

Interface et alimentation

Chapitre 3

Le synthétiseur de musique d'Elektor prend forme petit à petit: le boîtier du clavier va se terminer, l'alimentation peut être montée, et la description de la partie mécanique donne suffisamment d'indications pour pouvoir préparer le coffret contenant les modules.

Récepteur d'interface

Le circuit du récepteur d'interface (Fig. 1) comprend un suiveur de tension pour la tension de clavier et un deuxième circuit de retard (le premier se trouve sur le circuit interface) équipé d'un témoin à LED destiné à l'impulsion de porte. L'utilité de cette petite platine récepteur s'est révélée durant la mise au point: pour des fils de raccordement au clavier de longueur importante, la chute de tension sur les fils d'alimentation provoquée par les impulsions d'intensité consommées par le témoin de porte aurait pu conduire à une 'modulation' de la tension de clavier. En plaçant cette partie du circuit sur la platine du récepteur, ce problème se résout de lui-même. Le suiveur de tension IC7 qui se trouve sur ce circuit permet de s'assurer que la tension de commande de hauteur des notes n'est pas

IC7, IC8 = μ A741C, MC1741CP1 (Mini Dip)
D3 = 1N4148
D4 = LED
D5 = OA91, OA95, AA119
9722 1

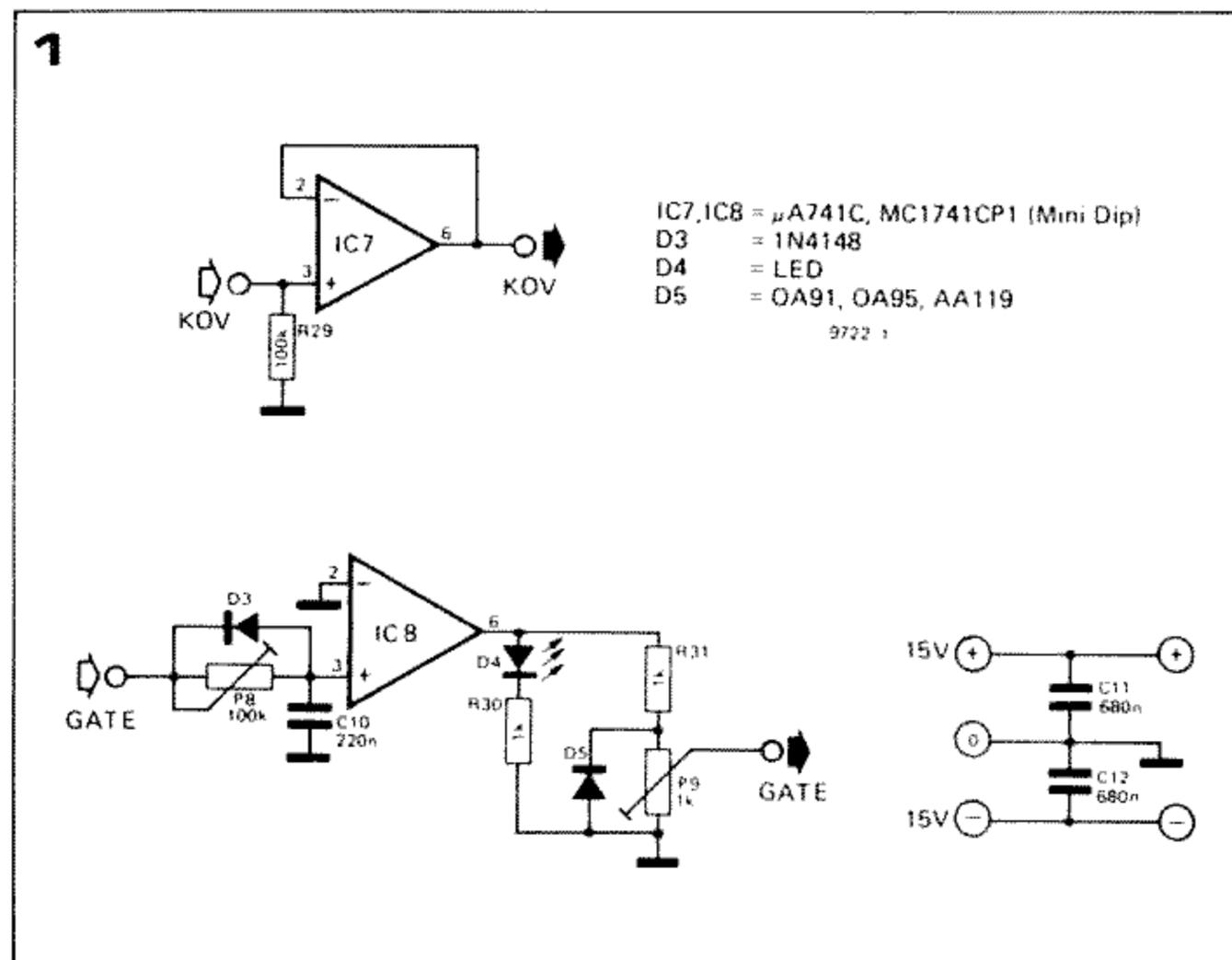
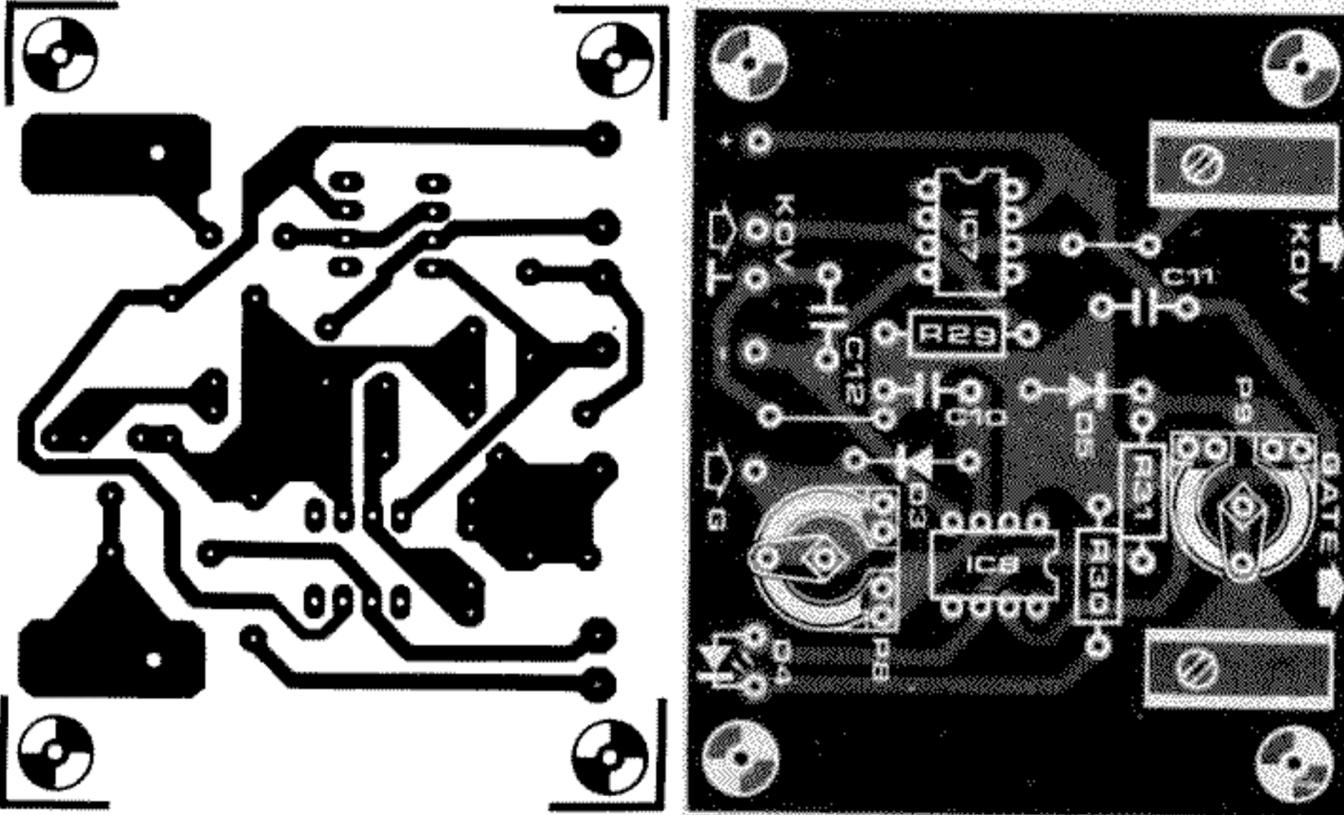


Figure 1. Schéma du circuit récepteur d'interface.

Figure 2. Circuit imprimé, implantation et liste des composants du circuit récepteur.

influencée même lorsque le fil de raccordement au clavier est assez long. Un diviseur de tension est placé en sortie du circuit de retard de porte; P9 permet de fixer l'amplitude de l'impulsion de porte à 5 V. La diode D5 'colle' la tension de sortie négative de l'ampli op à la masse. Les deux sorties du circuit récepteur (figure 2) sont deux rectangles de bonne taille permettant de les raccorder aux entrées GATE (= porte) et KOV des modules du synthétiseur. Il faut remarquer déjà que la LED D4 ne doit pas être soudée sur le circuit imprimé de l'interface; elle sera montée plus tard (10ème partie) sur la face avant du module COM et servira de témoin de porte. La modification nécessaire est très simple: au lieu de souder la résistance R30 sur le circuit imprimé du récepteur selon les indications du circuit imprimé, on la place à l'endroit prévu pour D4. L'un

2



Liste des composants de la figure 1

Résistances:

R29 = 100 k
R30, R31 = 1 k

Potentiomètres ajustables:

P8 = 100 k
P9 = 1 k

Condensateurs:

C10 = 220 n
C11, C12 = 680 n

Semi-conducteurs:

IC7, IC8 = μ A 741 C, MC 1741 CP1
(boîtier mini-Dip)
D3 = 1N4148
D4 = LED par ex. TIL209
D5 = OA 91, OA 95, AA 119

des trous de R30 laissés libres (juste à côté de la sortie GATE) est la 'nouvelle' sortie de porte pour la LED, et sera relié suivant le schéma de câblage à l'entrée Gate du circuit imprimé COM.

Circuit imprimé du clavier

Comme nous l'avons déjà vu dans le chapitre 'Circuit de clavier', le circuit de clavier proprement dit se compose d'une chaîne de résistances, du bon nombre de contacts doubles correspondant aux touches ainsi que de barres collectrices destinées à la tension de clavier et à l'impulsion de porte. Ce 'circuit' (figure 3) est monté séparément du circuit imprimé de l'interface sur les circuits imprimés du clavier afin de permettre un câblage aussi simple que possible des fils de contact.

Comme la longueur des circuits imprimés est limitée pour des raisons techniques, le circuit imprimé de clavier (figure 4) correspond à une octave. Un circuit imprimé rassemble donc 12 ensembles de contacts aux résistances du diviseur correspondantes et aux barres collectrices. Les résistances sont montées du côté cuivre du circuit imprimé afin de pouvoir le fixer simplement par collage sur le châssis SKA. Les photos 1 et 2 montrent que les tiges des contacts et les pastilles du circuit imprimé correspondent, ce qui permet de les souder directement. La disposition des pistes aux extrémités du circuit imprimé permet de placer bout à bout autant de circuits imprimés qu'il y a d'octaves au clavier. La bande de circuit imprimé ainsi obtenue sera raccordée à une extrémité au circuit imprimé de l'interface, l'autre étant bouclée à l'aide d'un strap de fil de câblage isolé (visible sur l'implantation du circuit imprimé près de R12).

