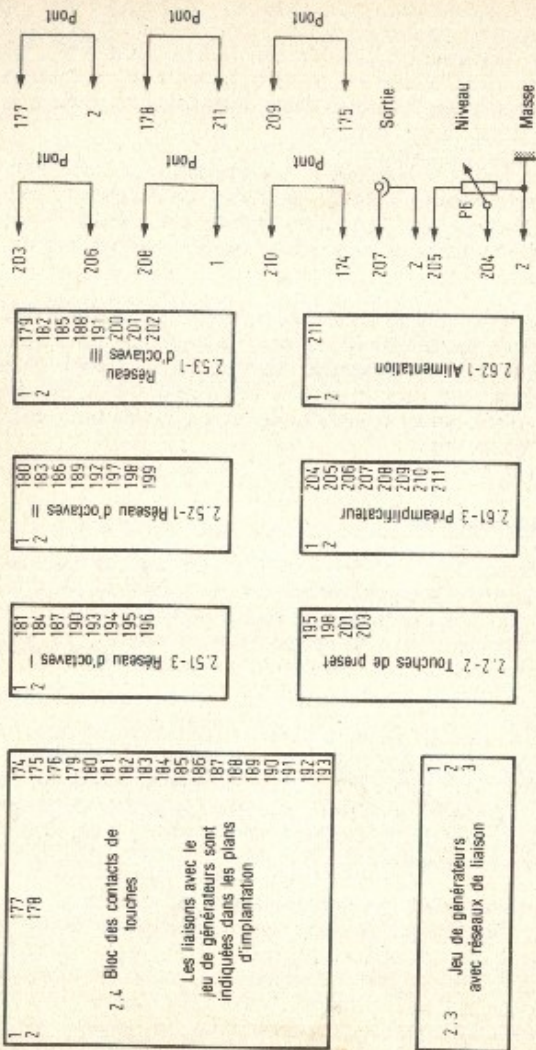
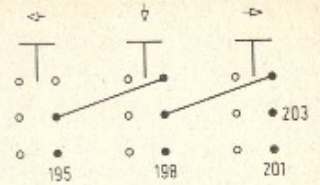


Fig. 2.2-1 Schéma fonctionnel du pianoforte.

Fig. 2.2-2 Touches de preset.



2.3 Production des notes

Ainsi qu'on l'a vu plus haut, la production des notes se fait à l'aide de générateurs de dents de scie. Cette forme d'onde contient des harmoniques semblables à celles d'une courbe vibrante, avec diminution de l'amplitude aux harmoniques de rang élevé.

Les figures 2.31-1 à 2.31-3 donnent le schéma, le plan de connexion ainsi que l'aspect de la cascade des « do ». L'oscillateur principal engendre une dent de scie extrêmement linéaire. Le transistor T 3 charge C 2 avec une intensité constante, ajustable par les potentiomètres d'accord P 1 et P 2. Ce condensateur se décharge subitement lors du dépassement du seuil du circuit bistable T 1, T 2. Le point 3 est destiné à la connexion ultérieure d'un vibrato magique.

Les diviseurs sont des bascules de type courant, dont le fonctionnement peut être supposé connu. Les figures 2.31-4 à 2.31-15 montrent les plans d'implantation de toutes les cascades. Ils contiennent la valeur respective du condensateur d'accord ainsi que les différentes désignations des connexions.

Sur les fréquences autres que celles de départ, la forme en dent de scie est obtenue par adjonction dosée des tensions de sortie des diviseurs, et ce au moyen des réseaux d'addition des figures 2.32-1 à 2.32-3. Comme on utilise des valeurs normalisées pour les résistances, on observe quelques discontinuités dans l'allure des dents de scie, ce qui est, néanmoins, sans influence sur le son produit. Les désignations des connexions sont de nouveau indiquées dans les plans d'implantation des figures 2.32-4 à 2.32-15.

Les 24 modules de la production des sons ont été logés sur des platines dont les dimensions ont été normalisées à 250 × 80 × 1,5 mm. Ils formeront un empilage qu'on maintient avec des tiges filetées et des entretoises. Le câblage se simplifie, si on empile alternativement une cascade de production de notes avec son réseau d'addition, et ce note par note.

Composants pour les cascades de production de notes :

C 1 = 0,22 μ F	C 5 = 4,7 nF
R 1 = 220 k Ω	R 9 = 18 k Ω
D 1 = BAY 41	R 10 = 1 k Ω
D 2 = BAY 41	T 6 = BC 172 B
R 2 = 3,3 k Ω	C 6 = 2,2 nF
R 3 = 3,3 k Ω	R 11 = 2,2 k Ω
T 1 = BC 177 B	C 7 = 2,2 nF
T 2 = ASY 74	R 12 = 18 k Ω
T 3 = BC 172 B	T 7 = BC 172 B
P 1 = 10 k Ω	R 13 = 2,2 k Ω
P 2 = 1 k Ω	C 8 = 4,7 nF
C 2 = *	R 14 = 18 k Ω
C 3 = 100 μ F	R 15 = 1 k Ω
R 4 = 100 Ω	T 8 = BC 172 B
T 4 = BC 172 B	C 9 = 2,2 nF
R 5 = 3,3 k Ω	R 16 = 2,2 k Ω
C 4 = 10 nF	C 10 = 2,2 nF
T 5 = BC 172 B	R 17 = 18 k Ω
R 6 = 470 k Ω	T 9 = BC 172 B
R 7 = 6,8 k Ω	R 18 = 2,2 k Ω
R 8 = 2,2 k Ω	C 11 = 4,7 nF

* Les valeurs des condensateurs d'accord ont été indiquées dans les plans d'implantation.

R 19 = 18 k Ω	R 31 = 2,2 k Ω
R 20 = 1 k Ω	C 19 = 2,2 nF
T 10 = BC 172 B	R 32 = 18 k Ω
C 12 = 2,2 nF	T 15 = BC 172 B
R 21 = 2,2 k Ω	R 33 = 2,2 k Ω
C 13 = 2,2 nF	C 20 = 4,7 nF
R 22 = 18 k Ω	R 34 = 18 k Ω
T 11 = BC 172 B	R 35 = 1 k Ω
R 23 = 2,2 k Ω	T 16 = BC 172 B
C 14 = 4,7 nF	C 21 = 2,2 nF
R 24 = 18 k Ω	R 36 = 2,2 k Ω
R 25 = 1 k Ω	C 22 = 2,2 nF
T 12 = BC 172 B	R 37 = 18 k Ω
C 15 = 2,2 nF	T 17 = BC 172 B
R 26 = 2,2 k Ω	R 38 = 2,2 k Ω
C 16 = 2,2 nF	C 23 = 4,7 nF
R 27 = 18 k Ω	R 39 = 18 k Ω
T 13 = BC 172 B	R 40 = 1 k Ω
R 28 = 2,2 k Ω	T 18 = BC 172 B
C 17 = 4,7 nF	C 24 = 2,2 nF
R 29 = 18 k Ω	R 41 = 2,2 k Ω
R 30 = 1 k Ω	C 25 = 2,2 nF
T 14 = BC 172 B	R 42 = 18 k Ω
C 18 = 2,2 nF	T 19 = BC 172 B

* Ces composants ne sont nécessaires que dans la cascade des « do ».

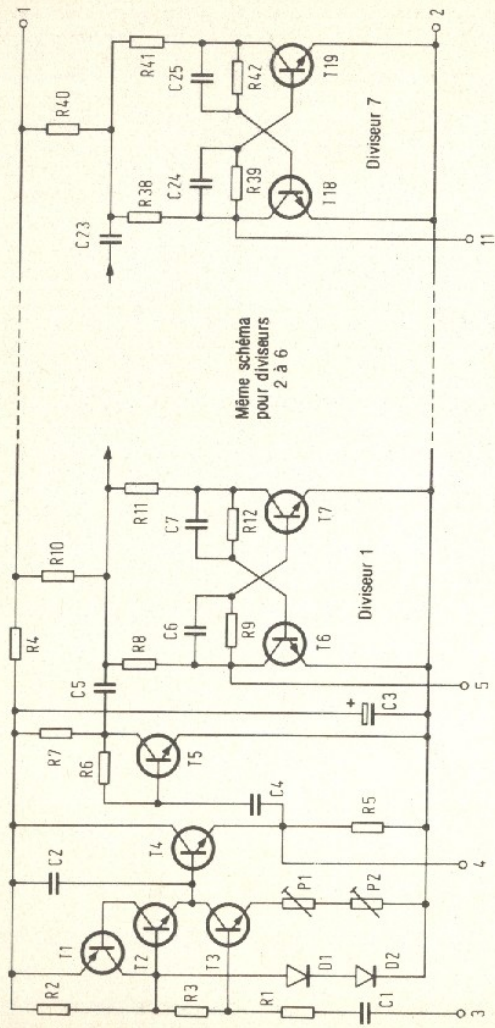


Fig. 2.31-1 Schéma de la cascade des « do ».

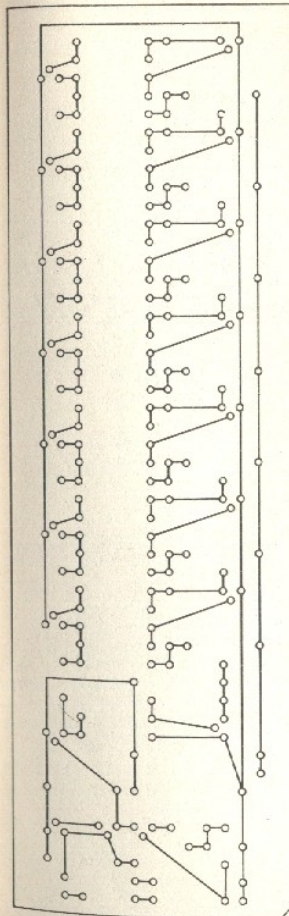


Fig. 2.31-2 Platine imprimée.

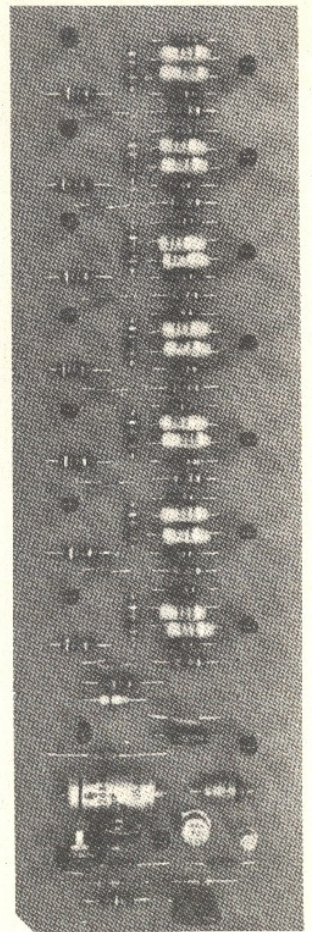


Fig. 2.31-3 Réalisation conforme à figure 2.31-4.

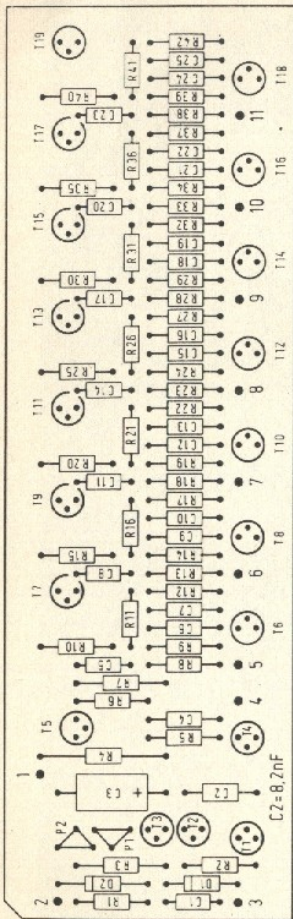


Fig. 2.31-4 Implantation de la cascade des « do ».

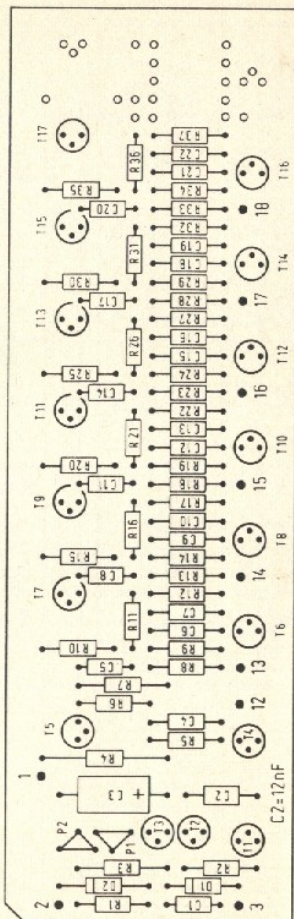


Fig. 2.31-5 Implantation de la cascade des « do ».