Choix des composants et réalisation

Ce qui a été décrit dans l'introduction de la deuxième partie est valable pour tous les composants du synthétiseur. Il faut encore insister sur le fait que l'on ne peut en aucun cas remplacer les résistances à couche métallique, les potentiomètres et les ajustables Cermet

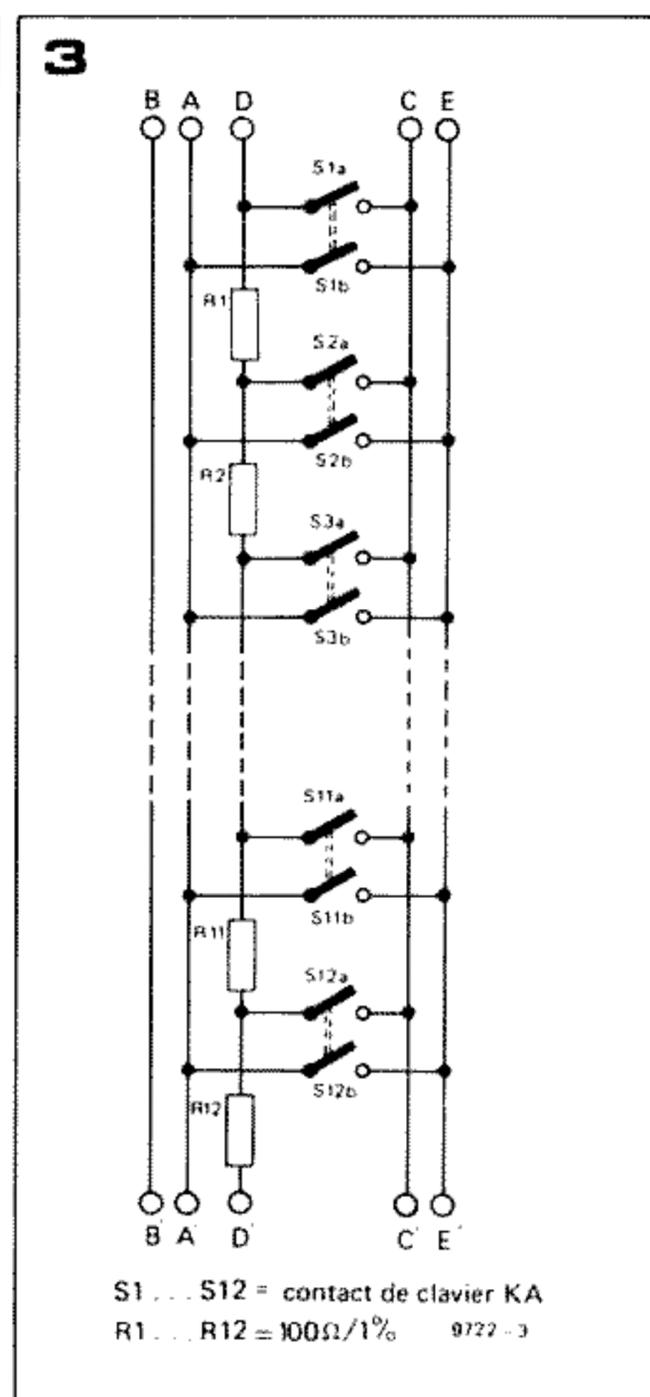


Figure 3. 'Circuit' et liste des composants du circuit imprimé de clavier.

Figure 4. Circuit imprimé et implantation des composants du clavier. Les composants sont soudés côté cuivre. Il faut réaliser trois circuits imprimés identiques pour le clavier trois octaves du FORMANT (un circuit par octave du clavier).

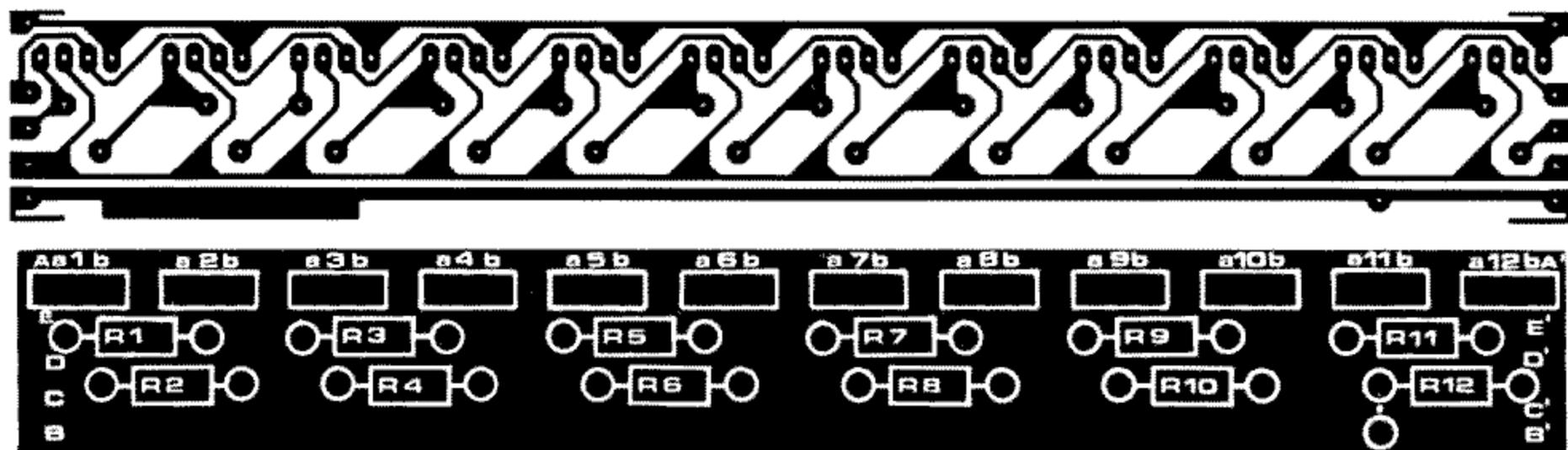
Figure 5. La détermination de la valeur optimale de la résistance de source du suiveur de tension à FET s'effectue à l'aide de ce montage d'essai, qui sera facilement réalisé à partir d'un support de transistor. Les brochages des différents transistors utilisables sont décrits à la figure 5 b.

par des composants à couche de carbone. Il faut également accorder toute son attention aux semiconducteurs employés. L'origine du fabricant et le type des circuits intégrés doivent être visiblement imprimés sur le boîtier, comme c'est le cas pour tous les fabricants réputés. Dans les listes de composants sont données à titre d'exemple les dénominations 'exactes' des amplificateurs opérationnels 741 de deux fabricants connus (Fairchild et Motorola).

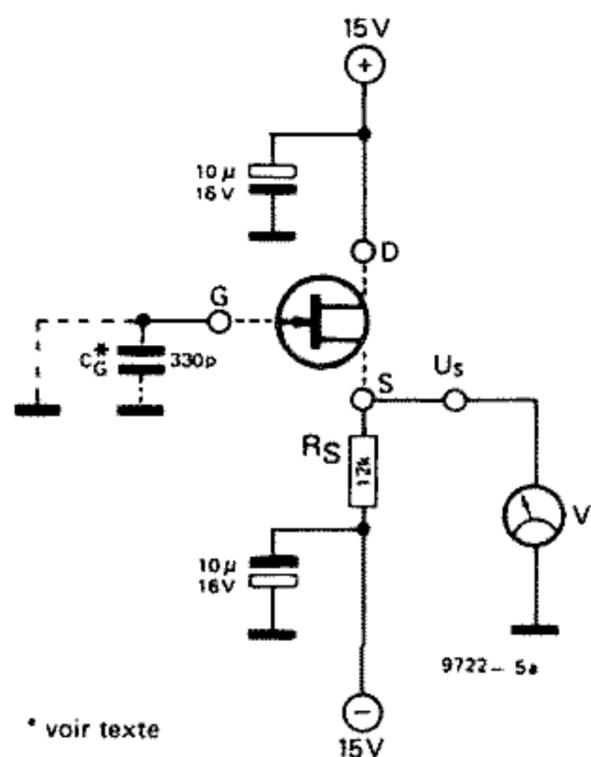
Un contrôle n'est indispensable que pour les FETs T1, T2 et T3. En fait, tout exemplaire du type BF245A ou BF244A peut convenir, mais en raison de la dispersion des caractéristiques I_{DSS} et U_p annoncée par le fabricant, il est nécessaire d'adapter la résistance de source à l'exemplaire utilisé. Il est très facile d'y parvenir. Pour ce faire, on réalise le montage d'essai de la figure 5a avec un support pour le transistor. La tension de source est mesurée après avoir placé le FET en essai sur le support, et l'on détermine la valeur correspondante de la résistance de source grâce au tableau 1. Le FET en essai sera monté sur la platine de l'interface à la place de T1, T3 ou T4, mais avec cette résistance de source.

Comme chaque FET doit subir cette vérification, on peut par la même occasion vérifier le courant de fuite de la grille (par simple précaution). Il faut alors rajouter au montage d'essai le condensateur C_G indiqué en pointillé (condensateur film plastique à faible courant de fuite, par exemple WIMA FKC). La tension de source est mesurée au multimètre ou à l'oscilloscope. On décharge tout d'abord le condensateur en mettant un court instant la grille à la masse avec un cordon de mesure. La tension de source doit alors tomber en-dessous de 1,5 V et monter lentement. La montée traduit l'existence du courant de fuite, qui charge le condensateur petit à petit; la vitesse de montée de la tension de source est donc une mesure du courant de fuite de la grille. Si la tension de sortie ne 'grimpe' pas de façon trop rapide (1 V ou plus par seconde), le courant de fuite est suffisamment

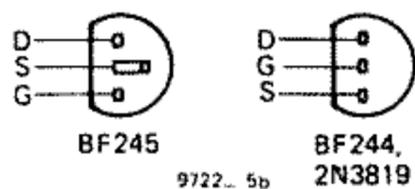
4



5a



5b



à la partie S & H en raison des hautes impédances mises en jeu; les circuits imprimés du clavier dont les pastilles sont très rapprochées doivent être soudés avec précaution, même si le vernis épargne-soudure minimise grandement le problème.

Les straps des circuits imprimés seront au mieux réalisés à l'aide de fil de cuivre argenté de 0,6 ou 0,8 mm de diamètre. Les connexions des circuits imprimés doivent être équipées de picots; pour le circuit imprimé de l'interface les connexions de clavier A à F seront munies de picots du côté cuivre, car là aussi le câblage se fait 'à l'envers'. Les côtés cuivrés des circuits imprimés seront nettoyés à l'alcool après montage des composants, puis passés au vernis de protection soudable.

Test des circuits

La 'check-list' ci-dessous correspond aux essais à effectuer pour les circuits interface et récepteur.

Les réglages définitifs seront effectués lorsque le montage du clavier complet sera terminé; cependant, l'expérience a montré que cette vérification préalable permet de gagner un temps considérable lors de la mise au point définitive.

Check-list interface

- 1) Intensité consommée
Appliquer les tensions d'alimentation, puis mesurer l'intensité circulant dans les fils d'alimentation positive et négative. Les deux courants doivent se situer entre 18 et 25 mA.
- 2) Source de courant du clavier
 - a) Relier un contrôleur universel (calibre 1 ou 5 mA) aux points B (+) et D (-). Contrôler la plage de réglage obtenue avec P6. Le courant doit être réglable entre 0,8 et 1 mA.
 - b) Au cas où le contrôleur universel ne possède pas de calibre approprié, relier les points B et D par une résistance de 1 k. Faire varier la chute de tension dans la résistance avec P6 et la mesurer. Celle-ci doit être réglable entre 0,8 et 1 V.
 - c) Contrôle du 'point de masse virtuel'. Mesurer la tension entre la broche 2 d'IC2 et la masse; celle-ci doit être inférieure à 5 mV (avec une résistance de 1 k entre B et D!).
- 3) Circuit de porte (GATE)
Relier le point E du circuit imprimé au point A avec un commutateur. Mesurer la tension au point G du circuit. La tension doit être de l'ordre de -12 à -15 V commutateur ouvert, et de +12 à +15 V commutateur fermé.
- 4) S & H
 - a) Relier le point C du circuit imprimé à la masse à l'aide d'un inverseur (le commutateur 'Gate' entre A et E reste connecté). Mettre le point C à la masse avec l'inverseur, mettre P1 en position de résistance minimale, fermer le commutateur 'Gate'. Mesurer la tension de source T4; elle doit être inférieure à 4 V et ne doit pas varier après ouverture du commutateur 'Gate'.
 - b) Laisser le commutateur 'Gate' ouvert, connecter le point C au point A avec l'inverseur. La tension de source de T4 doit être identique à celle mesurée auparavant. Fermer le commutateur 'Gate', la tension de source doit alors se stabiliser entre 3,6 et 4,6 V de plus qu'avant. Après ouverture du

commutateur Gate, la tension doit à nouveau rester constante.

c) Régler P1 à sa valeur maximale, mettre l'inverseur en position 'masse', fermer le commutateur Gate. La tension de source de T4 doit baisser et atteindre après 2 à 3 secondes la valeur inférieure.

5) Sommateur

a) Compensation d'offset.

Garder la disposition de 4c. Mettre P2 hors circuit (S1 sur 'masse'), mettre les curseurs de P3 et P5 du côté masse. Régler la tension de la sortie KOV à 0V (potentiel de la masse) à l'aide de P4 (compensation d'offset).

b) Accord global.

Mettre P2 en circuit au moyen de S1, et le tourner en position maximum et minimum. La tension de sortie KOV doit être dans le premier cas de +5 V, et de -5 V dans le deuxième cas.

c) Accord fin.

Mettre P2 hors circuit. Mettre P5 en position maximum (curseur à R 14). La tension KOV doit être d'environ 0,15 V.

d) Modulation de fréquence.

Remettre le curseur de P5 à la masse. Relier l'entrée FM au point A du circuit imprimé. Faire varier la tension KOV avec P3; elle doit être réglable entre 0 et environ 10 V. (Pour les pointilleux: la tension maximale de sortie atteint 2,13 fois la tension à l'entrée FM \pm 5% de tolérance due à R 10.)

6) Récepteur interface

Relier le circuit imprimé du récepteur à celui d'interface (connexions KOV et Gate). Répéter l'opération 5 b, mais effectuer la mesure à la sortie KOV du récepteur.

Recommencer également le test de porte 3; la LED témoin doit s'allumer lorsque le commutateur Gate est fermé. En gardant la même disposition, régler à 5 V la tension de la sortie Gate à l'aide de P9.

Montage des circuits imprimés et du clavier

Comme le montrent les photos, les circuits imprimés et le clavier SKA composent une unité mécanique et fonctionnelle. Le montage de cette unité commence bien entendu par la mise en place des circuits imprimés du clavier. Tout d'abord, il faut relier à l'aide de straps courts autant de circuits de clavier que le clavier comprend d'octaves. Les connexions A' à E' d'un circuit imprimé sont reliées aux connexions A à E du circuit imprimé voisin (voir photo 1). Aucun espace ne doit subsister entre les circuits imprimés, car sinon les distances des connexions destinées aux tiges de contact ne correspondent plus.

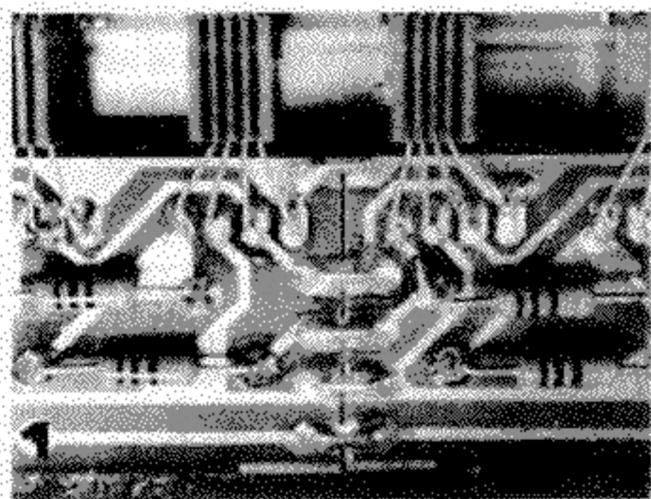
L'étape suivante consiste à confectionner une réglette de plexiglas destinée à supporter l'ensemble des circuits de clavier. Il est également possible de prévoir la largeur de la réglette de montage suffisante pour que l'on puisse fixer dessus les circuits de clavier par collage. Il faut prendre garde lors du collage à ce que le bord avant de la réglette vienne toucher les blocs de contact, et que les blocs de contact soient alignés avec les pastilles du circuit imprimé. A cette condition, la longueur des tiges de connexion suffit pour les souder directement sur les

faible. Une variation de tension inférieure à 1 V en 10 secondes est typique.

Il faut prendre garde lors de la mesure du courant de fuite qu'aucun courant de fuite supplémentaire causé par une réalisation impropre du montage ou une tension de ronflement (due à la proximité d'un transformateur ou à des connexions trop longues) ne vienne fausser le résultat de la mesure.

Le montage d'essai pourra être conservé, car il sera encore utilisé par la suite pour la construction du FORMANT. On peut utiliser pour T2 les types BF244/245A, B ou C, ainsi que le 2N3819; l'essai n'est pas indispensable s'il s'agit de transistors de marque. Le brochage indiqué sur le circuit imprimé n'est valable que pour le BF245. Le BF244 et le 2N3819 ont un brochage différent qui est représenté à la figure 5b. Le brochage donné pour le 2N3819 correspond par exemple aux modèles de Valvo et de Texas mais attention, il existe des exceptions! Il faudra également faire attention à la qualité des résistances, des potentiomètres et des ajustables et utiliser des composants de marque; l'utilisation d'ajustables encapsulés et de potentiomètres robustes ne pourra qu'augmenter la fiabilité du circuit d'interface.

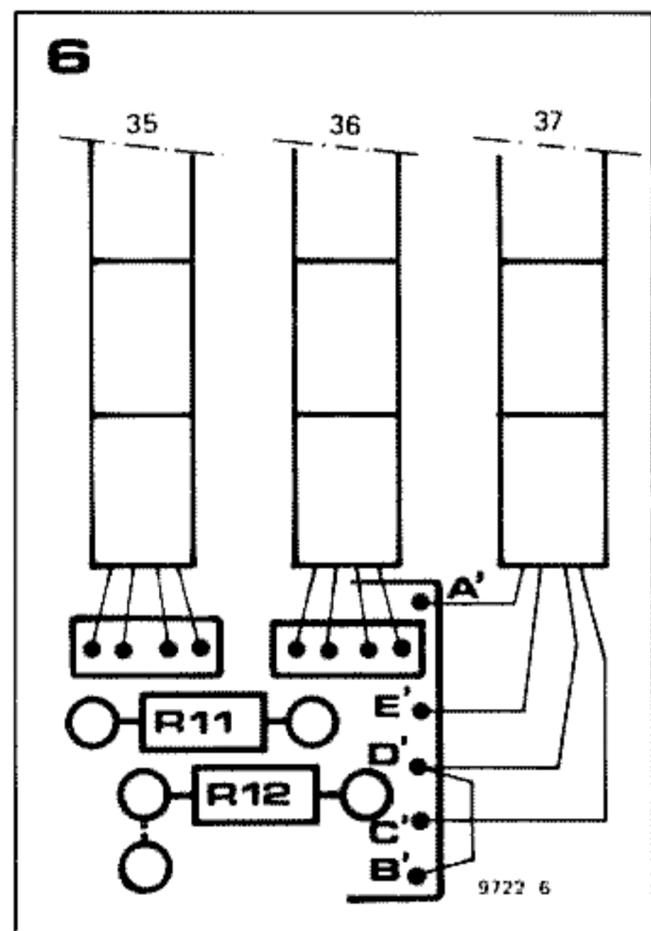
L'implantation des composants sur les circuits imprimés requiert de la patience, du soin et de la propreté. Pour l'interface, il faut en particulier accorder toute son attention



pastilles du circuit imprimé (photo 1). On emploiera pour le collage des circuits imprimés de la colle universelle ou mieux, de la bande adhésive double face afin que les circuits de clavier puissent être éventuellement démontés par la suite; l'utilisation d'une colle époxy ne permettrait généralement plus de le faire. On pourra se procurer cette bande adhésive double face dans une droguerie ou chez un spécialiste des revêtements de sol.

Les fils des contacts doivent être légèrement écartés les uns des autres avant de les souder (photo 1). La soudure réclame malgré le vernis épargne-soudure beaucoup de soin; elle s'effectuera avec une panne de fer à souder fine.

Comme nous l'avons déjà vu, le bouclage du dernier circuit imprimé (extrémité droite du clavier) se fait avec un strap; la résistance R 12 est alors omise. Ceci ne vaut que si le nombre de touches est un multiple de 12. Dans le cas du clavier SKA, il y a une touche de plus (nombre de touches = nombre d'octaves x 12 + 1). Si l'on veut également utiliser la dernière touche, on câblera l'extrémité du circuit imprimé selon la figure 6. Le montage du circuit imprimé de l'interface s'effectue sur un rectangle de tôle d'aluminium vissé à une extrémité sur le châssis de clavier. Le plan de cette pièce se trouve à la figure 7. L'ouverture rectangulaire permet d'accéder par-



dessous aux points A à F du circuit imprimé. Cela autorise la réalisation de connexions très courtes aux points correspondants du circuit imprimé de clavier. La connexion de masse F du circuit d'interface sera reliée au châssis d'aluminium du clavier; on obtiendra un point de masse correct en munissant une des vis de fixation d'une cosse à souder. Le circuit d'interface terminé et son câblage avec le circuit de clavier sont décrits sur les photos 2 et 3.

Face avant, coffret et montage

Il reste à ajouter un boîtier muni d'une prise 5 broches et d'une face avant pour l'interface afin que le clavier soit complet. La face avant de l'interface est représentée à la figure 8; tous les organes de commande de l'interface sont disposés de façon claire: réglage du 'swing' de la modulation de fréquence (FM), réglage de la vitesse du 'Portamento', ainsi que le réglage grossier ('Coarse') et fin ('Fine') de l'accord. Une prise d'entrée pour le signal de modulation correspond au bouton de réglage FM. Cette entrée est équipée (comme toutes les autres entrées extérieures des modules du FORMANT) par une prise jack de 3,5 mm.

Comme le montrent les inscriptions ON-OFF de la face avant, l'accord grossier est commutable à l'aide d'un commutateur à levier miniature. Quatre échelles linéaires sont prévues pour les potentiomètres. On pourra trouver des boutons adaptés dans les catalogues de plusieurs fabricants. Il est possible d'utiliser soit des boutons-flèches, soit des boutons munis d'une collerette transparente (26 mm de diamètre). Les collerettes sont munies ou non d'un trait de repère, les derniers modèles étant généralement meilleur marché. Un conseil à ce sujet: il est possible de rajouter soi-même le trait de repère avec un feutre indélébile (par exemple Markana 33). En plus de l'économie réalisée, cela permet de choisir librement la couleur du trait. Les boutons devront avoir un diamètre de 13 à 15 mm (pour un axe de 6 mm). La figure 9 montre un exemple de boîtier destiné à un clavier 3 octaves. L'emploi d'un boîtier construit à partir d'un profilé métallique ou de plaques de métal assure un blindage efficace de tout le clavier. Si on construit un boîtier en bois, le blindage sera réalisé en collant une feuille d'aluminium à l'intérieur. Le boîtier de clavier doit être conçu de façon à permettre un démontage facile de sa partie supérieure en cas d'intervention ultérieure ou de dépannage. De cette façon, la mise en place du clavier ne posera également aucun problème. Il faut auparavant installer une prise 5 ou 6 broches sur le flanc gauche du boîtier. La qualité de la prise devra être excellente; il ne faudra pas lésiner

sur son prix d'achat. Dans ce cas, les modèles à blocage par vis ou baïonnette assurant un contact sans défaut valent leur prix.

Le clavier complet est alors installé par le haut dans le boîtier, puis fixé sur le fond à l'aide de 2 à 4 vis passant dans le châssis du clavier. Dans le cas d'un boîtier métallique, celui-ci se trouve par la même occasion mis à la masse; si le boîtier est en bois, il faut encore relier électriquement le point de masse du châssis de clavier au blindage et à la face avant. Il faut également câbler la prise et les connexions situées à gauche sur le circuit d'interface (+15 V, -15 V, masse, KOV et Gate). La meilleure manière consiste à souder avant l'assemblage du boîtier les fils aux connexions du circuit d'interface destinés à la face avant (P2, P3, P5, S1 et FM). Les connexions devront être suffisamment longues pour permettre un démontage commode de la face avant.

La boîtier peut alors être fermé. L'ensemble du clavier est terminé, une fois les composants de la face avant soudés aux connexions toutes préparées et la face avant vissée. Il reste encore à mentionner que l'ouverture dans la plaque du dessus doit permettre une bonne accessibilité au circuit d'interface lorsque la face avant est démontée. Si l'on munit celle-ci d'une charnière sur le côté gauche, on peut alors la rabattre après démontage des deux vis restantes.

Mise au point de l'interface

La mise au point définitive de l'interface pourra être effectuée lorsque l'alimentation du FORMANT sera disponible.

Trois réglages doivent être ajustés:

1) Compensation de l'offset

Mettre hors service le réglage d'accord (S1 en position OFF). Maintenir enfoncée la touche correspondant à la note la plus basse, puis régler le potentiomètre ajustable Cermet P4 pour obtenir une tension KOV de 0V.