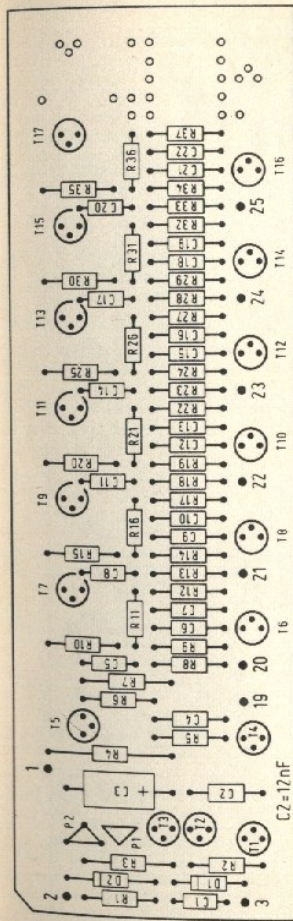


Fig. 2.31-6 Implantation de la cascade des « ré ».

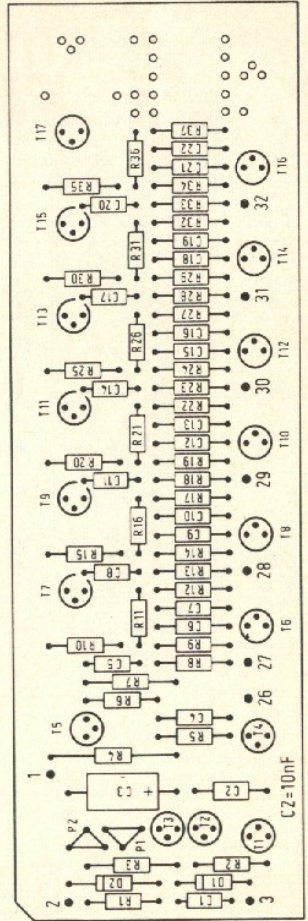


Fig. 2.31-7 Implantation de la cascade des « ré ».

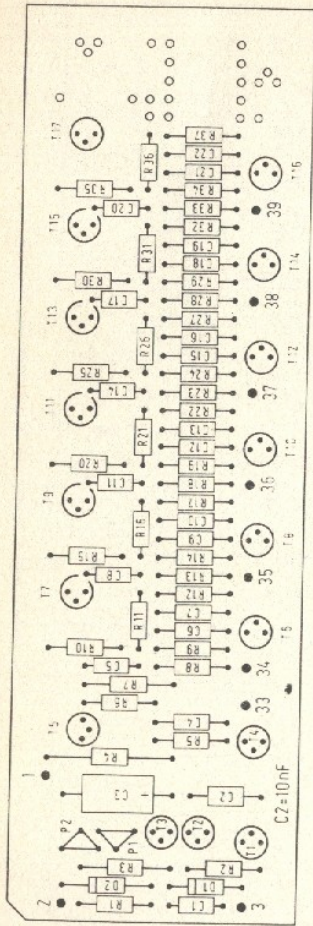


Fig. 2.31-8 Implantation de la cascade des « mi ».

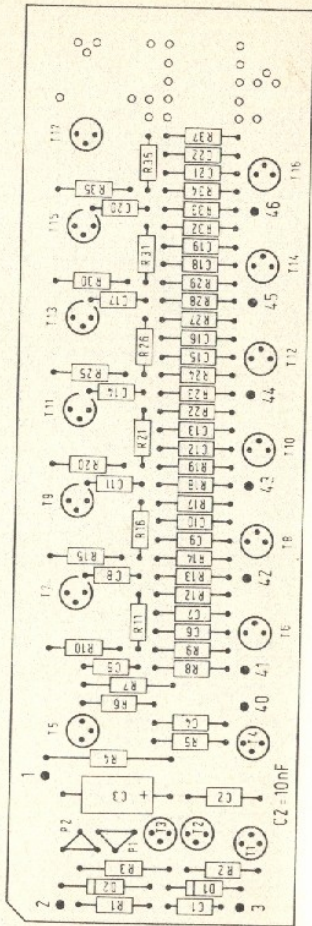


Fig. 2.31-9 Implantation de la cascade des « fa ».

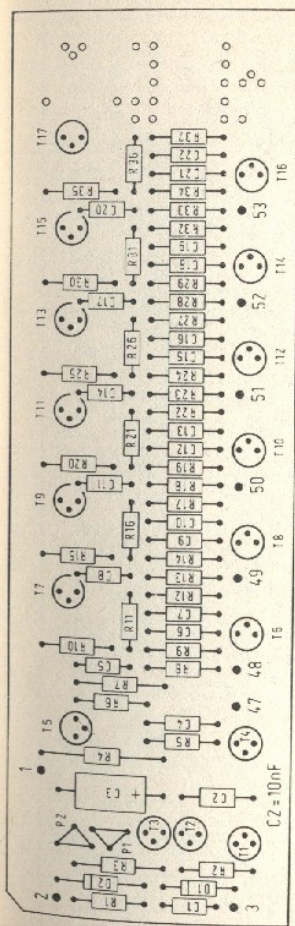


Fig. 2.31-10 Implantation de la cascade des « fa # ».

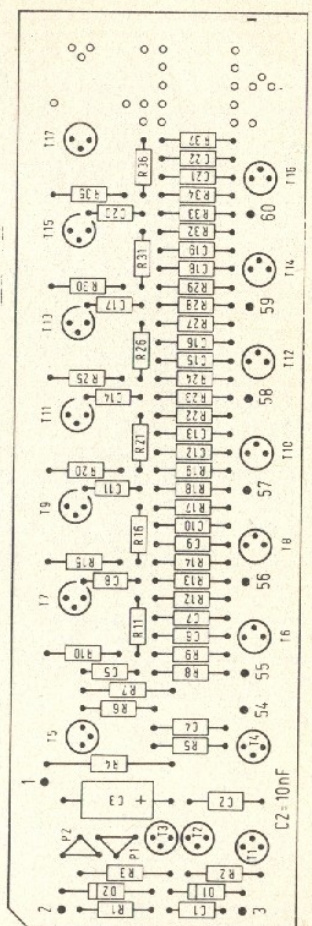


Fig. 2.31-11 Implantation de la cascade des « sol ».

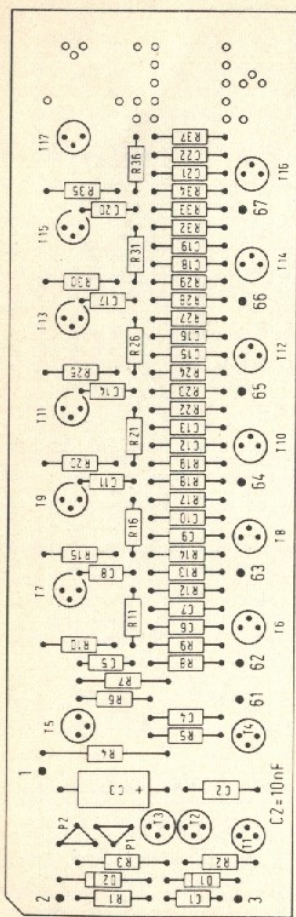


Fig. 2.31-12 Implantation de la cascade des « sol # ».

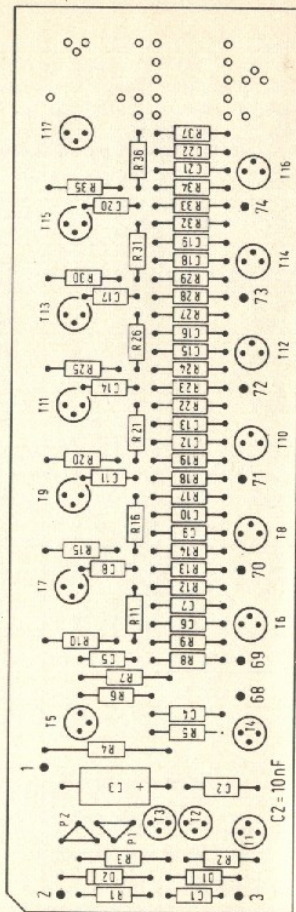


Fig. 2.31-13 Implantation de la cascade des « la ».

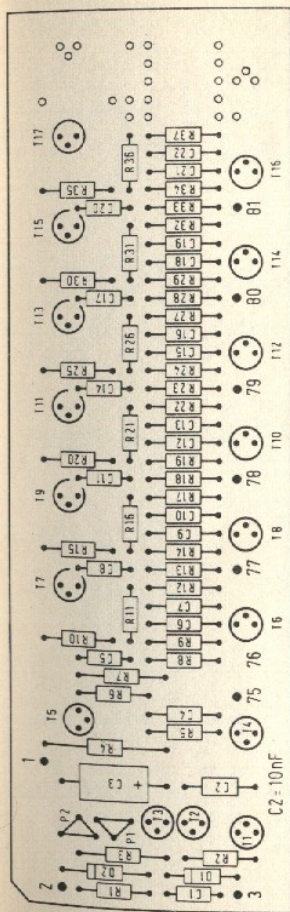


Fig. 2.31-14 Implantation de la cascade des « la ».

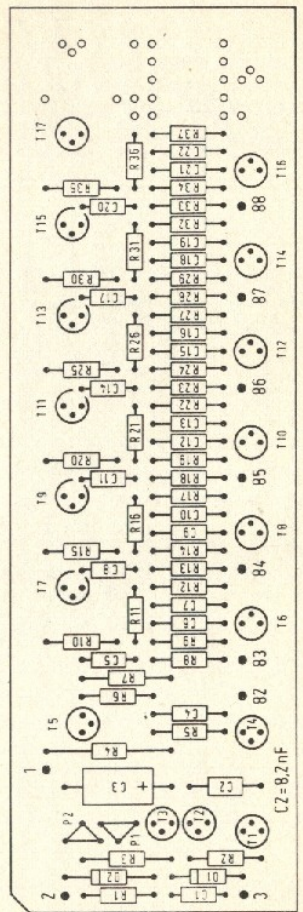


Fig. 2.31-15 Implantation de la cascade des « si ».

2.32 Réseaux d'addition

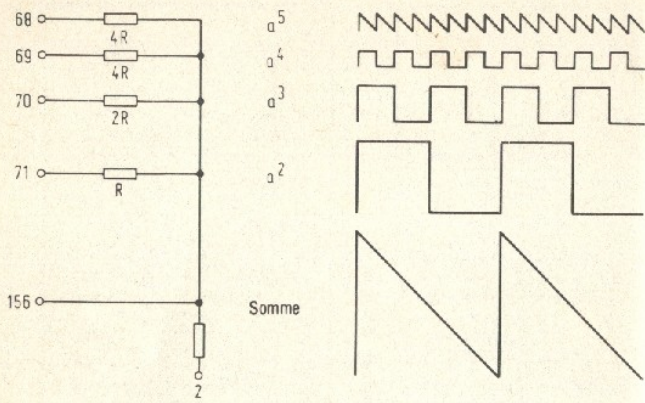


Fig. 2.32-1 Exemple pour la formation additive d'une dent de scie : réseau pour le la_2 .

Composants pour les réseaux d'addition :

R 43. = 10 M Ω	R 58 = 220 k Ω	R 73. = 1 M Ω
R 44 = 4,7 M Ω	R 59 = 100 k Ω	R 74 = 470 k Ω
R 45 = 2,2 M Ω	R 60. = 4,7 M Ω	R 75 = 220 k Ω
R 46 = 1 M Ω	R 61 = 2,2 M Ω	R 76 = 100 k Ω
R 47 = 470 k Ω	R 62 = 1 M Ω	R 77 = 47 k Ω
R 48 = 220 k Ω	R 63 = 470 k Ω	R 78. = 470 k Ω
R 49 = 100 k Ω	R 64 = 220 k Ω	R 79 = 220 k Ω
R 50 = 47 k Ω	R 65 = 100 k Ω	R 80 = 100 k Ω
R 51 = 47 k Ω	R 66 = 47 k Ω	R 81 = 47 k Ω
R 52 = 47 k Ω	R 67. = 2,2 M Ω	R 82. = 220 k Ω
R 53. = 10 M Ω	R 68 = 1 M Ω	R 83 = 100 k Ω
R 54 = 4,7 M Ω	R 69 = 470 k Ω	R 84 = 47 k Ω
R 55 = 2,2 M Ω	R 70 = 220 k Ω	R 85. = 100 k Ω
R 56 = 1 M Ω	R 71 = 100 k Ω	R 86. = 47 k Ω
R 57 = 470 k Ω	R 72 = 47 k Ω	

Ces composants ne sont nécessaires que dans la cascade des « do ».