2) Caractéristique 1 V/octave

Ce réglage doit être aussi précis que possible (au moins à 1% près); il nécessite l'emploi d'un multimètre digital 3 digits et demi qui servira également à régler les tensions d'alimentation.

Le réglage d'accord global reste hors service. On mesure alors la tension KOV en appuyant sur des touches distantes d'une octave. L'ajustable Cermet P6 sera réglé de façon à obtenir une variation de KOV d'exactement 1 V pour chaque octave. La précision de ce réglage garantit par la suite une mise au point facile des VCOs; d'autre part, le clavier du FORMANT devient ainsi compatible pour d'autres synthétiseurs, dans la mesure où ils présentent la caractéristique (élargie) de 1 V/octave.

Une fois ce réglage effectué, il faudra vérifier à nouveau la compensation

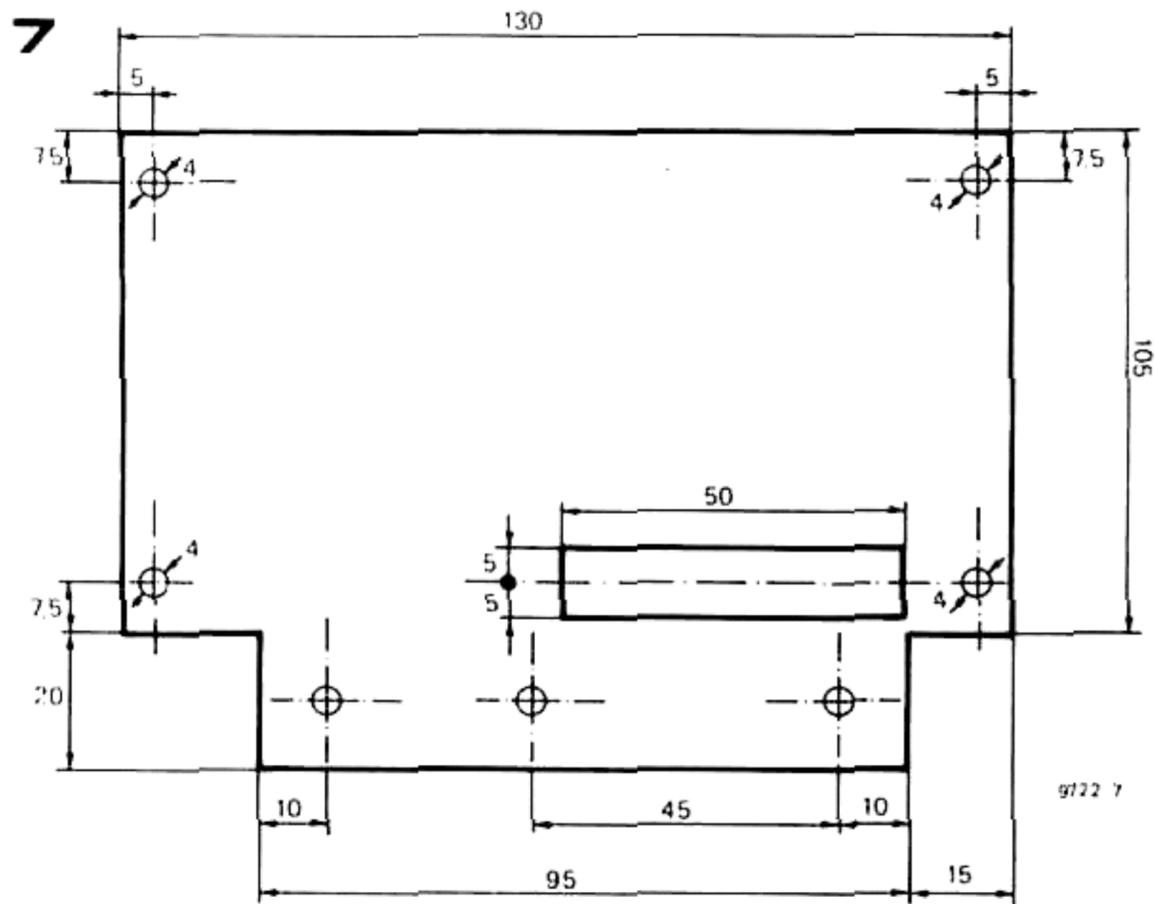


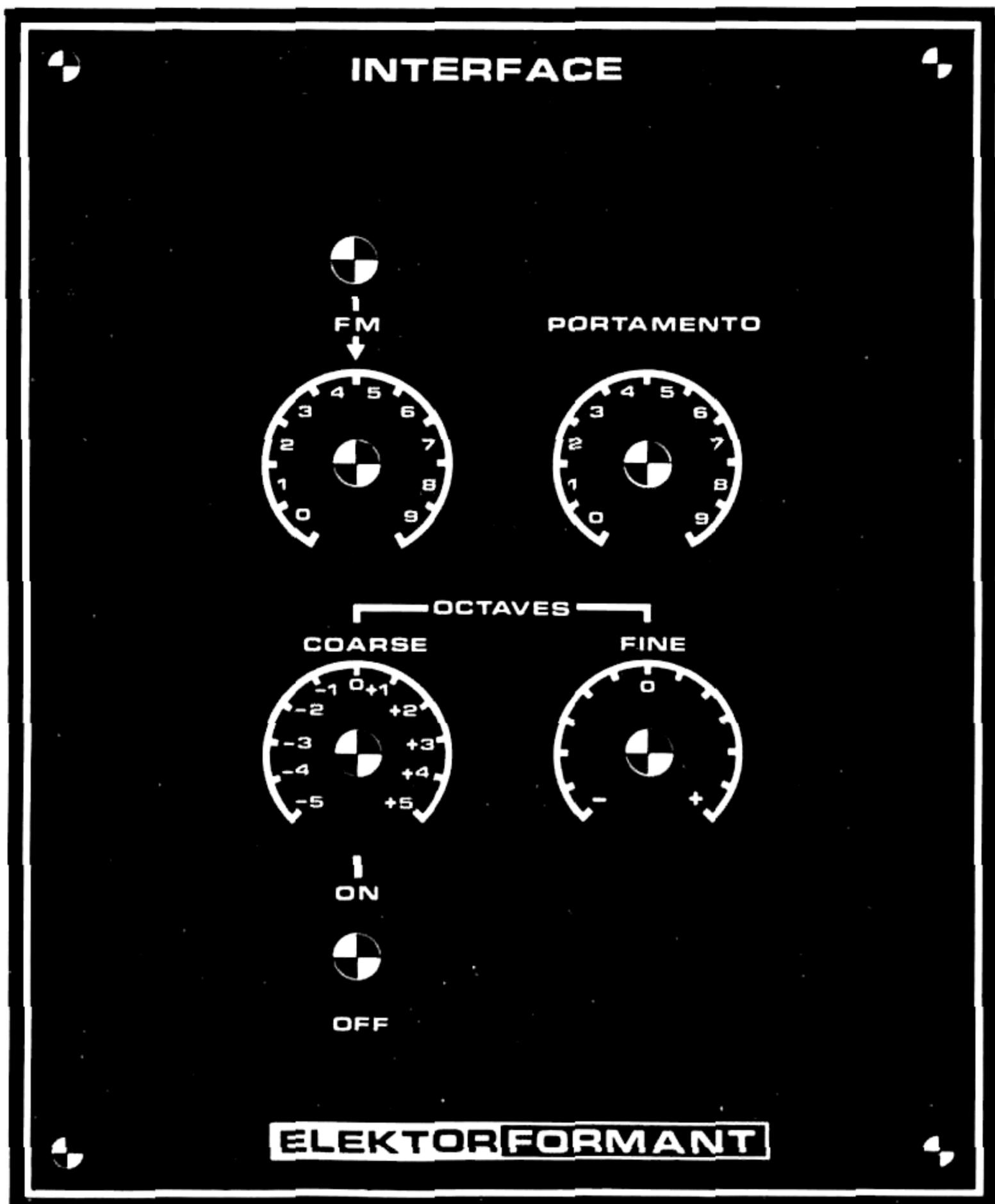
Figure 6. Câblage du 'dernier' (37ème) contacteur du clavier SKA. Si l'on n'utilise pas la 37ème touche, le circuit imprimé sera muni du strap indiqué en pointillé; R12 et le contacteur 37 seront omis.

Figure 7. Croquis du support du circuit imprimé de l'interface.

Figure 8. Face avant de l'interface.

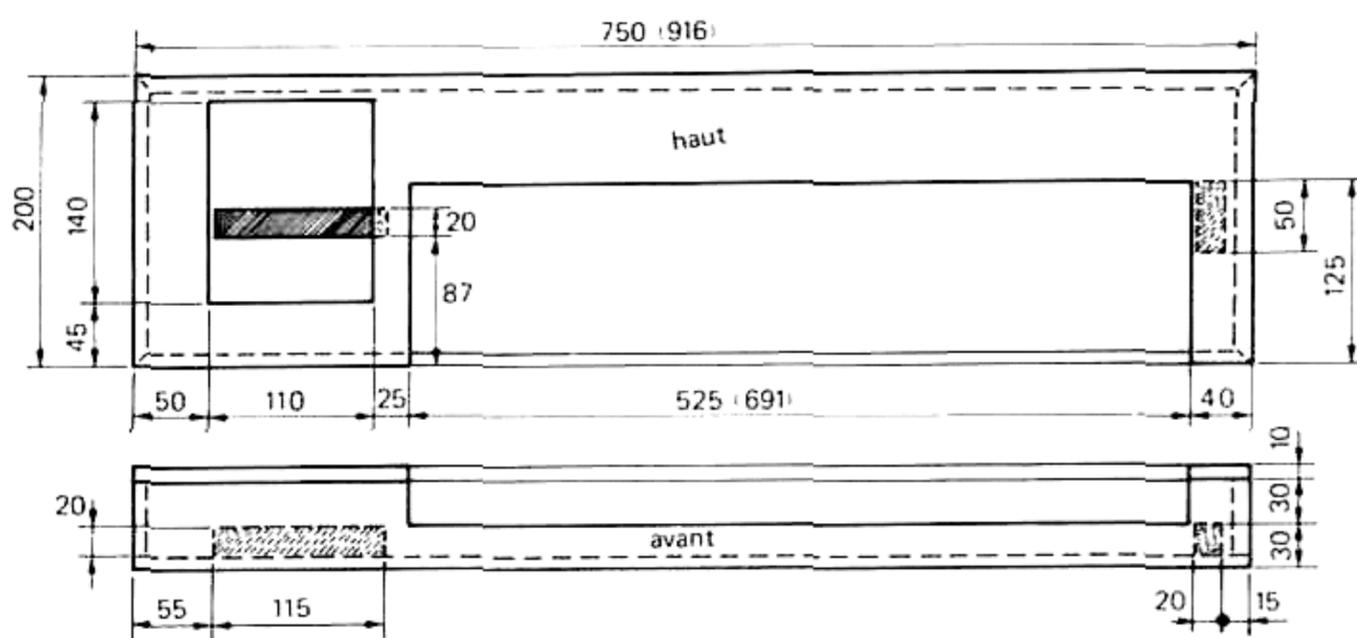
Photo 1. Ce gros plan du dessous du clavier montre la jonction de deux circuits imprimés. On constate que les connexions des contacteurs sont directement soudées sur les pastilles des circuits imprimés.