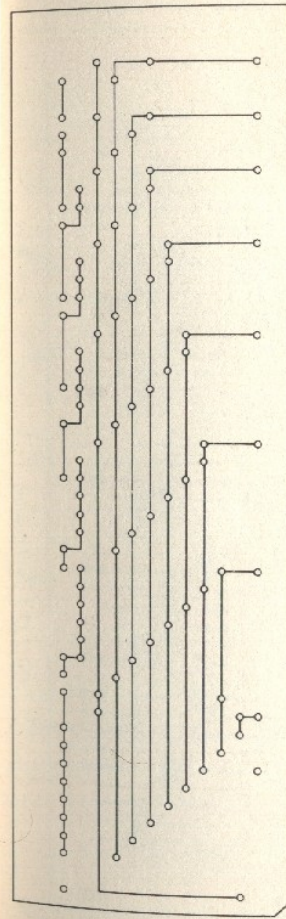


Fig. 2.32-2 Circuit imprimé.

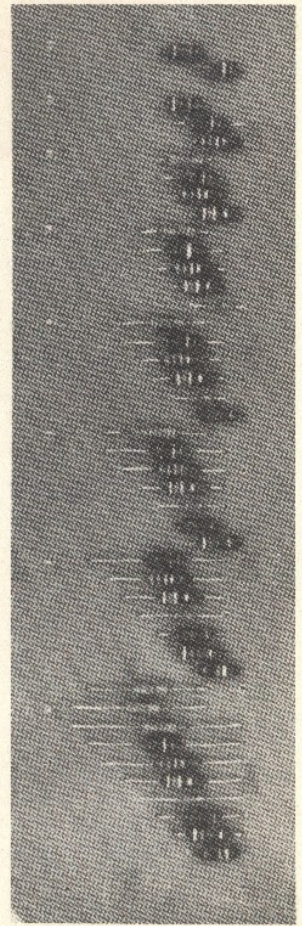


Fig. 2.32-3 Réalisation conforme à figure 2.32-4.

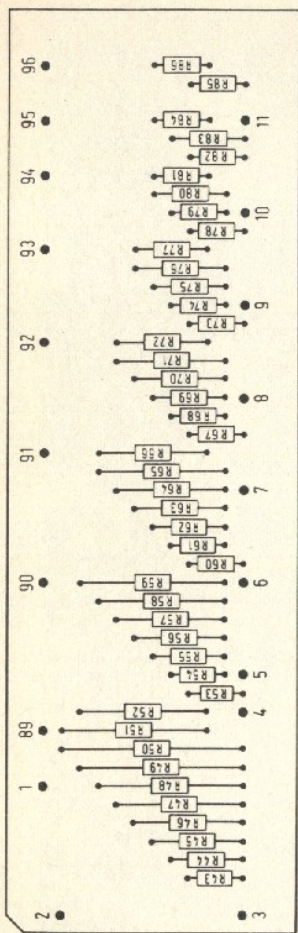


Fig. 2.32-4 Implantation de la platine des « do ».

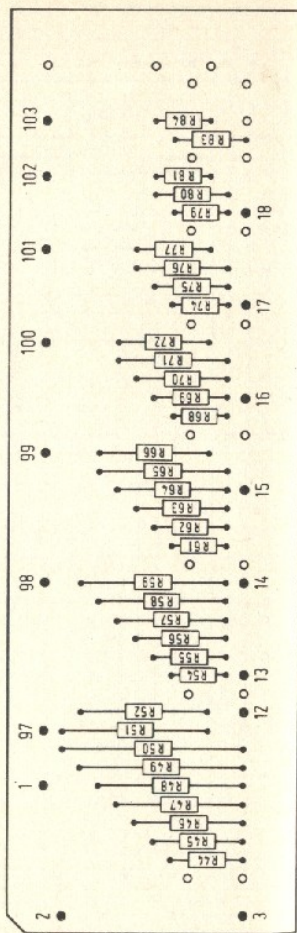


Fig. 2.32-5 Implantation de la platine des « do ».

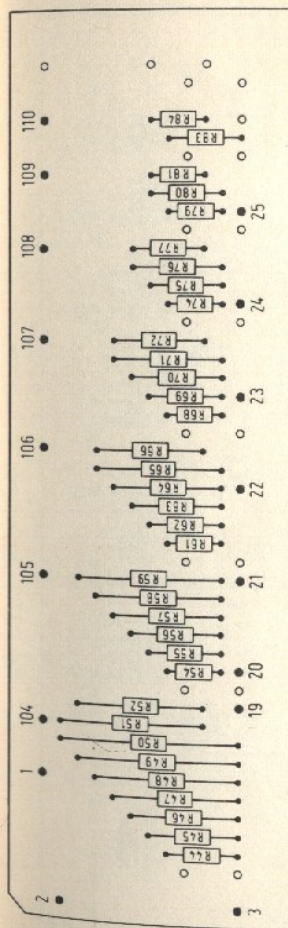


Fig. 2.32-6 Implantation de la platine des « ré ».

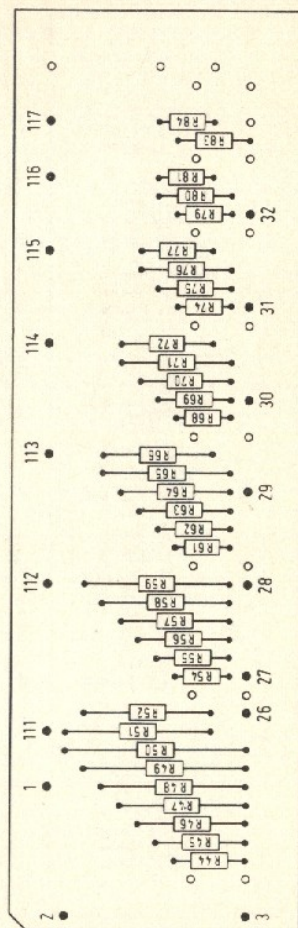


Fig. 2.32-7 Implantation de la platine des « ré ».

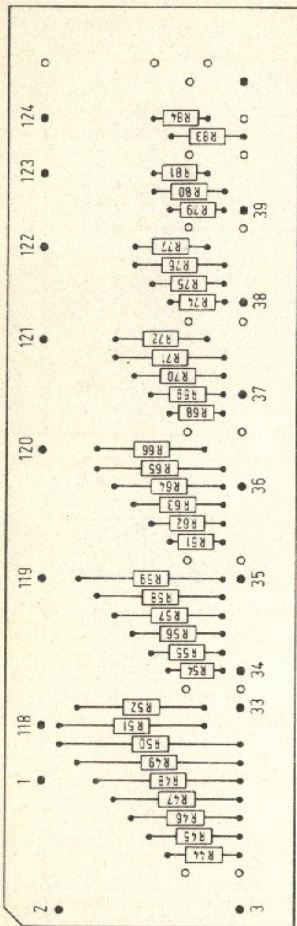


Fig. 2.32-8 Implantation de la platine des « mi ».

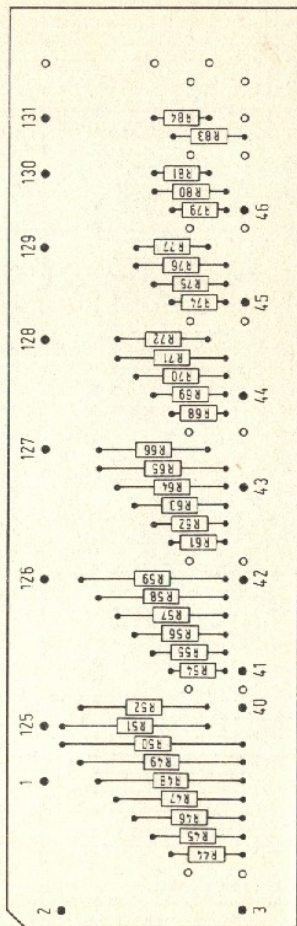


Fig. 2.32-9 Implantation de la platine des « fa ».

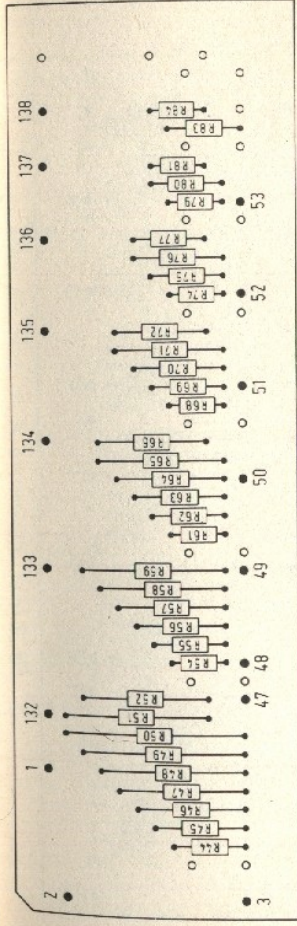


Fig. 2.32-10 Implantation de la platine des « fa ».

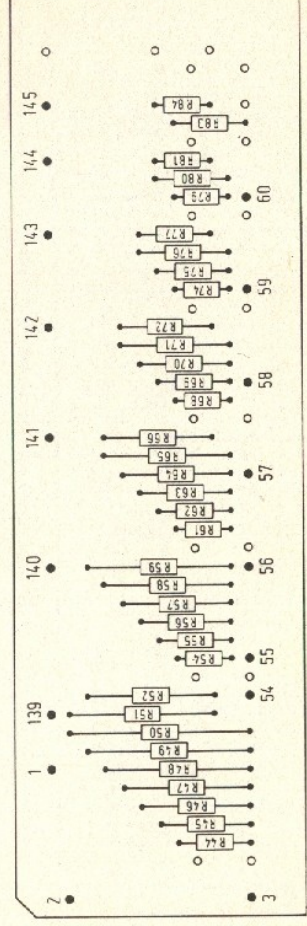


Fig. 2.32-11 Implantation de la platine des « sol ».

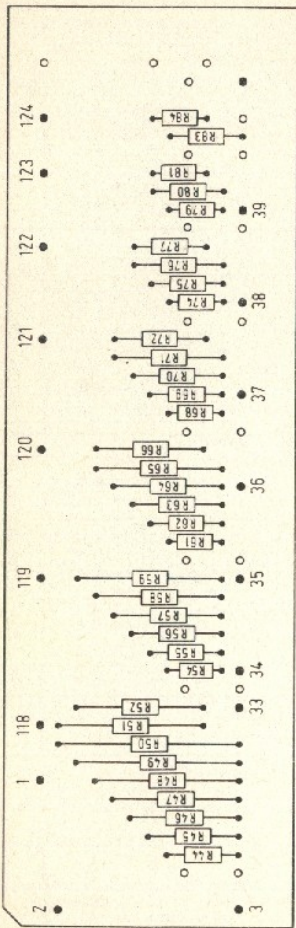


Fig. 2.32-8 Implantation de la platine des « mi ».

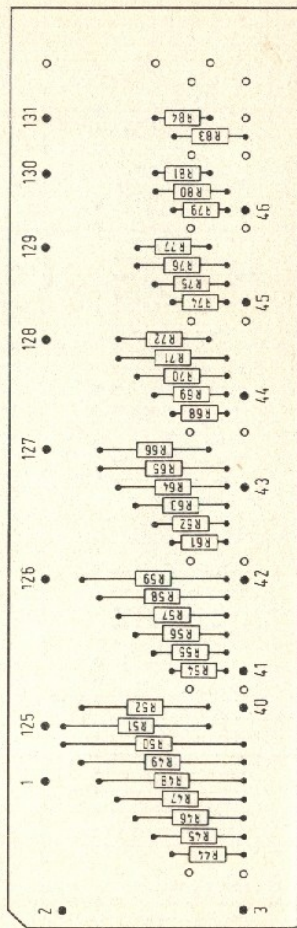


Fig. 2.32-9 Implantation de la platine des « fa ».

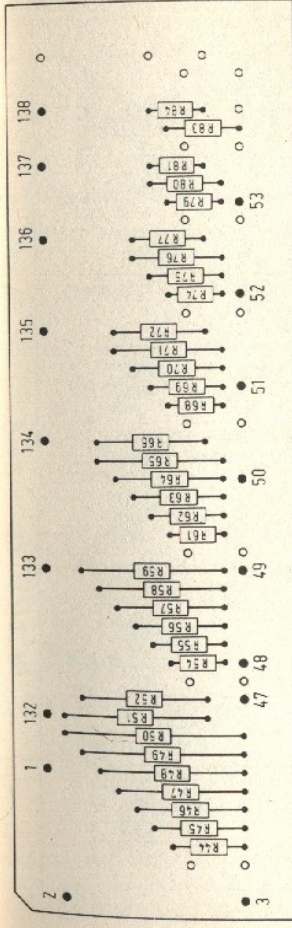


Fig. 2.32-10 Implantation de la platine des « fa # ».

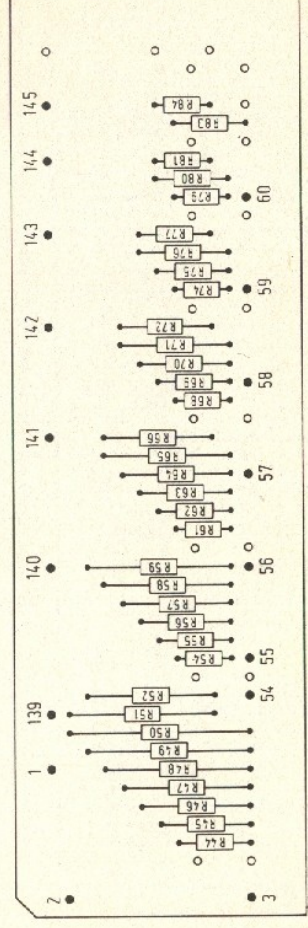


Fig. 2.32-11 Implantation de la platine des « sol ».

2.4 Touches électroniques

Les circuits de contact, mis au point par l'auteur, permettent de la façon la plus rationnelle toutes les possibilités de jeu qui ont été indiquées plus haut. Chaque note ne demande qu'un transistor. De ce fait, l'utilisation de portes intégrées, contenant généralement huit à dix transistors, ne ferait que compliquer le câblage.

La figure 2.41-1 montre le schéma d'une platine de contacts. Les portes, équipées des transistors T 20, T 21, T 22, travaillent en base commune, du fait du découplage par C 26. Néanmoins, cette remarque n'est valable que pour la fonction de porte, car C 26 possède également un effet sur l'amplitude. Ainsi, les bases peuvent recevoir des signaux de commande. Il n'existe pas d'autre montage simple qui serait aussi « étanche ». Moyennant une réalisation bien découplée, des phénomènes d'interaction entre contacts voisins ne sont guère à craindre.

L'effet piano-forte s'ajuste avec P 5. Grâce à la diode Zener D 6, on obtient une extinction de son convenable même lors d'une frappe faible. Avec P 4, on peut accélérer cette extinction aux notes élevées.

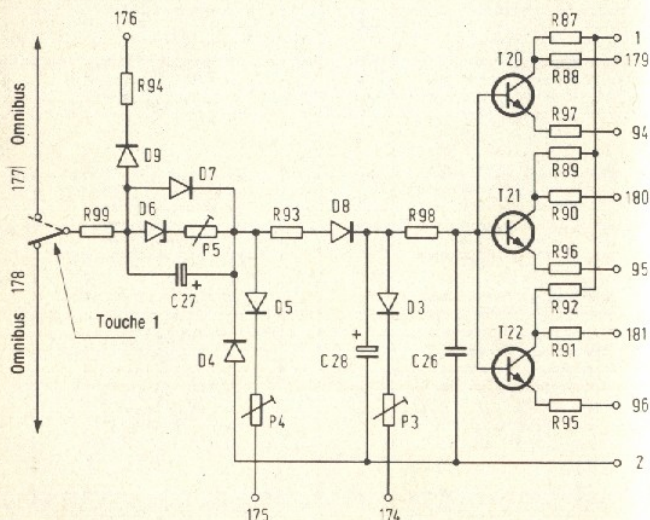


Fig. 2.41-1 Schéma des platines de contacts, les chiffres repères étant valables pour la touche 1.

L'effet d'étouffoir est ajustable par P 3. On aura avantage à maintenir P 4 au-dessus de 10 k Ω , et P 3 au-dessus de 20 k Ω .

La figure 2.41-2 montre le plan de connexion. Toutes les platines mesurent 90 x 70 x 1,5 mm. Le plan d'implantation et l'aspect de la platine sont illustrés, pour la première touche, par les figures 2.41-3 et 2.41-4. Pour les autres platines de contact, les figures 2.41-5 à 2.41-12 ne donnent que le plan d'implantation. Chaque plan contient des indications quant aux valeurs individuelles des composants, en fonction de la note, ainsi que les numéros de connexion. Les platines ne doivent être interchangées en aucun cas. La touche 1 correspond au « do » le plus bas, et la touche 61 au « do » le plus élevé.

2.41 Platines de contacts

Liste des composants :

R 87 = 56 k Ω	T 20 = BC 172 B
R 88 = 100 k Ω	T 21 = BC 172 B
R 89 = 56 k Ω	T 22 = BC 172 B
R 90 = 100 k Ω	R 95 = 18 k Ω
R 91 = 100 k Ω	R 96 = 18 k Ω
R 92 = 56 k Ω	R 97 = 18 k Ω
C 26 = *	R 98 = 680 k Ω
D 3 = BAY 41	C 28 = 1 μ F
D 4 = BAY 41	D 8 = BAY 41
R 93 = *	D 9 = BAY 41
D 5 = BAY 41	R 99 = 270 Ω
D 6 = ZG 2,7	P 3 = 250 k Ω
D 7 = BAY 41	P 4 = 25 k Ω
C 27 = 10 μ F	P 5 = 10 k Ω
R 94 = 680 Ω	

* C 26 et R 93 dépendent de la note et sont de ce fait indiqués dans les plans d'implantation.

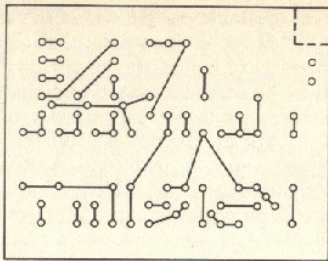


Fig. 2.41-2 Circuit imprimé.

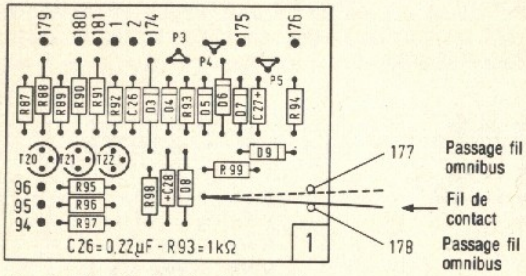


Fig. 2.41-3 Plan d'implantation 1.

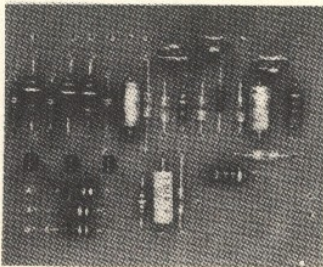


Fig. 2.41-4 Réalisation conforme à figure 2.41-3.

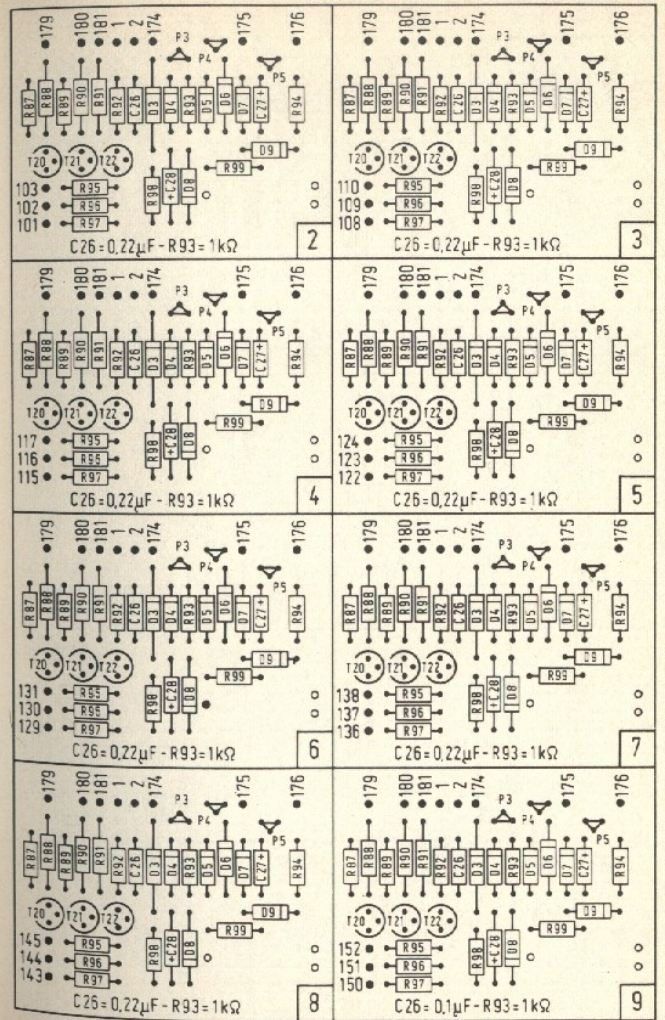


Fig. 2.41-5 Plans d'implantation 2 à 9.

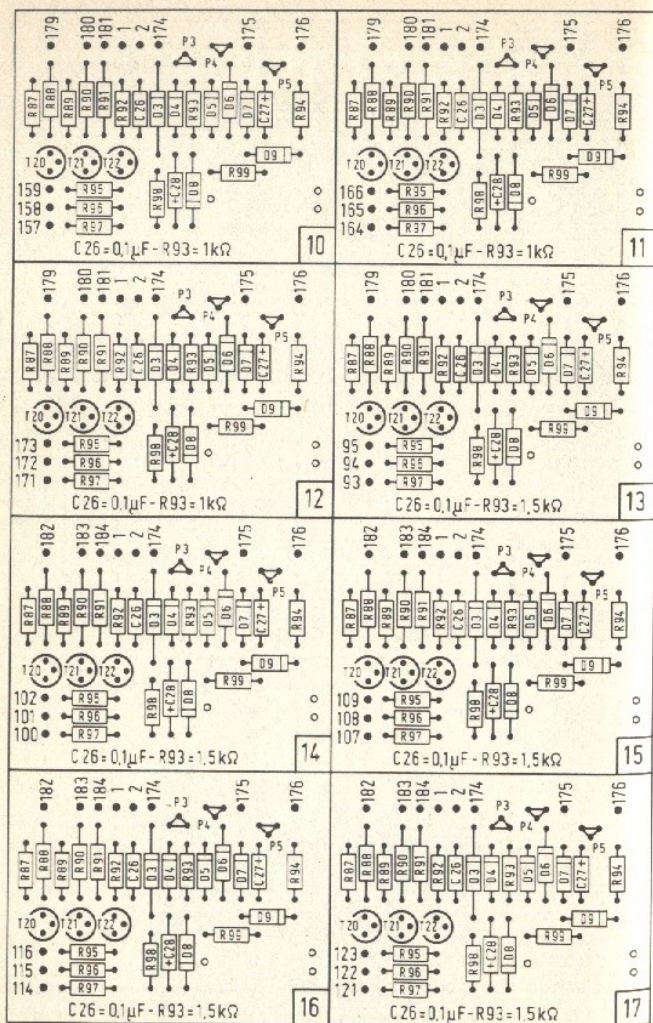


Fig. 2.41-6 Plans d'implantation 10 à 17.