8

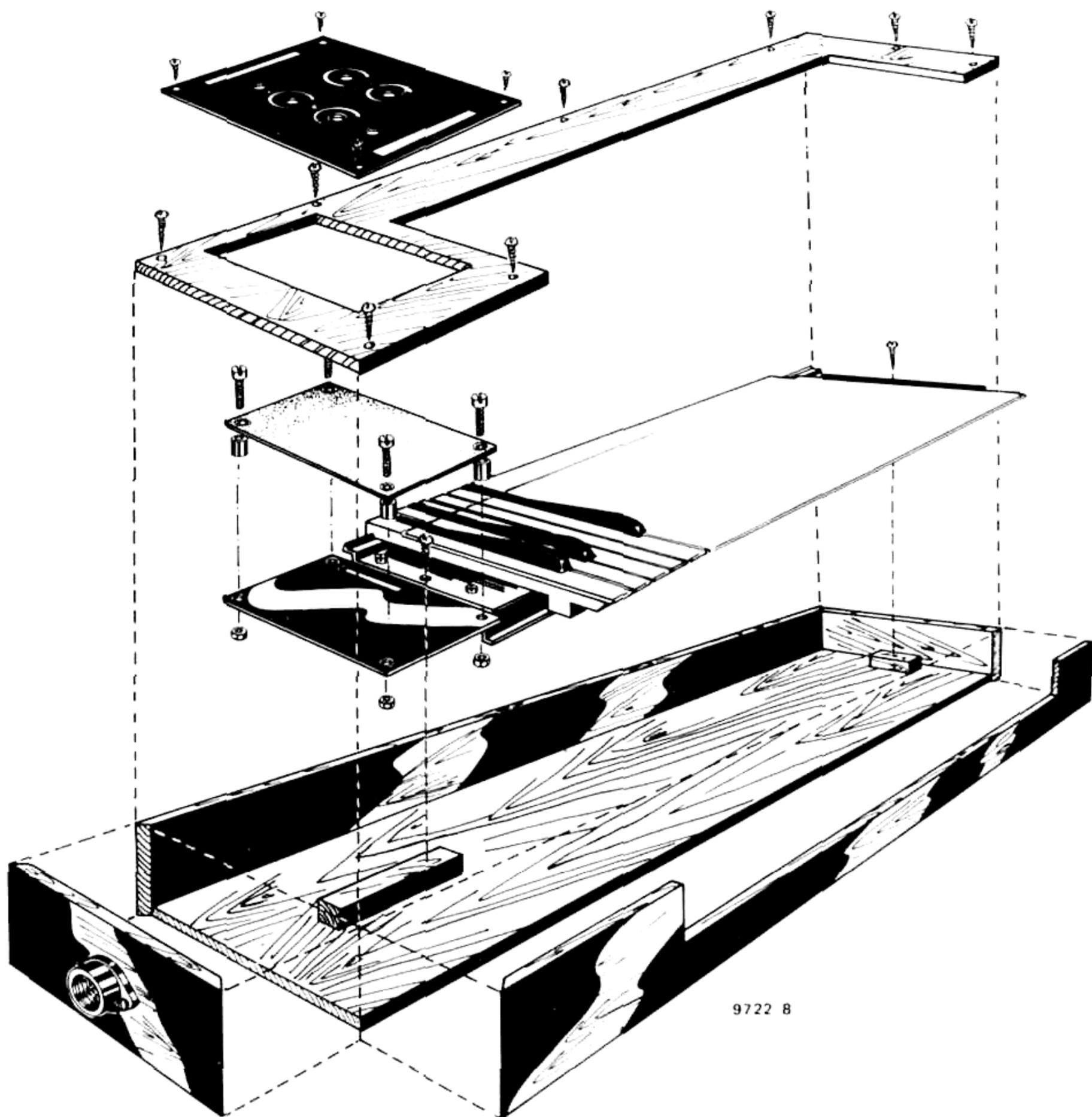


9722 8

9

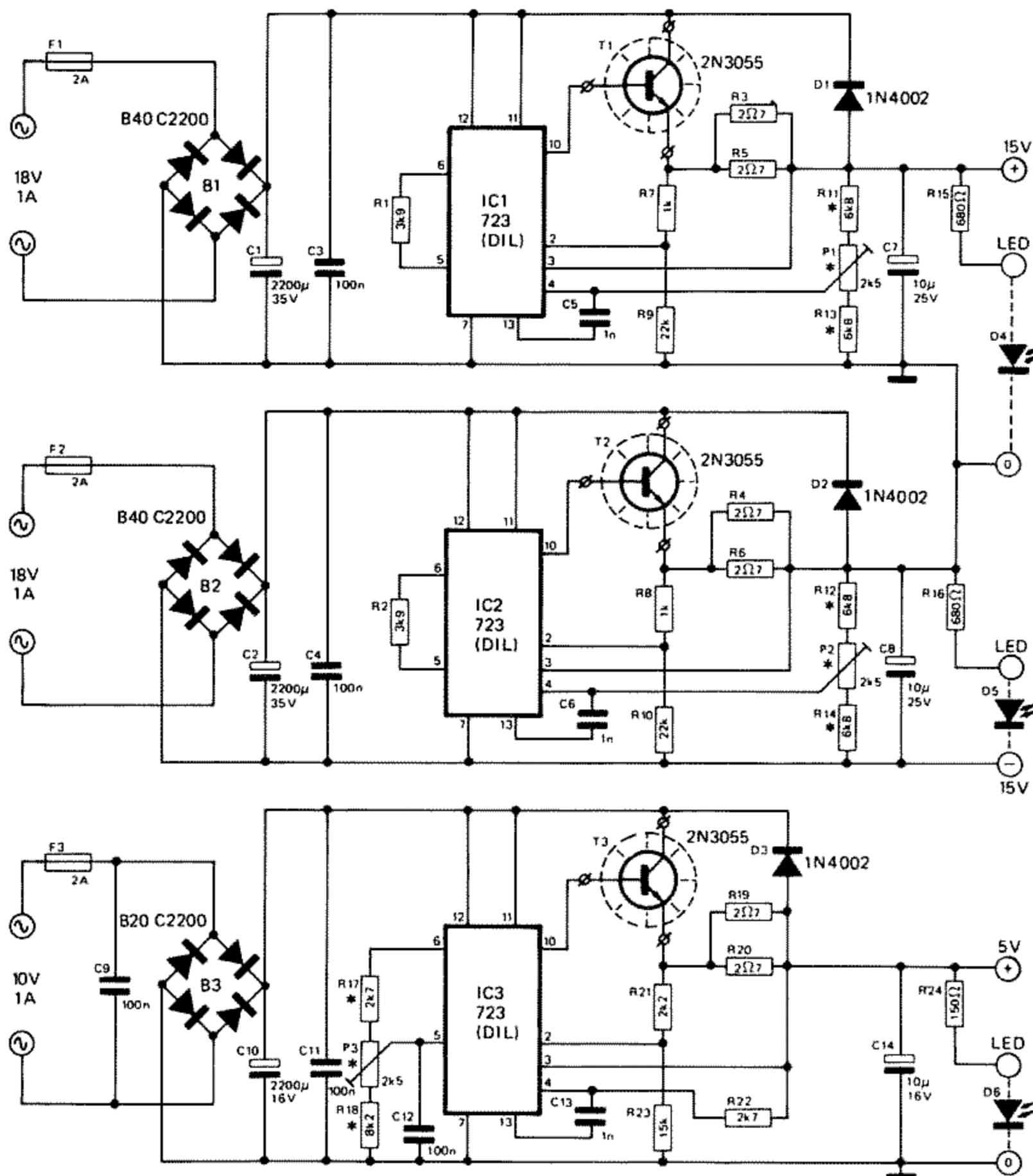


9722 8



9722 8

10



* voir texte

9722 - 10

d'offset et la reprendre le cas échéant. Encore un conseil: comme il faut disposer d'un voltmètre digital pour le réglage du clavier, il serait profitable de comparer ses indications avec celles du contrôleur universel employé pour la construction du FORMANT, et d'établir un tableau de correction pour les calibres les plus importants.

3) Retard de porte

Le réglage exact du retard de l'impulsion de porte ne pourra être réalisé qu'à la fin de la construction du FORMANT lorsque, entre autres, les générateurs d'enveloppe (ADSR) seront terminés. Un réglage approximatif suffira jusque là: P7 (100 k) sera mis à environ 1/4 de sa résistance maximale (environ 25 k), et P8 (sur le circuit récepteur) à sa valeur maximale. Généralement, ce réglage n'aura pas à être repris si l'on utilise le clavier proposé.

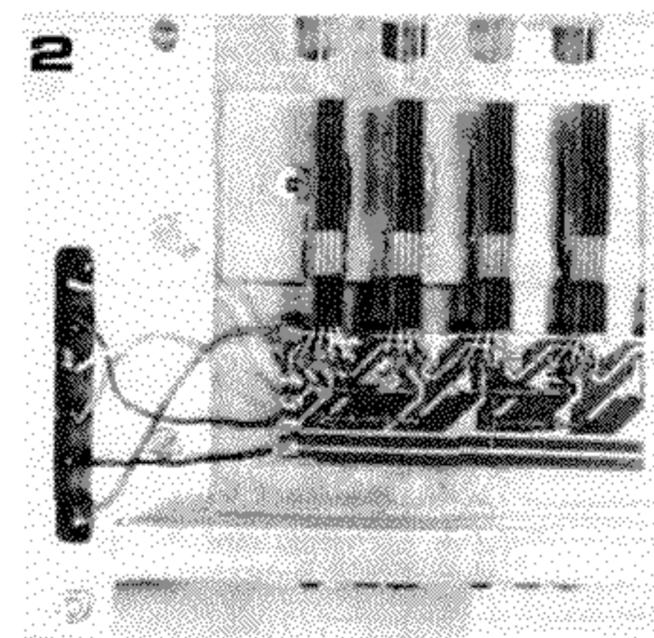
Figure 9. Projet de boîtier pour le clavier. Ce projet est destiné à recevoir un clavier 3 octaves SKA. Les valeurs entre parenthèses correspondent à un clavier 4 octaves.

Figure 10. Schéma de l'alimentation du FORMANT.

Alimentation du FORMANT

Trois tensions sont nécessaires pour l'alimentation du FORMANT: +15, -15 et +5 V. Ces tensions doivent être très stables et réglables avec précision. Comme la conception modulaire du FORMANT facilite des extensions ultérieures, l'intensité nominale a été assez largement dimensionnée pour les trois tensions: 0,8 A. Ces considérations, jointes au désir d'une réalisation facile de l'alimentation, indiquent l'emploi d'un régulateur de tension intégré. Le modèle classique μA 723 a été choisi; son prix est raisonnable, il est disponible partout et possède des caractéristiques suffisantes pour la stabilisation des variations de la tension d'entrée et de la charge. Le schéma a été également conçu de façon classique.

Le circuit de l'alimentation est décrit à la figure 10. Le courant de sortie du circuit intégré est amplifié selon l'habitude par un transistor de



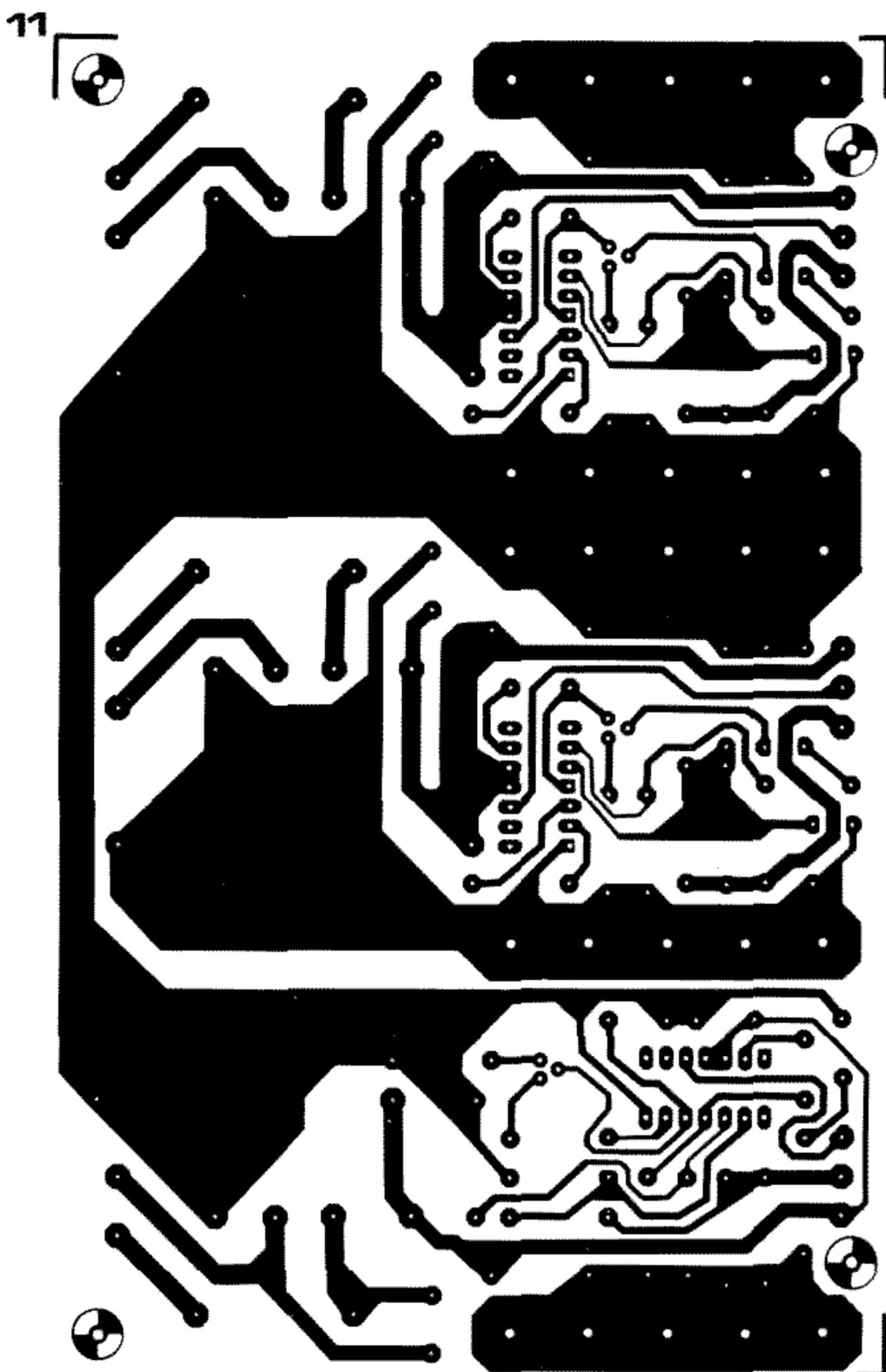
puissance externe du type 3055. Les tensions de sortie sont réglables au moyen de potentiomètres ajustables; elles résistent toutes aux courts-circuits. La configuration 'foldback' des transistors de limitation de courant internes limite le courant de court-circuit à environ 0,5 A. Lorsque le courant de 'foldback' (courant de sortie maximal) de 1,2 A est dépassé, la tension de sortie baisse tellement que les témoins LEDs équipant les sorties s'éteignent. Si le FORMANT se met à 'cafouiller', un seul coup d'oeil sur les LEDs permet de savoir si une surcharge provoque la chute d'une des tensions d'alimentation.

Les LEDs témoins seront montées avec la LED 'Gate' sur la face avant du module COM. Le circuit de l'alimentation ne présente pas de particularité, si ce n'est que les entrées de l'amplificateur de régulation du circuit intégré ont été câblées de façon à offrir la meilleure stabilité en température.

Composants, réalisation et réglage de l'alimentation

Les conseils répétés concernant les composants peuvent sembler fastidieux, mais l'auteur pense que l'on n'insistera jamais assez sur l'influence de la qualité des composants sur le résultat obtenu. Par conséquent: utiliser des semi-conducteurs de premier choix de marque connue (aussi et surtout pour les 2 N 3055!), prévoir des radiateurs de taille suffisante (radiateurs à ailettes, 100 x 50 x 30 mm ou plus), et utiliser des résistances à couche métallique et des ajustables Cermet pour les diviseurs qui déterminent la tension de sortie (voir liste des composants). Le transformateur et les condensateurs de filtrage peuvent être largement surdimensionnés, les valeurs données étant maximales. Un transfo capable de délivrer 1,5 ou 2 A n'occasionne pas de frais supplémentaires importants; cela s'applique également pour les condensateurs électrolytiques de capacité supérieure.

Les sorties du circuit imprimé (figure 11) se font sur des rectangles de clinquant ou de stratifié cuivré soudés à angle droit (voir photo 4); cela facilite par la suite le câblage 'en



Liste des composants de la figure 10

Résistances:

R1, R2 = 3k9
 R3, R4, R5, R6, R19, R20 = 2,7 Ω/0,5 W
 R7, R8 = 1 k
 R9, R10 = 22 k
 R11, R12, R13, R14 = 6 k 8 (à couche métallique 2%)
 R15, R16 = 680 Ω
 R17 = 2k7 (à couche métallique, 2%)
 R18 = 8k2 (à couche métallique, 2%)
 R21 = 2k2
 R22 = 2k7
 R23 = 15k
 R24 = 150 Ω

Potentiomètres ajustables:

P1, P2, P3 = 2k5 (modèle Cermet miniature, Ø environ 7 mm)

Condensateurs:

C1, C2 = 2200 μF/35 V
 C3, C4, C9, C11, C12 = 100 n
 C5, C6, C13 = 1 n
 C7, C8 = 10 μF/25 V (tantale)
 C10 = 2200 μF/16 V
 C14 = 10 μF/16 V

Semi-conducteurs:

D1, D2, D3 = 1N4002
 D4, D5, D6 = LED (par ex. TIL 209)
 T1, T2, T3 = 2N3055
 IC1, IC2, IC3 = 723 (boîtier DIL)
 B1, B2 = B40/C2200, redresseur en pont 40 V/2,2 A
 B3 = B20/C2200, redresseur en pont 20 V/2,2 A

Divers:

F1, F2, F3 = fusible 2 A (retardé)
 Transformateur-secteur 18V/18V/10V/1A au secondaire.
 3 radiateurs à ailettes, dimensions 100 x 50 x 30 mm environ.

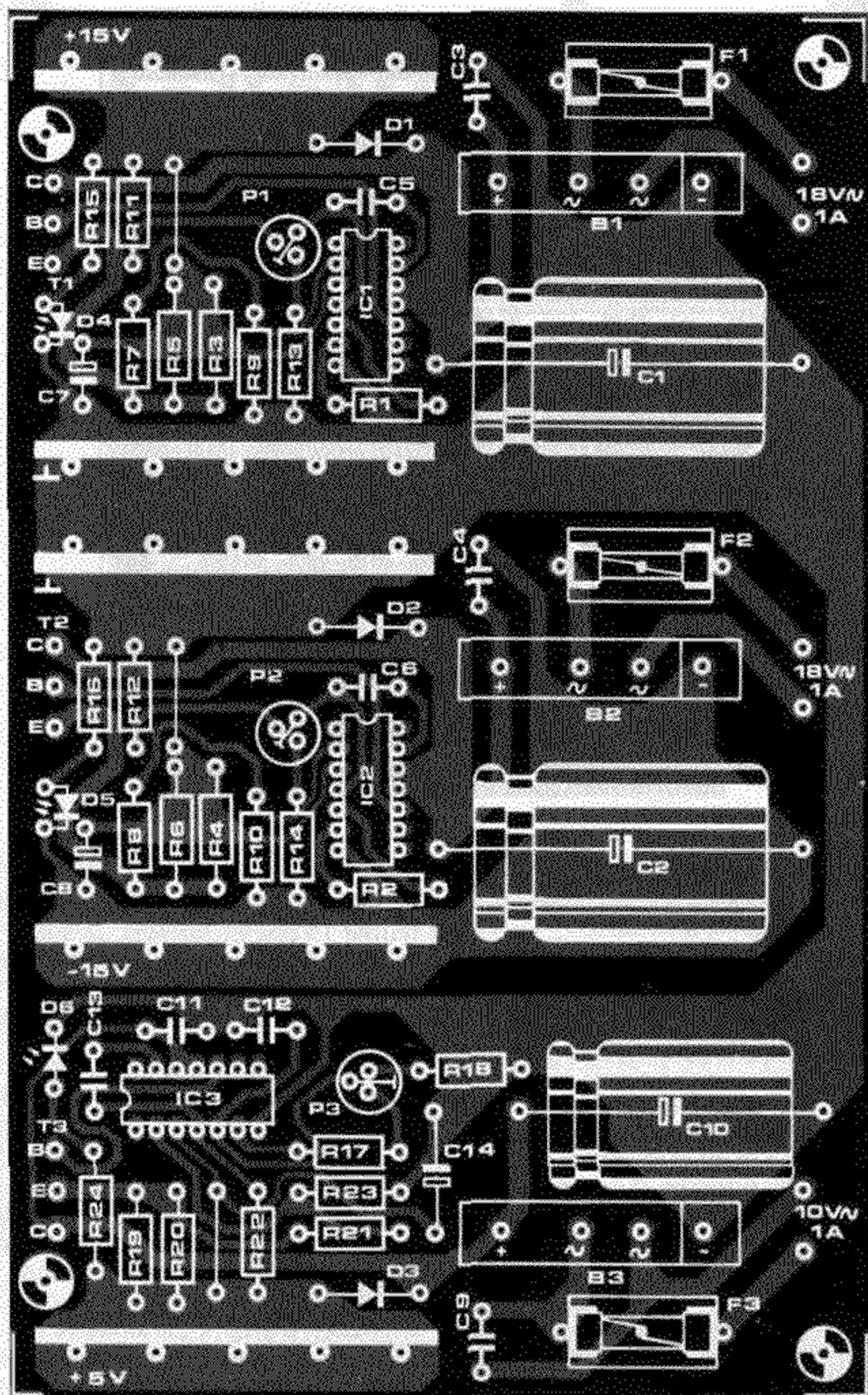


Figure 11. Circuit imprimé, implantation et liste des composants de l'alimentation.

Photo 2. Câblage à réaliser entre le circuit d'interface et la bande de circuits imprimés du clavier.

étoile' des fils destinés aux modules séparés (chaque module possède ses propres fils d'alimentation!). Il faudra faire attention lors du raccordement des transistors de puissance: l'ordre des connexions est différent des autres pour la partie 5 V (B-E-C à la place de C-B-E). Les straps seront réalisés à l'aide de fil de câblage argenté de 0,8 ou 1 mm de diamètre. Réglage: la tension de -15 V influence directement la caractéristique V/octave de KOV et doit par conséquent être ajustée avec une précision minimum de 1%. Comme on ne peut y parvenir qu'avec un appareil de mesure de précision suffisante, régler les deux autres tensions avec la même précision ne peut pas nuire (ce n'est pas vraiment indispensable, une précision de 3% suffit). Les potentiomètres ajustables permettent de couvrir une plage d'environ 12,5 à 17 V

pour les alimentations 15 V, et d'environ 4,3 à 5,7 V pour la partie 5 V. Le réglage exact ne pose aucune difficulté même lorsque la tension de référence interne (broche 6 du circuit intégré, tolérance 6,8 à 7,5 V) se trouve aux limites des tolérances.

Conception de l'appareil

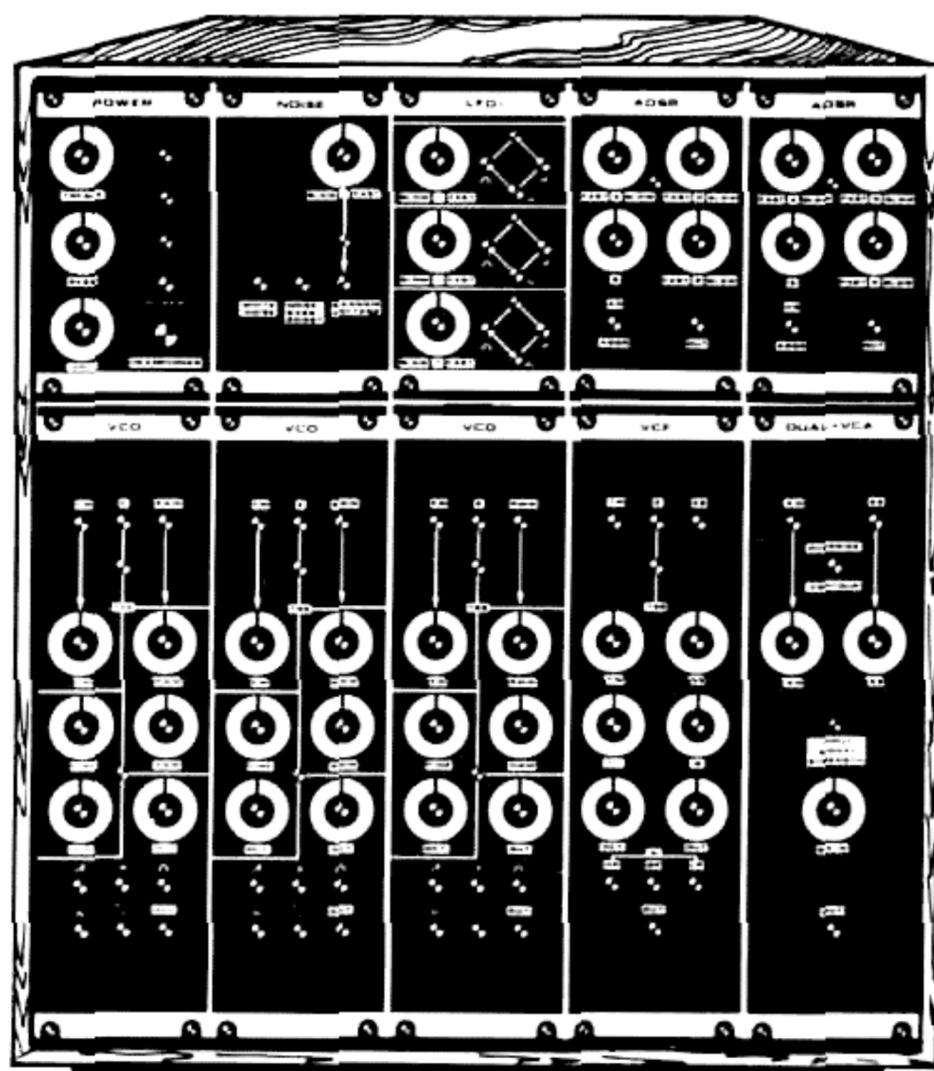
Le synthétiseur FORMANT a été conçu sous la forme de modules indépendants qui se présentent comme des tiroirs (aux faces avant et dimensions de circuits standardisées) fixés dans un châssis. Les modules sont câblés entre eux à l'aide de connecteurs placés à l'arrière des circuits imprimés ou de façon traditionnelle. Une telle réalisation modulaire présente de nombreux avantages: cela permet de construire par parties l'appareil relativement complexe qu'est le FORMANT, chaque module n'étant pas en soi difficile à réaliser. Chaque module peut également être démonté et vérifié rapidement. Le principal avantage est qu'un synthétiseur conçu modulairement offre la possibilité au constructeur de déterminer lui-même la taille définitive de l'instrument. L'appareil pourra être complété à volonté par la suite, et permet à l'inverse de commencer à jouer alors qu'il ne comprend qu'un ou deux modules de base. La conception de l'appareil découle d'une version de base bien précise du FORMANT. Cette version de base ne doit pas être considérée comme impérative; il s'agit surtout d'un projet de construction pour les lecteurs qui n'ont pas encore décidé de la composition de leur propre synthétiseur. La version de base (figure 12) comprend trois VCOs, un VCF, un VCA double (DUAL-VCA), deux générateurs d'enveloppe, un module de bruit (NOISE) et un module de sortie (COM); elle correspond dans cette version à un synthétiseur de classe légèrement supérieure à la moyenne.