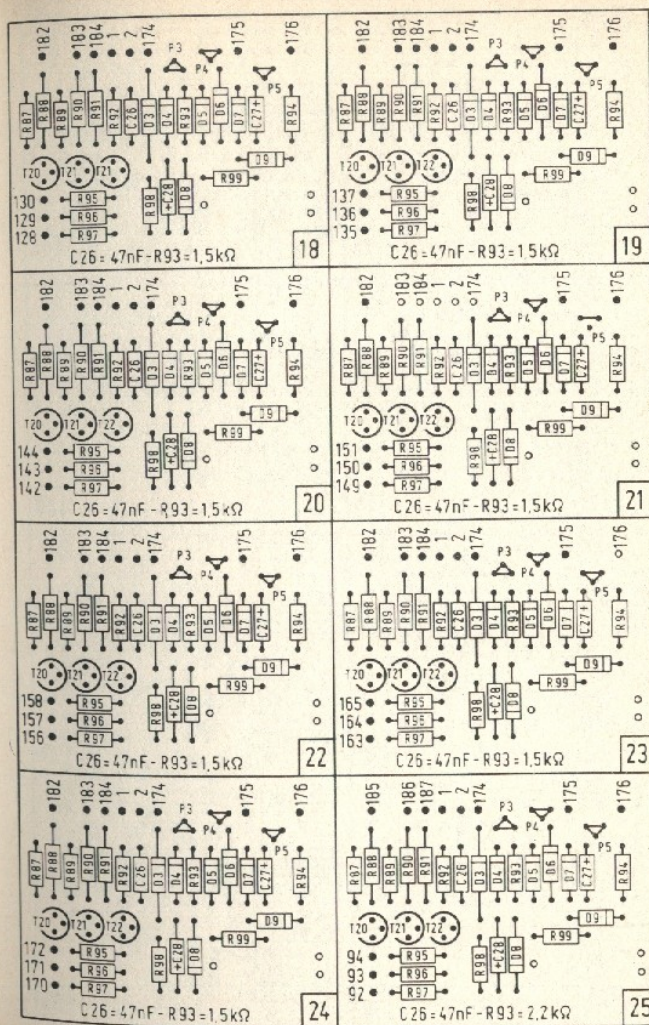


Fig. 2.41-7 Plans d'implantation 18 à 25.

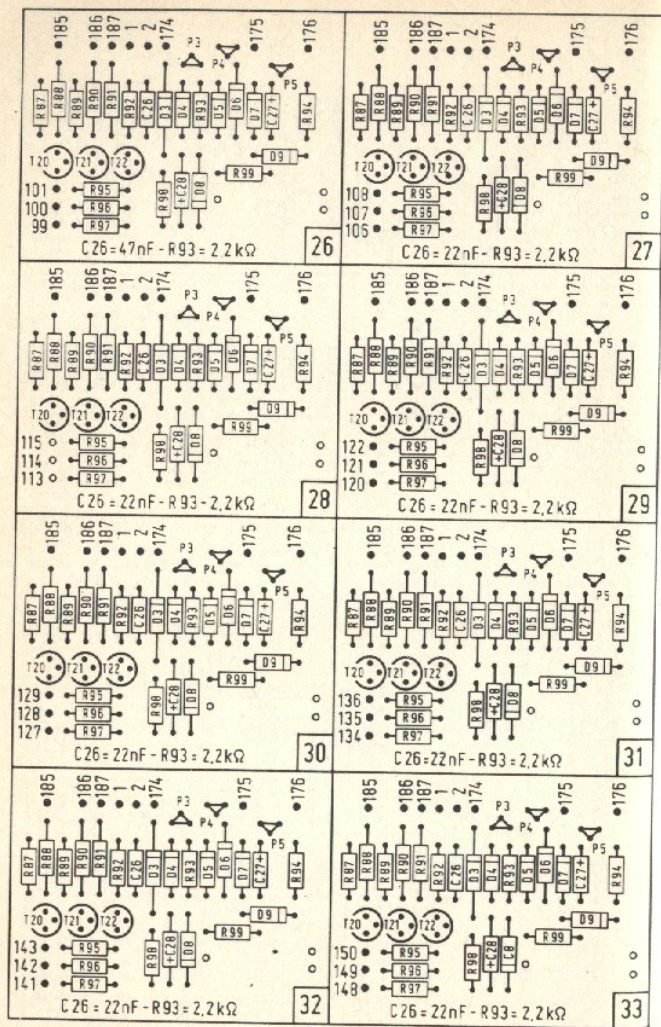


Fig. 2.41-8 Plans d'implantation 26 à 33.

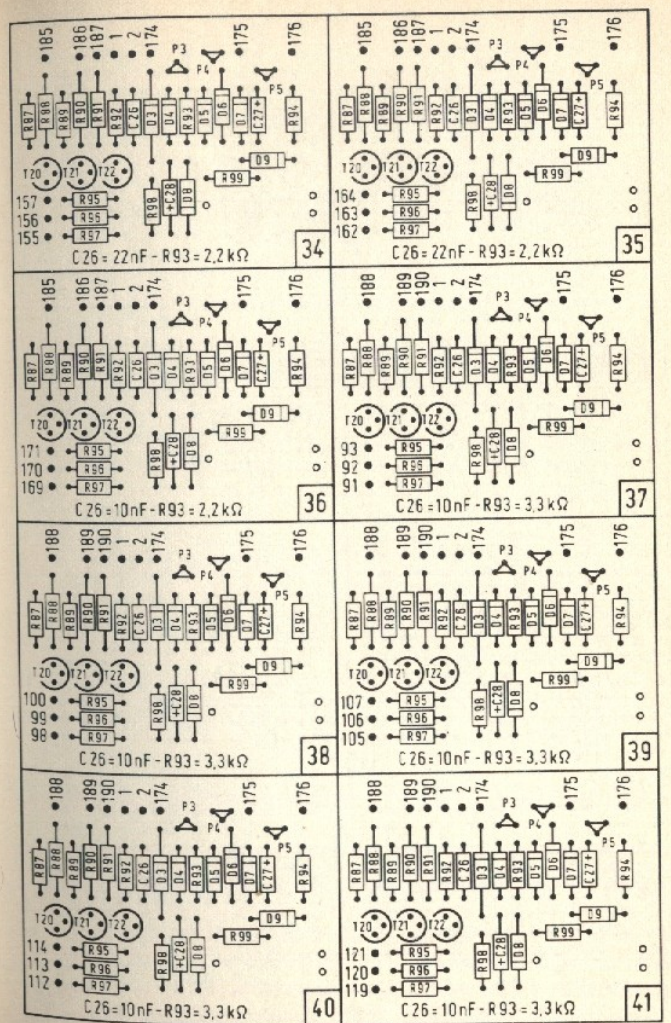


Fig. 2.41-9 Plans d'implantation 34 à 41.

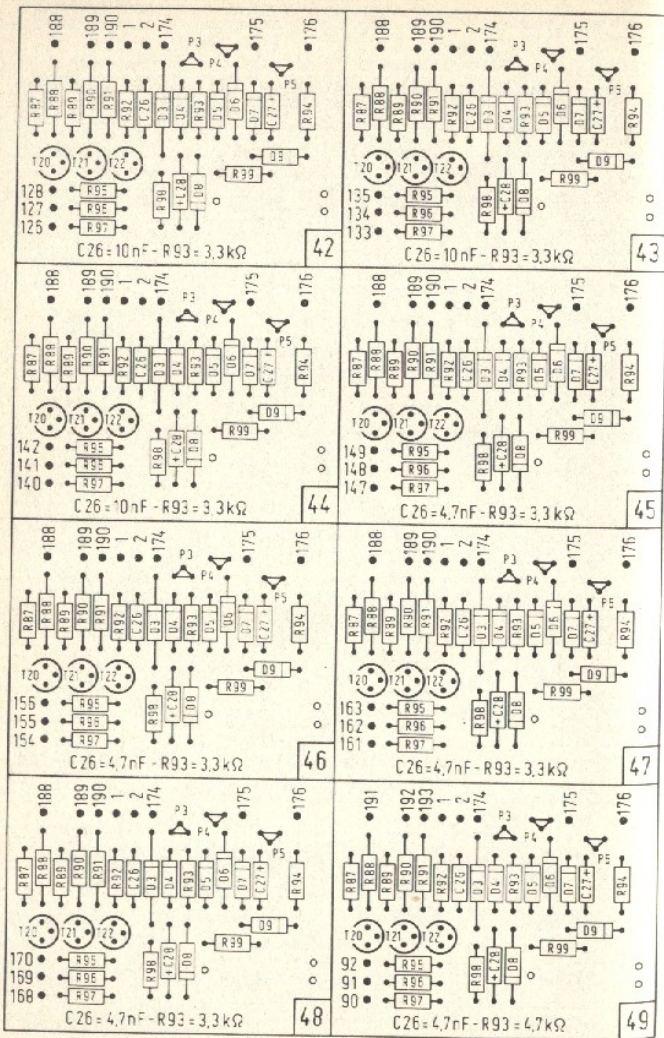


Fig. 2.41-10 Plans d'implantation 42 à 49.

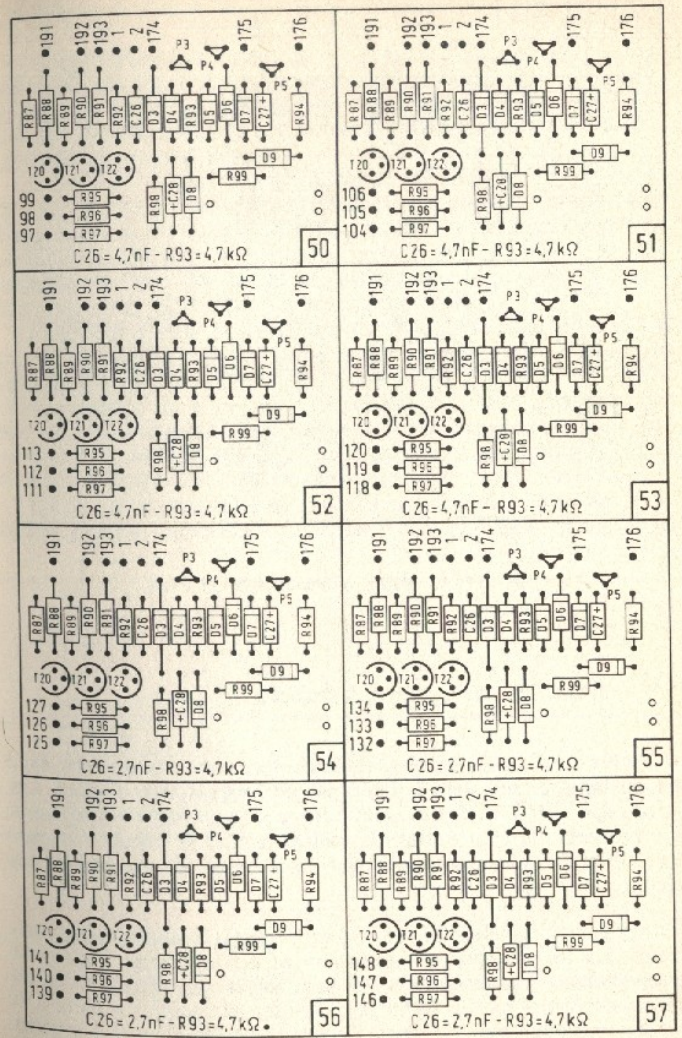


Fig. 2.41-11 Plans d'implantation 50 à 57.

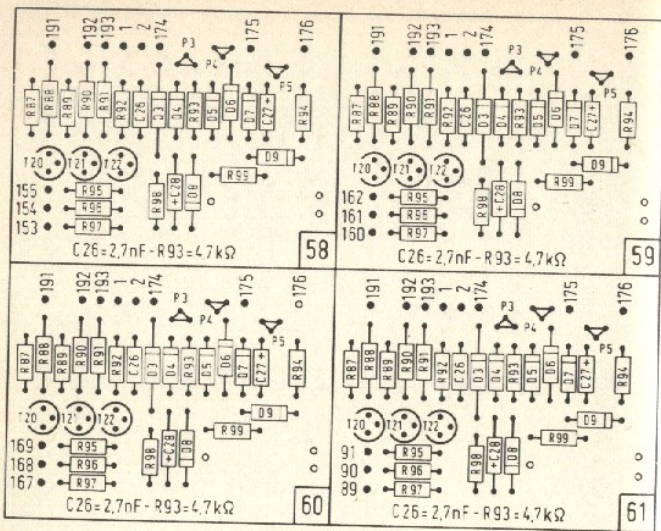


Fig. 2.41-12 Plans d'implantation 58 à 61.

2.42 L'assemblage des platines de contact

Après vérification, les platines de contact seront assemblées, avec les ajustages dirigés vers le haut, par de longues tiges filetées. Les distances dépendront de celles des crochets du clavier. Pour la liaison aux crochets, on peut utiliser de minces bandes de copper-clad perforé. Elles ne glisseront pas, quand on replie les extrémités des contacts.

Les barres omnibus 177 et 178 ne sont pas à souder individuellement sur les platines, car cela produirait des impuretés, impliquant crachements et interruptions. On peut éviter tout décalage latéral de ces barres, si on les replie aux platines extrêmes. La barre 178 est le contact commun de repos. Tous les contacts doivent la toucher de façon élastique.