Chaque module du FORMANT se compose d'une face avant et d'un circuit imprimé. Les connexions destinées aux organes de commande et aux prises montées sur la face avant se trouvent à la partie avant du circuit imprimé, alors que les connexions destinées au câblage fixe sont situées à l'arrière. Les pastilles de connexion situées à l'arrière des circuits imprimés sont disposées de façon à permettre l'emploi de connecteurs 31 broches du type DIN 41617. Les composants de la face avant sont reliés au circuit imprimé du module à l'aide de courts fils de câblage. Pour constituer un module, le circuit imprimé et la face avant sont vissés sur une cornière d'aluminium. Il est également possible d'utiliser une plaque en aluminium comme support du circuit imprimé, la face avant étant vissée à angle droit sur la plaque. Le circuit imprimé est alors monté comme à l'ordinaire au moyen

de boulons et d'entretoises. La deuxième version est préférable, car les contraintes mécaniques que subissent les circuits imprimés sont allégées par les supports qui assurent également le blindage des circuits entre eux. Les faces avant et les circuits imprimés de ces modules sont de deux tailles différentes. Les 'grands' modules correspondent à l'obtention et au traitement du signal (VCO, VCF), alors que les petits (LFO, ADSR, NOISE, COM, VCA) sont dans leur majorité des modules auxiliaires. Les dimensions des faces avant et des circuits imprimés des grands et petits modules sont décrites à la figure 13. Ces dimensions ont été déterminées à partir des dimensions normalisées afin qu'elles soient compatibles avec les cartes européennes de 19 pouces. On pourra se procurer des supports de cartes et des coffrets au standard 19 pouces; ceux-ci donneront une 'ossature' mécanique excellente au synthétiseur.

Le standard carte européenne 19 pouces fait usage de dimensions normalisées pour les circuits imprimés et d'un format de base unitaire pour les supports de cartes et les boîtiers. Les circuits imprimés des modules du FORMANT sont au standard européen simple et double. Le format double n'est pas complètement utilisé pour quelques uns des grands circuits imprimés, leur hauteur est donc inférieure à 233,4 mm. Cependant, la profondeur des cartes est bien de 160 mm, ce qui permet d'utiliser sans difficultés les boîtiers normalisés. Les dimensions de base des supports de cartes et des boîtiers sont divisées en unités de hauteur (U) et par une division normalisée de leur largeur (5,08 mm). Les dimensions des faces avant données à la figure 13 sont donc des multiples entiers de ces longueurs. La hauteur des faces avant des petits modules est de 3 U, et celle des grands de 6 U. La largeur des modules est de 71 mm ($7 \times 2 \times 5,08$ mm). Ces dimensions

12



9722 12

permettent de disposer clairement les organes de commande sur les faces avant.

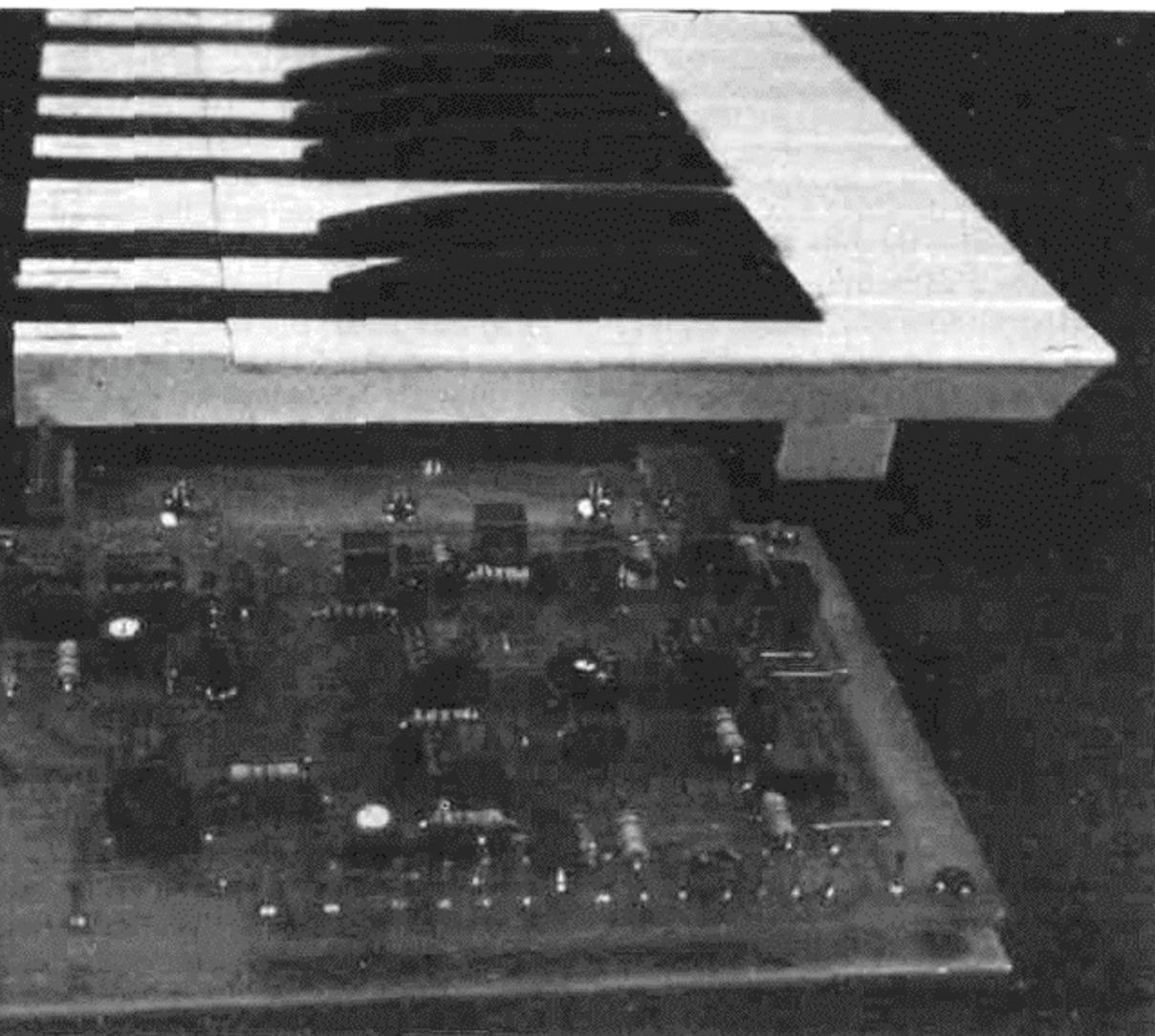
La largeur totale d'un coffret 19 pouces est de 483 mm ($19 \times 25,4$ mm), et la largeur utilisable de 426,7 mm ($84 \times 5,08$ mm). On peut donc placer côte à côte six modules du FORMANT dans un coffret normalisé 19 pouces. Le montage de base proposé pour le FORMANT comprend cinq modules de chacune des tailles; il reste donc la place suffisante pour un grand et un petit module dans un coffret normalisé 19 pouces de hauteur 9 U (6 U + 3 U). Lors d'une extension ultérieure, il ne sera donc pas nécessaire de se procurer immédiatement un nouveau boîtier.

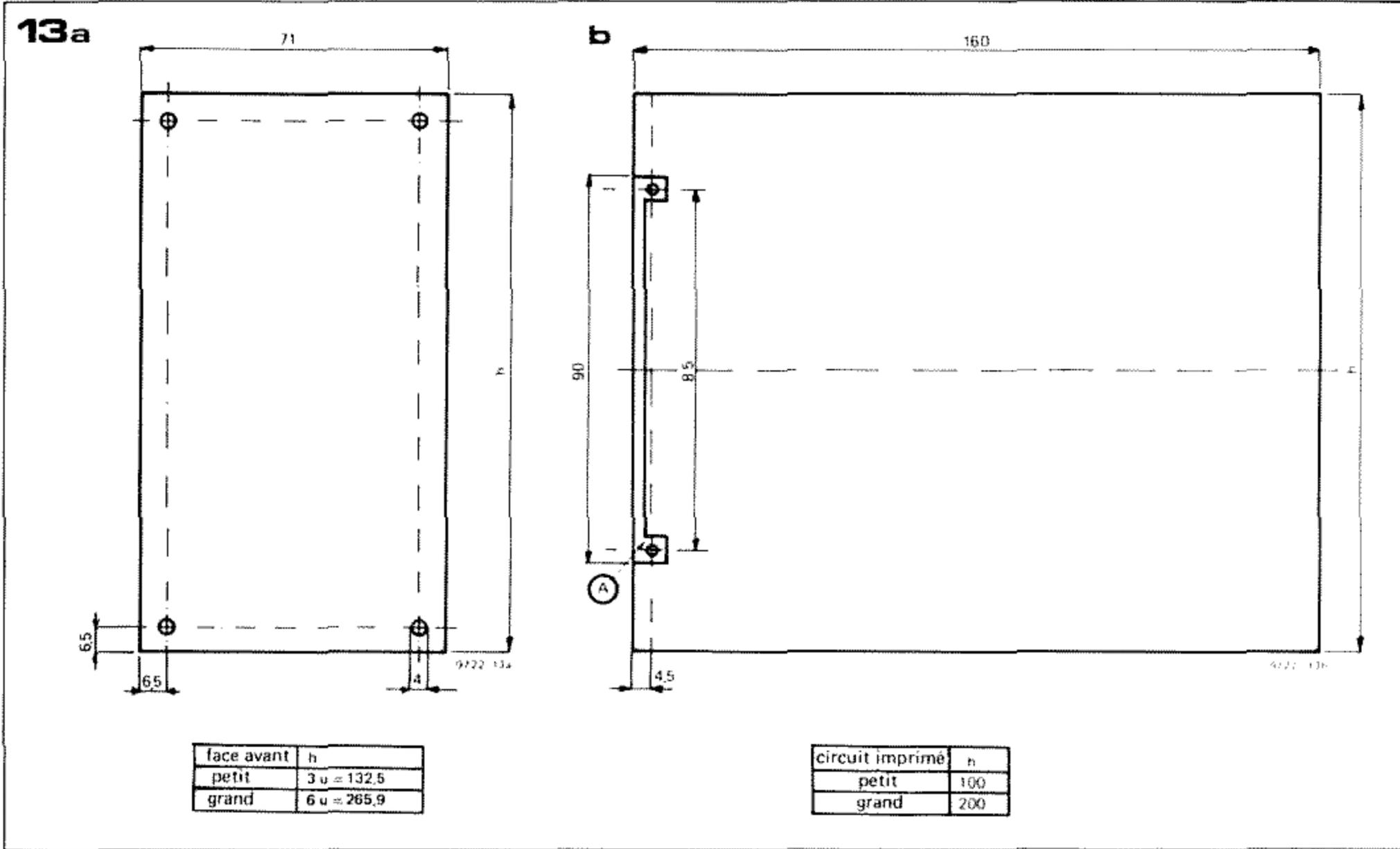
La figure 14 montre les dimensions du boîtier 19 pouces proposé. Le socle de hauteur 2 U est prévu pour contenir l'alimentation et tout circuit complémentaire (Unité de réverbération à ressort, ampli de puissance, etc. . .). En outre, le socle évite que la partie inférieure des grands modules soit cachée par le clavier pendant l'utilisation.