2.5 Filtrés de formants

Le traitement par formants est presque toujours négligé dans les pianos de bas prix (et malheureusement aussi dans les orgues de prix élevé). Souvent, on ne prévoit qu'un seul registre par barre omnibus, c'est-à-dire pour cinq octaves. Un exemple simple en montre tous les inconvénients :

Si on veut réduire les harmoniques de l'octave la plus basse, on doit filtrer ses harmoniques d'autant plus que leur rang est plus élevé. Dans le cas d'un « sol », l'amplitude du fondamental décroît alors, jusqu'à la cinquième octave, à la moitié, ou moins, suivant la qualité du filtre. De plus, le sol₅, harmonique 16 du sol, se trouvera très largement débarrassé de ses harmoniques.

Une telle réponse en amplitude est intolérable pour un bon instrument. Tous les voix et registres ne servent à rien, s'il y a de telles variations de sonorité sur toute l'étendue du clavier. Il est alors préférable de ne prévoir que peu de voix, mais de bonne qualité. Il n'est cependant pas indispensable de prévoir un filtre par octave. Une sonorité équilibrée peut également être obtenue par le réseau de Baldwin, connu depuis longtemps.

Ce réseau associe tous les octaves pour les distribuer sur deux sorties, les sons élevés étant particulièrement relevés sur l'une, alors

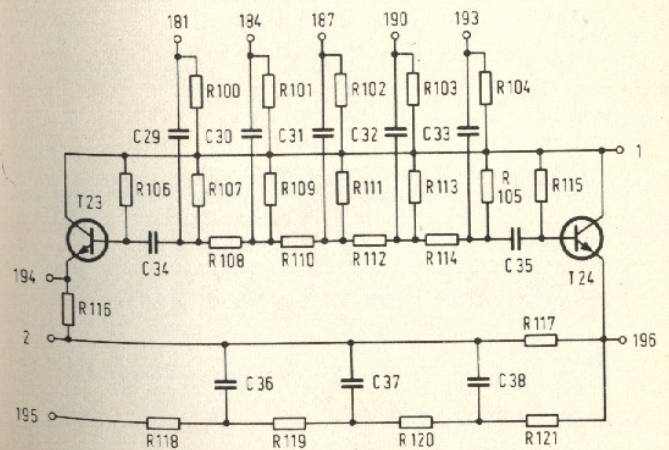


Fig. 2.51-1 Réseau d'octaves I.

que les basses le sont sur l'autre. Sur la première sortie on peut ainsi utiliser, sans atténuation notable, même des passe-bas à plusieurs cellules convenablement conçues. De même, on peut équilibrer la sonorité en connectant des passe-haut sur la sortie des basses.

Pour un piano à trois voix, on a besoin de trois réseaux d'octaves. Avec leurs étages collecteur commun de sortie, on les montera sur trois platines séparées (fig. 2.51-1 à 2.53-1). Accessoirement, chaque platine comporte un passe-bas, comme formant de piano.

2.51 Réseau d'octaves I

Liste des composants :

R 100 = 1,2 M Ω	R 110 = 68 k Ω
C 29 = 47 nF	R 111 = 470 k Ω
C 30 = 22 nF	R 112 = 68 k Ω
R 101 = 1,2 M Ω	R 113 = 470 k Ω
R 102 = 1,2 M Ω	R 114 = 68 k Ω
C 31 = 10 nF	R 115 = 470 k Ω
C 32 = 4,7 nF	C 35 = 0,22 μ F
R 103 = 1,2 M Ω	T 24 = BC 172 B
R 104 = 1,2 M Ω	R 116 = 3,9 k Ω
C 33 = 2,2 nF	R 117 = 3,9 k Ω
R 105 = 1 M Ω	R 118 = 10 k Ω
T 23 = BC 172 B	C 36 = 15 nF*
R 106 = 470 k Ω	R 119 = 10 k Ω
C 34 = 0,22 μ F	C 37 = 8,2 nF*
R 107 = 390 k Ω	R 120 = 10 k Ω
R 108 = 68 k Ω	C 38 = 15 nF*
R 109 = 470 k Ω	R 121 = 10 k Ω

* Peuvent être modifiés expérimentalement, suivant le goût personnel.

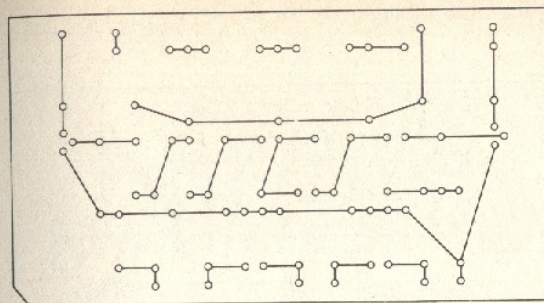


Fig. 2.51-2 Circuit imprimé.

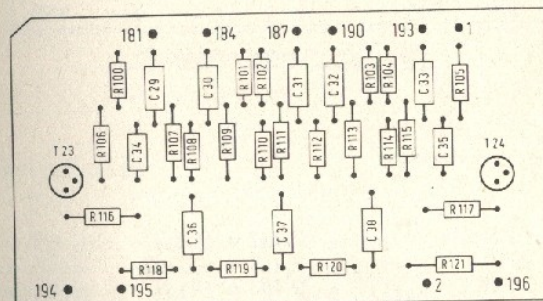


Fig. 2.51-3 Plan d'implantation.

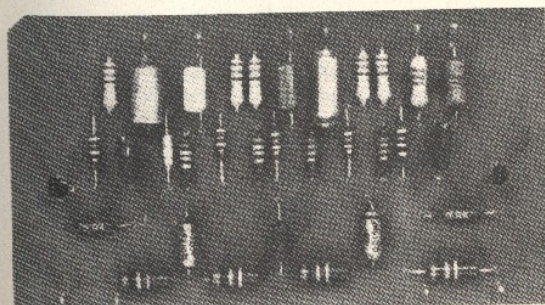


Fig. 2.51-4 Réalisation conforme à la figure 2.51-3.

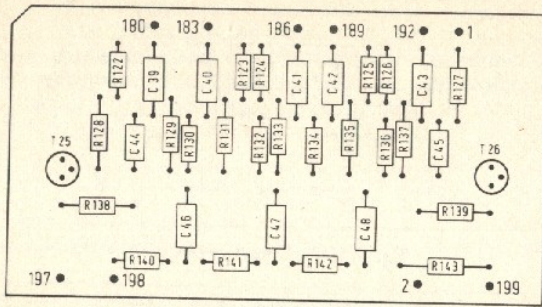


Fig. 2.52-1 Réseau d'octaves II.

Liste des composants :

- | | |
|-----------------|-----------------|
| R 122 = 1,2 MΩ | R 132 = 68 kΩ |
| C 39 = 22 nF | R 133 = 470 kΩ |
| C 40 = 10 nF | R 134 = 68 kΩ |
| R 123 = 1,2 MΩ | R 135 = 470 kΩ |
| R 124 = 1,2 MΩ | R 136 = 68 kΩ |
| C 41 = 4,7 nF | R 137 = 470 kΩ |
| C 42 = 2,2 nF | C 45 = 0,22 μF |
| R 125 = 1,2 MΩ | T 26 = BC 172 B |
| R 126 = 1,2 MΩ | R 138 = 3,9 kΩ |
| C 43 = 1,2 nF | R 139 = 3,9 kΩ |
| R 127 = 1 MΩ | R 140 = 10 kΩ |
| T 25 = BC 172 B | C 46 = 8,2 nF* |
| R 128 = 470 kΩ | R 141 = 10 kΩ |
| C 44 = 0,22 μF | C 47 = 3,9 nF* |
| R 129 = 390 kΩ | R 142 = 10 kΩ |
| R 130 = 68 kΩ | C 48 = 8,2 nF* |
| R 131 = 470 kΩ | R 143 = 10 kΩ |

* Peuvent être modifiés expérimentalement, suivant le goût personnel.

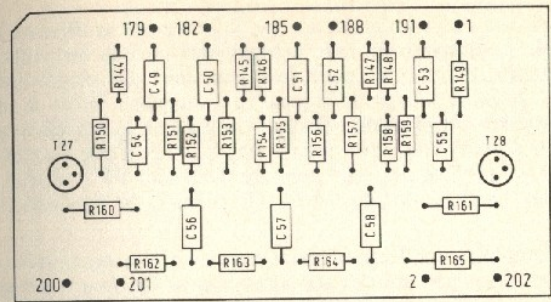


Fig. 2.53-1 Réseau d'octaves III.

Liste des composants :

- | | |
|-----------------|-----------------|
| R 144 = 1,2 MΩ | R 154 = 68 kΩ |
| C 49 = 10 nF | R 155 = 470 kΩ |
| C 50 = 4,7 nF | R 156 = 68 kΩ |
| R 145 = 1,2 MΩ | R 157 = 470 kΩ |
| R 146 = 1,2 MΩ | R 158 = 68 kΩ |
| C 51 = 2,2 nF | R 159 = 470 kΩ |
| C 52 = 1,2 nF | C 55 = 0,22 μF |
| R 147 = 1,2 MΩ | T 28 = BC 172 B |
| R 148 = 1,2 MΩ | R 160 = 3,9 kΩ |
| C 53 = 680 pF | R 161 = 3,9 kΩ |
| R 149 = 1 MΩ | R 162 = 10 kΩ |
| T 27 = BC 172 B | C 56 = 3,9 nF* |
| R 150 = 470 kΩ | R 163 = 10 kΩ |
| C 54 = 0,22 μF | C 57 = 1,8 nF* |
| R 151 = 390 kΩ | R 164 = 10 kΩ |
| R 152 = 68 kΩ | C 58 = 3,9 nF* |
| R 153 = 470 kΩ | R 165 = 10 kΩ |

* Peuvent être modifiés expérimentalement, suivant le goût personnel.

2.6 Amplificateurs et alimentation

La platine de préamplification est illustrée par les figures 2.61-1 à 2.61-4. Accessoirement, elle contient des circuits formants complémentaires, communes pour les trois voix. Le circuit oscillant L1/C60 imite la « table de résonance » du piano. Avec R167, on arrive à doser cet effet de résonance, alors que R170 est à ajuster de façon à éviter toute surmodulation. L'action d'étouffement peut être ajustée par P8 de façon centrale. De même, P7 permet, pour toutes les touches, un ajustage de la rapidité de l'extinction résiduelle.

Un amplificateur final puissant est nécessaire notamment pour la reproduction parfaite des sonorités basses. On fera avantageusement appel à des amplificateurs spéciaux pour guitares basses, et à des haut-parleurs à suspension rigide de membrane.

L'alimentation double délivre, par rapport à la masse (2) une tension positive (1) ainsi qu'une tension négative (211) de 12 V. Elle a été conçue de façon qu'on dispose de larges réserves de puissance pour de futurs circuits complémentaires. La figure 2.62-1 donne le schéma de principe ainsi que les désignations des connexions.

Le transformateur fournit $2 \times 12 \text{ V}$ avec une puissance de 100 VA. Les transistors de puissance 2 N 3055 sont à monter séparément sur deux radiateurs à sillons ou à ailettes, dimensions minimales $70 \times 75 \text{ mm}$. Pour faciliter la distinction, leurs connexions ont été repérées avec des lettres majuscules.

Tous les autres composants sont à monter sur deux platines imprimées identiques. La réalisation des platines de régulation est illustrée par les figures 2.62-2 à 2.62-6. Le schéma a été inspiré par une publication Siemens (Exemples d'application de semiconducteurs, 1972/73). Pour des raisons de fiabilité, on ne devra utiliser que les semiconducteurs indiqués.

Les deux sorties sont protégées en cas de court-circuit. Les potentiomètres P10 et P11 permettent d'ajuster le seuil de limitation à 2 A. Avec P9 et P10, on pourra obtenir des tensions de sortie exactement égales à $\pm 12 \text{ V}$.

2.61 Préamplificateur

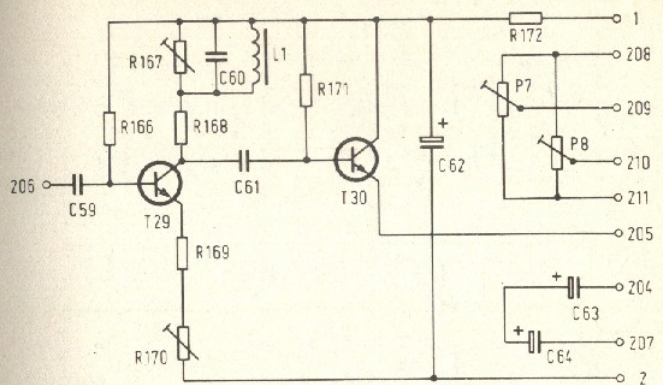


Fig. 2.61-1 Schéma du préamplificateur.