La figure 12 montre un exemple de disposition des modules à l'intérieur du coffret. Les modules sont fixés au coffret à l'aide de quatre vis passées dans la face avant et vissées dans les montants. L'arrière des modules est maintenu en place par les connecteurs femelles 31 broches qui assurent simultanément au dos du coffret toutes les liaisons électriques nécessaires. En réalisant un boîtier 'sur mesure' à partir d'un profilé d'aluminium, on pourra construire n'importe quelle version du FORMANT. Les profilés d'aluminium adaptés et les coffrets prêts à l'emploi sont généralement faciles à se procurer. Les profils permettent de s'affranchir de la dimension normalisée de 19 pouces et d'installer côte à côte plus (ou moins) de modules que ne le prévoit le montage de base.

Une autre solution simple et bon marché consiste à réaliser le coffret en bois, plus agréable à l'oeil au goût de certains. Le coffret en bois pourra être réalisé comme suit: l'élément porteur est un cadre constitué de lattes de 4×2 cm. Les dimensions du cadre dépendent du nombre de modules prévu. Les parois du boîtier seront réalisées en contreplaqué de 6 mm d'épaisseur. La fixation des modules dans le boîtier s'effectuera tout

3





simplement par vissage des faces avant dans le cadre de bois. Pour réduire le prix de revient de l'ensemble, on pourra éventuellement se passer des connecteurs et câbler directement les connexions des modules. La liaison entre le coffret et le boîtier du clavier est réalisée au moyen d'un fil à 5 conducteurs muni d'une fiche à 5 ou 6 broches à chaque extrémité.

Les fiches et le câble doivent être aussi robustes que possible; une section minimum de 0,75 mm² est à recommander pour chaque fil du câble. Un blindage n'est pas nécessaire. Enfin, la figure 15 montre le plan de câblage des circuits du FORMANT déjà décrits.

Figure 12. Projet de disposition des modules dans le boîtier. Le nombre des modules correspond à la version de base du FORMANT.

Figure 13. Faces avant et dimensions des petits et des grands modules du FORMANT. L'illustration montre également la disposition du connecteur A sur les circuits imprimés.

Figure 14. Coffret du FORMANT au standard 19 pouces. Les traverses A sont mortaisées afin d'installer des écrous pour la fixation des faces avant. Il y a suffisamment de place dans un socle d'une hauteur de 2 U pour installer l'alimentation et éventuellement un amplificateur de puissance. Si on souhaite y rajouter des circuits complémentaires, il faudra porter sa hauteur à 3 U.

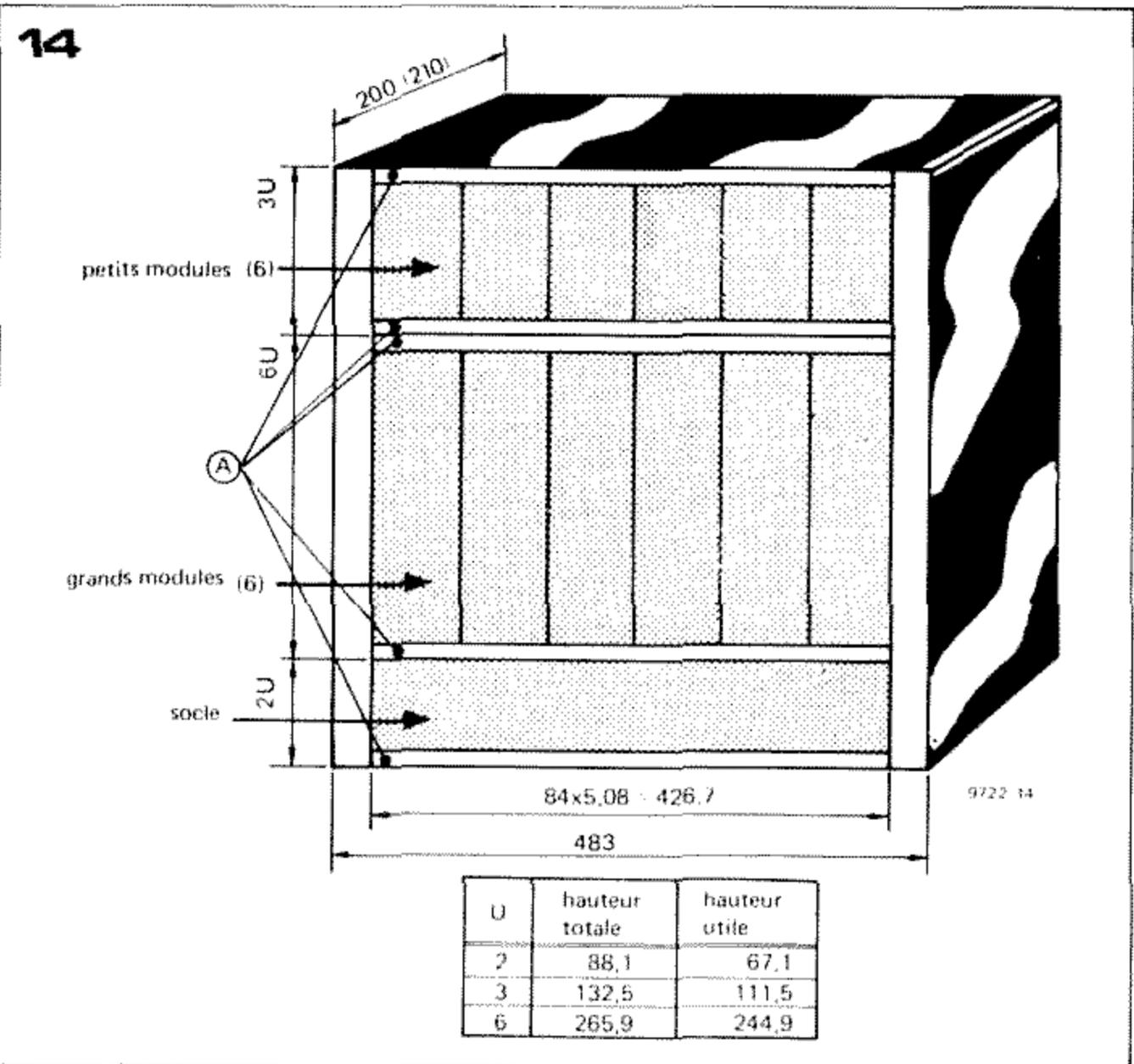
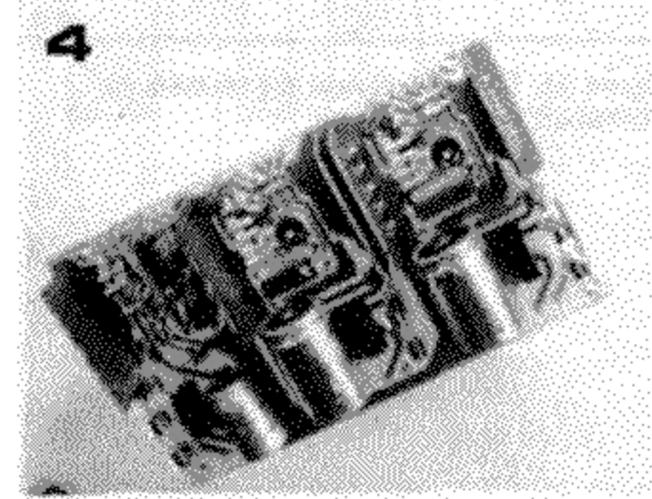
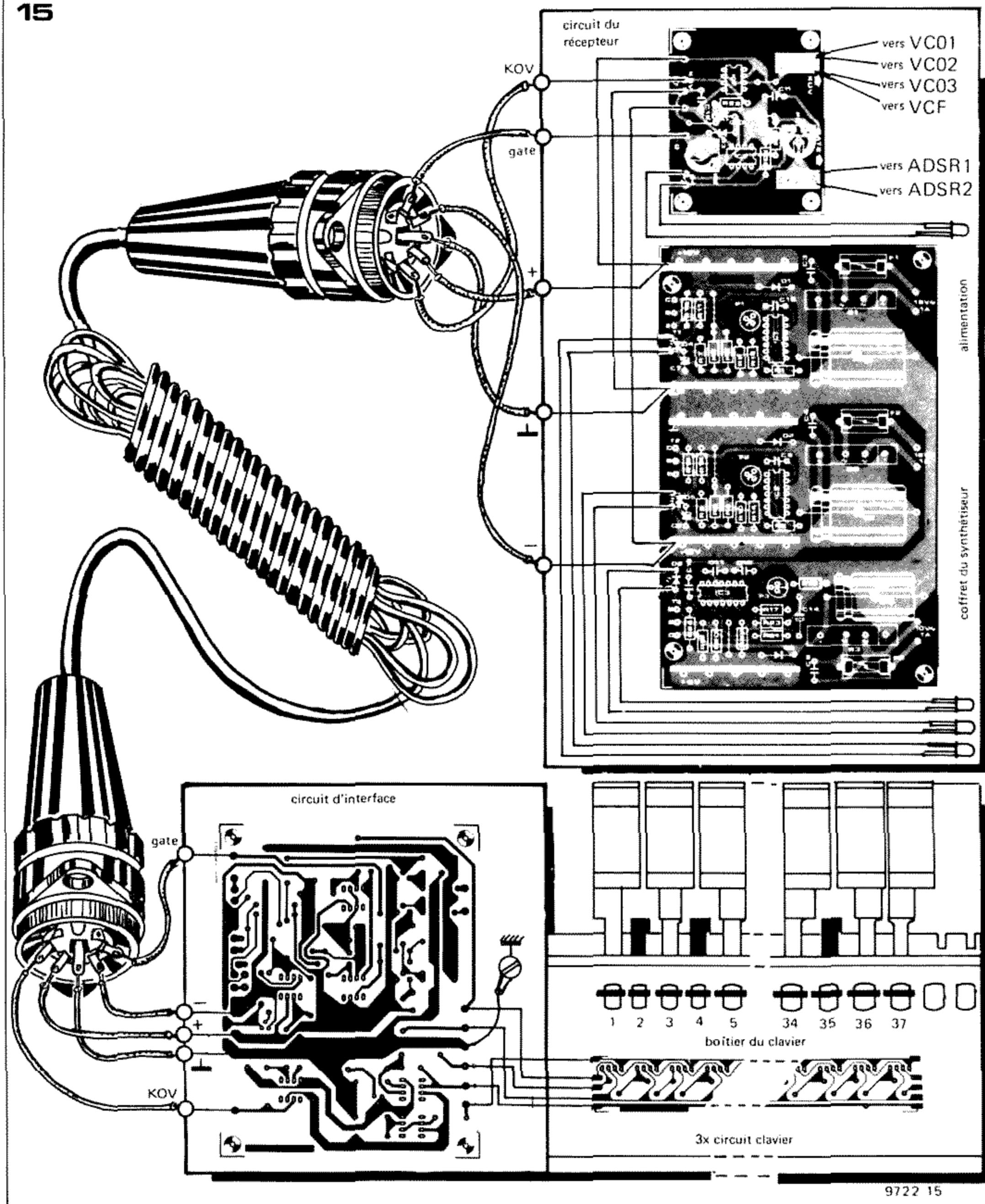


Photo 3. Le circuit d'interface est fixé sur le côté du châssis de clavier à l'aide d'un support.

Photo 4. Circuit d'alimentation du FORMANT. Les surfaces cuivrées montées perpendiculairement sur le circuit imprimé permettant de souder en étoile les fils de câblage. Les fils d'alimentation partent de ces connexions pour rejoindre chacun des modules. On peut encore voir sur la photographie des potentiomètres à couche de carbone; ils ont été entre temps remplacés par des modèles Cermet.



15



9722 15

Figure 15. Plan de câblage des circuits du FORMANT déjà décrits.