Liste des composants :

- P 6 = 4,7 k Ω log.
- P 7 = 5 k Ω /1 W
- P 8 = 5 k Ω /1 W
- R 167 = 25 k Ω
- R 166 = 1,8 M Ω
- C 59 = 1 μ F
- T 29 = BC 172 B
- C 60 = 39 nF
- C 61 = 68 nF
- R 168 = 2,7 k Ω
- R 169 = 330 Ω
- R 170 = 2,5 k Ω
- R 171 = 470 k Ω
- T 30 = BC 172 B
- C 62 = 100 μ F
- C 63 = 47 μ F
- C 64 = 47 μ F
- R 172 = 100 Ω
- L 1 : 500 spires fil émaillé 0,08 mm. Pot Ferroxcube 341/4322 022 02200.

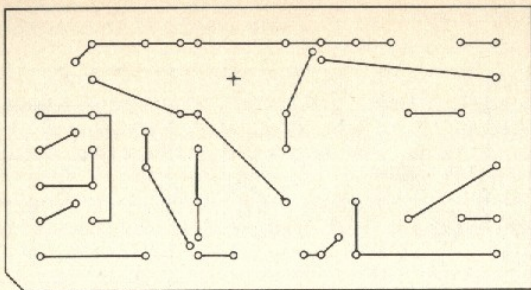


Fig. 2.61-2 Circuit imprimé.

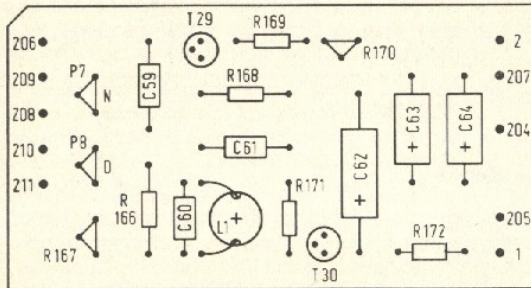


Fig. 2.61-3 Plan d'implantation.

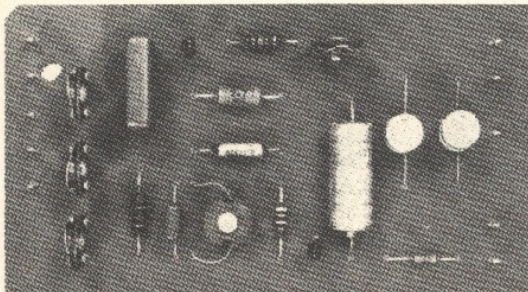


Fig. 2.61-4 Réalisation conforme à la figure 2.61-3.

2.62 Alimentation

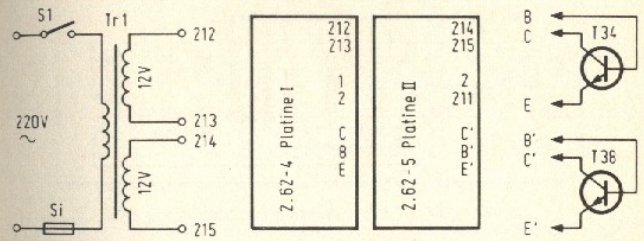


Fig. 2.62-1 Schéma fonctionnel de l'alimentation.

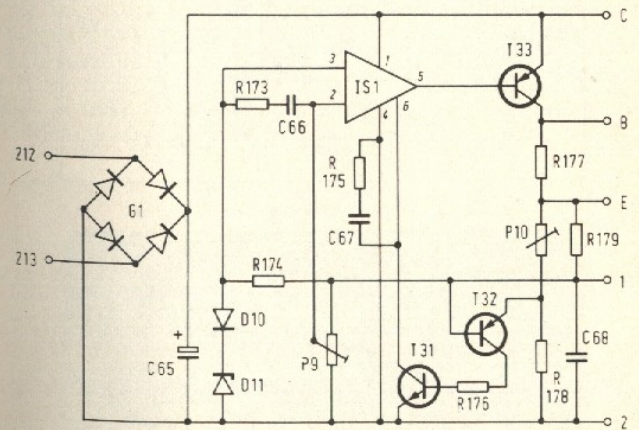


Fig. 2.62-2 Schéma du régulateur, avec repères de la platine I.

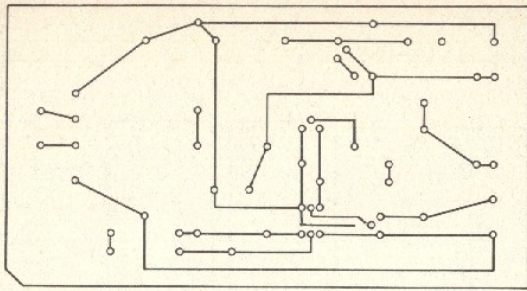


Fig. 2.62-3 Circuit imprimé.

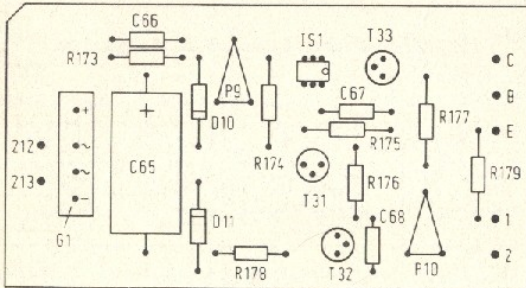


Fig. 2.62-4 Plan d'implantation de la platine I.

Liste des composants :

- | | | |
|------------------------|-----------------------|--------------------------|
| G 1 = B40 C5000 | R 174 = 2 k Ω | R 176 = 510 k Ω |
| C 66 = 470 pF | R 178 = 18 k Ω | T 32 = BCY 79 |
| R 173 = 1,2 k Ω | IS 1 = TAA 761 A | C 68 = 0,22 μ F |
| C 65 = 2500 μ F | T 31 = BCY 58 | P 10 = 5 k Ω |
| D 10 = C 0V8 | T 33 = BSV 15 | R 177 = 56 Ω |
| D 11 = C 5V6 | C 67 = 1,2 nF | R 179 = 0,5 Ω /2W |
| P 9 = 10 k Ω | R 175 = 560 Ω | T 34 = 2N 3055 |

Radiateur : voir texte.

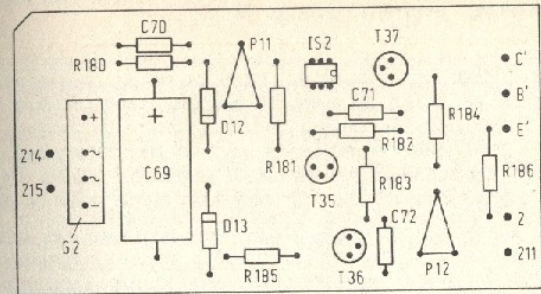


Fig. 2.62-5 Plan d'implantation de la platine II.

Liste des composants :

- | | | |
|------------------------|------------------------|--|
| G 2 = B40 C5000 | IS 2 = TAA 761 A | R 184 = 56 Ω |
| C 70 = 470 pF | T 35 = BCY 58 | R 186 = 0,5 Ω /2W |
| R 180 = 1,2 k Ω | T 37 = BSV 15 | T 38 = 2N 3055 |
| C 69 = 2500 μ F | C 71 = 1,2 nF | S 1 = Interrupteur à voyant néon incorporé |
| D 12 = C 0V8 | R 182 = 560 Ω | Si = Fusible 0,8 A avec support |
| D 13 = C 5V6 | R 183 = 510 k Ω | |
| P 11 = 10 k Ω | T 36 = BCY 79 | |
| R 18 = 2 k Ω | C 72 = 0,22 μ F | |
| R 185 = 18 k Ω | P 12 = 5 k Ω | |

Transformateur et radiateurs : voir texte.

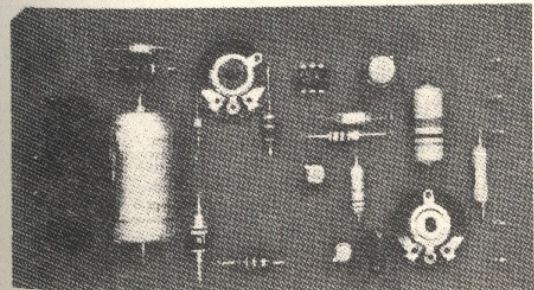


Fig. 2.62-6 Réalisation conforme à la figure 2.62-5.

2.7 Indications pour l'assemblage final

Pour la disposition globale des modules, on pourra s'inspirer de la **figure 2.7-1**. Avant montage, la planche servant de base est à revêtir d'une feuille d'aluminium collée. Les parois de blindage, indiquées en grisé, sont indispensables pour un bon découplage. Elles peuvent être constituées par du carton revêtu de feuilles d'aluminium. Tous ces blindages sont à relier à un même point de masse.

Contrairement à ce qui se passe pour le câblage des contacts mécaniques, on doit disposer les liaisons entre l'assemblage des contacts de touches et les générateurs de notes, dans l'enceinte blindée indiquée dans le plan. Les trois passages menant à chacune des platines de contact sont à aplatir contre le blindage du fond, afin d'éviter tout couplage avec les sorties. Des câbles blindés sont nécessaires pour toutes les liaisons entre le bloc de contacts de touches et les filtres de formants.

L'accord peut se faire par comparaison avec un autre instrument à touches. Dans la gamme de jeu moyenne, le $la_3 = 440$ Hz se trouve dans la troisième octave. A la fin de l'opération, on fermera les enceintes des générateurs et des liaisons par un couvercle de blindage.

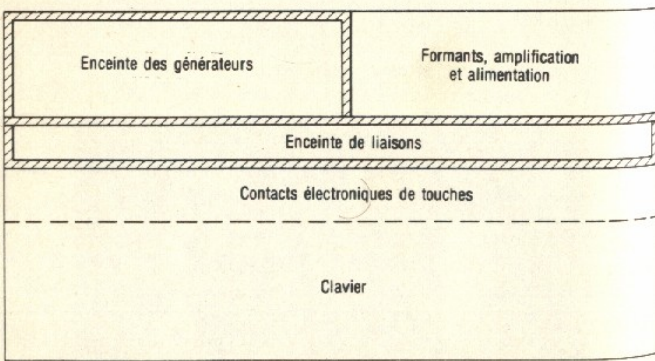


Fig. 2.7-1 Disposition des modules.

2.8 Sound-Piano

Le piano électronique, décrit ci-dessus, présente toutes les qualités d'un bon instrument. Il serait cependant dommage, si on ne profitait pas de ses excellentes propriétés d'attaque et d'extinction, pour l'imitation accessoire d'autres instruments à touches.

Les registres honky-tonk et clavicorde sont des variantes de piano, dépendant de la frappe, mais dotés d'autres sonorités. De plus, la clavicorde est à deux voix. Clavecin, harpsicorde (cimbalom) et épinette ne modifient pas leur volume avec la frappe. Leur son est très différent, car sa composition fait également appel aux sorties de basses des réseaux d'octaves.

Le schéma de principe de la **figure 2.8-1** complète celui de la **figure 2.2-1**. On relie toutes les connexions portant un même numéro.

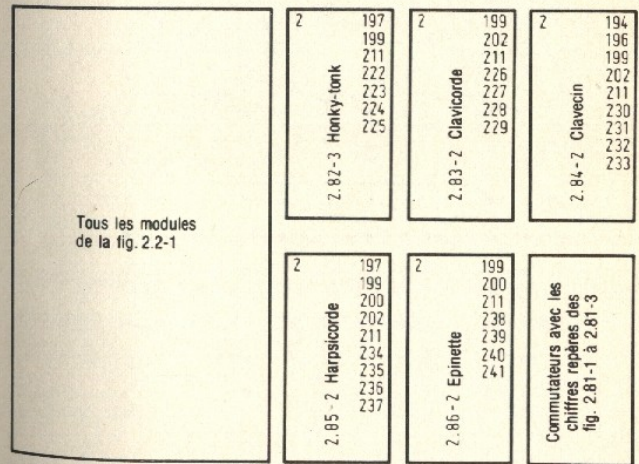


Fig. 2.8-1 Compléments nécessaires pour le sound-piano.

2.81 Registres complémentaires

Lors de l'adjonction, on doit d'abord retirer les six ponts de liaison indiqués dans la **figure 2.2-1**. On les remplace par un commutateur de groupes suivant **figure 2.81-1**. Il permet de changer rapidement entre registres prédéterminés. Les groupes III et IV ne seront utilisés que lors de l'extension vers le piano-orgue, mais leurs numéros de connexion sont déjà indiqués. Les **figures 2.81-2** et **2.81-3** illustrent la commutation des registres des groupes I et II. Tous les contacteurs fonctionnent à déclenchement mutuel.

Les registres supplémentaires seront montés sur des platines identiques. Tous les détails ressortent des **figures 2.82-1** à **2.86-2**. Pour chaque registre, on peut ajuster séparément l'allure d'extinction par les potentiomètres désignés par la lettre N, et l'action de l'étouffoir par les potentiomètres marqués D.

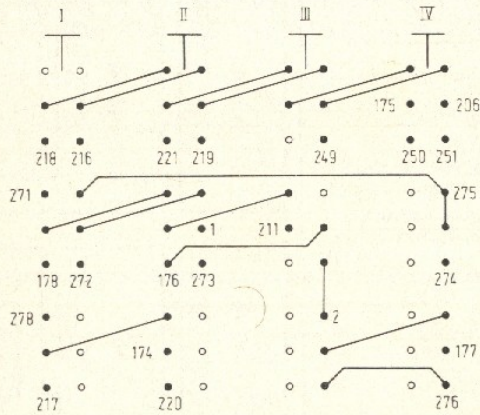


Fig. 2.81-1 Commutateur de groupes. Les connexions excédentaires ne seront utilisées que lors du complément piano-orgue.

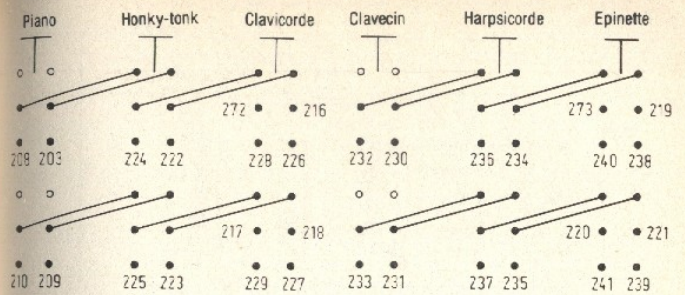


Fig. 2.81-2 Commutateur registre I. Fig. 2.81-3 Commutateur registre II.

2.82 Honky-tonk

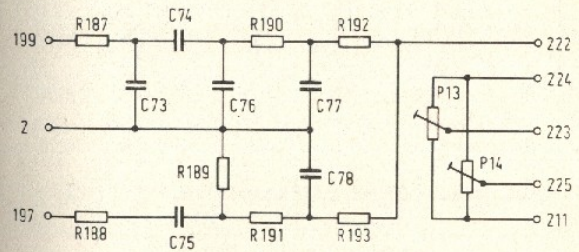


Fig. 2.82-1 Schéma du registre honky-tonk.

Liste des composants :

R 187 = 10 k Ω	R 191 = 10 k Ω
R 188 = 10 k Ω	C 77 = 8,2 nF*
C 73 = 4,7 nF*	C 78 = 22 nF*
C 74 = 22 nF*	R 192 = 10 k Ω
C 75 = 10 nF*	R 193 = 10 k Ω
C 76 = 1 nF*	P 13 = 5 k Ω /1W
R 189 = 22 k Ω	P 14 = 5 k Ω /1W

* Peuvent être modifiés expérimentalement, suivant le goût personnel.

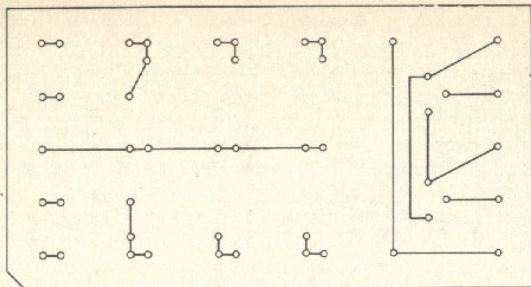


Fig. 2.82-2 Circuit imprimé.

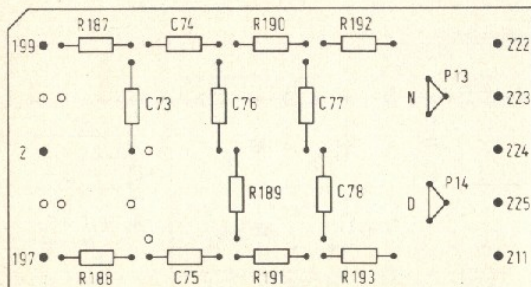


Fig. 2.82-3 Plan d'implantation.

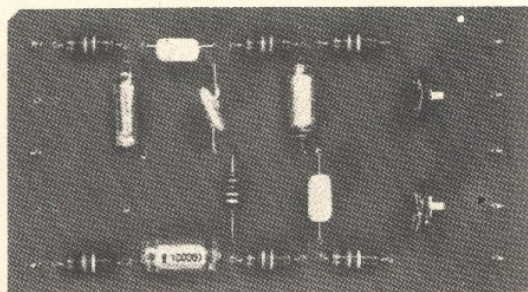


Fig. 2.82-4 Réalisation conforme à la figure 2.82-3.

2.83 Clavicorde

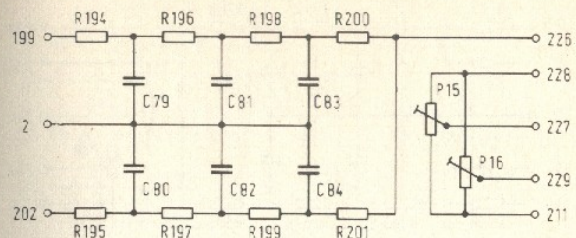


Fig. 2.83-1 Schéma du registre clavicorde.

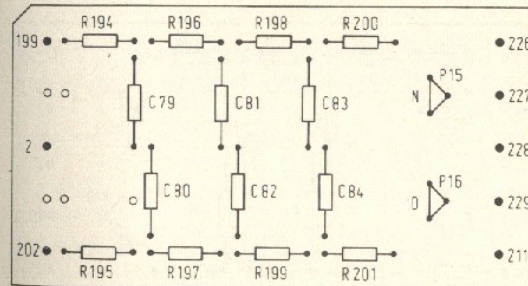


Fig. 2.83-2 Plan d'implantation.

Liste des composants :

R 194 = 10 k Ω	R 198 = 10 k Ω
R 195 = 10 k Ω	R 199 = 10 k Ω
C 79 = 8,2 nF*	C 83 = 8,2 nF*
C 80 = 3,9 nF*	C 84 = 3,9 nF*
R 196 = 10 k Ω	R 200 = 10 k Ω
R 197 = 10 k Ω	R 201 = 10 k Ω
C 81 = 3,9 nF*	P 15 = 5 k Ω /1W
C 82 = 1,8 nF*	P 16 = 5 k Ω /1W

* Peuvent être modifiés expérimentalement, suivant le goût personnel.

2.84 Clavecin

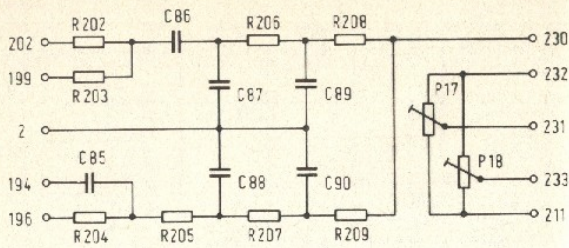


Fig. 2.84-1 Schéma du registre clavecin.

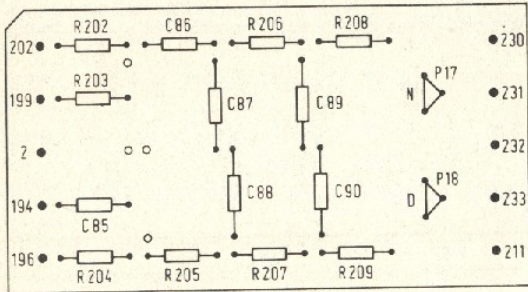


Fig. 2.84-2 Plan d'implantation.

Liste des composants

R 202 = 22 k Ω	R 206 = 10 k Ω
R 203 = 10 k Ω	R 207 = 10 k Ω
C 85 = 22 nF	C 89 = 4,7 nF *
R 204 = 10 k Ω	C 90 = 10 nF *
C 86 = 15 nF *	R 208 = 10 k Ω
R 205 = 10 k Ω	R 209 = 10 k Ω
C 87 = 2,7 nF *	P 17 = 5 k Ω /1 W
C 88 = 10 nF *	P 18 = 5 k Ω /1 W

* Peuvent être modifiés expérimentalement, suivant le goût personnel.

2.85 Harpsicorde

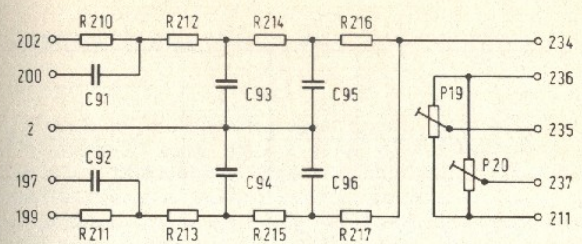


Fig. 2.85-1 Schéma du registre harpsicorde.

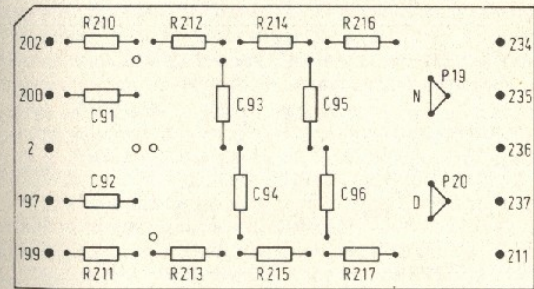


Fig. 2.85-2 Plan d'implantation.

Liste des composants :

R 210 = 10 k Ω	R 214 = 10 k Ω
C 91 = 2,2 nF*	R 215 = 10 k Ω
C 92 = 22 nF*	C 95 = 2,7 nF*
R 211 = 10 k Ω	C 96 = 6,8 nF*
R 212 = 10 k Ω	R 216 = 10 k Ω
R 213 = 10 k Ω	R 217 = 10 k Ω
C 93 = 2,7 nF*	P 19 = 5 k Ω /1 W
C 94 = 6,8 nF*	P 20 = 5 k Ω /1 W

* Peuvent être modifiés expérimentalement, suivant le goût personnel.

2.86 Epinette

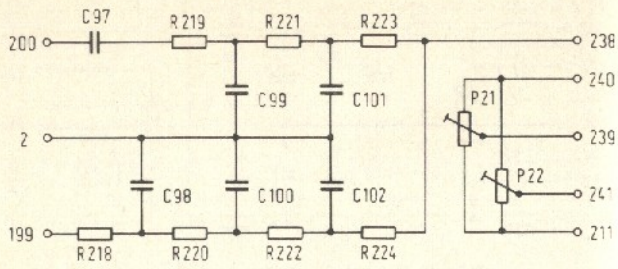


Fig. 2.86-1 Schéma du registre épinette.

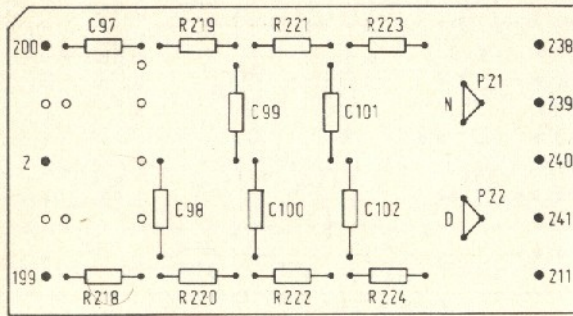


Fig. 2.86-2 Plan d'implantation.

Liste des composants :

C 97 = 8,2 nF*	R 222 = 10 k Ω
R 218 = 10 k Ω	C 101 = 3,9 nF*
C 98 = 10 nF*	C 102 = 10 nF*
R 219 = 10 k Ω	R 223 = 10 k Ω
R 220 = 10 k Ω	R 224 = 10 k Ω
C 99 = 3,9 nF*	P 21 = 5 k Ω /1 W
C 100 = 10 nF*	P 22 = 5 k Ω /1 W
R 221 = 10 k Ω	

* Peuvent être modifiés expérimentalement, suivant le goût personnel.