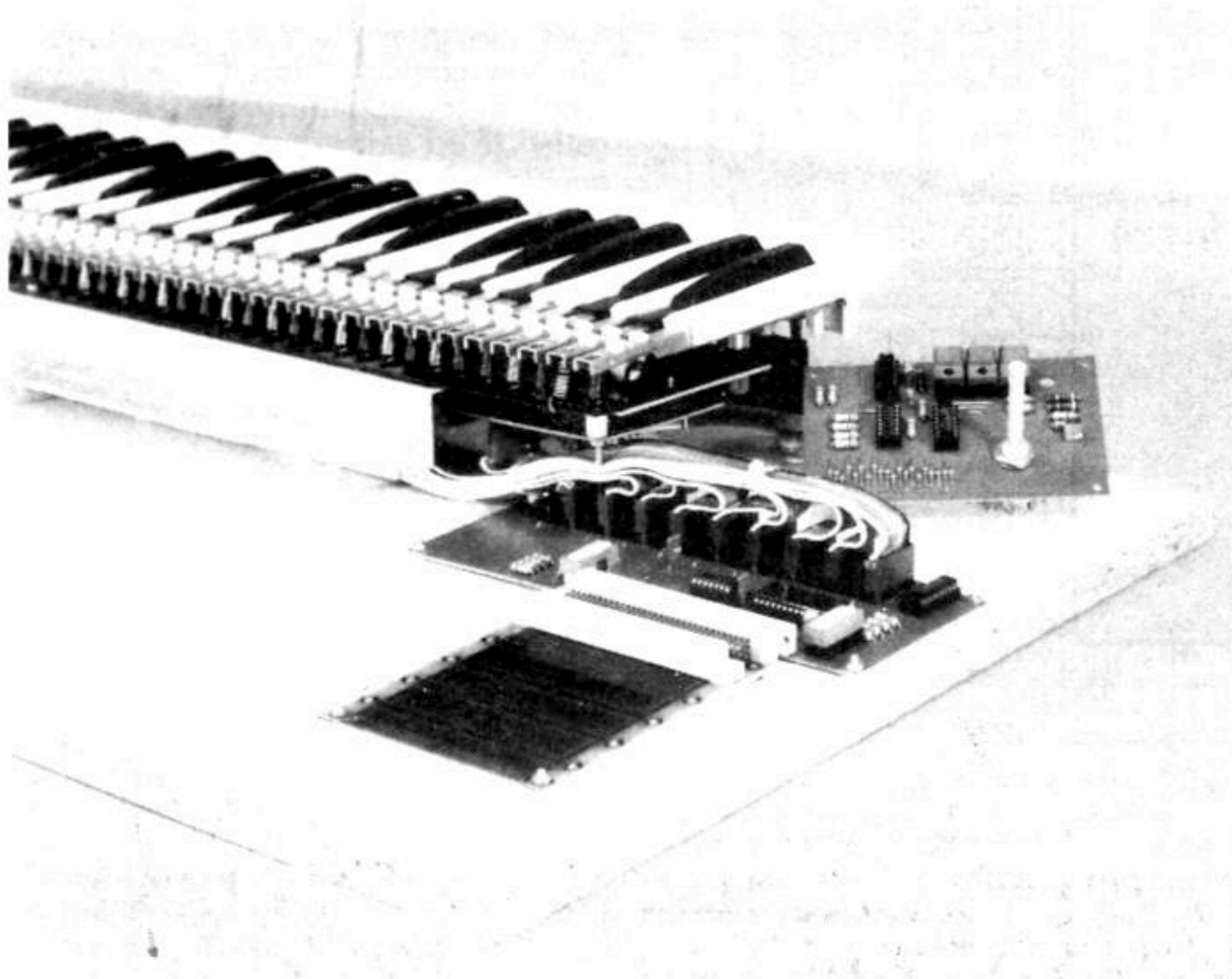


clavier numérique polyphonique

U. Götz et R. Mester

2ème partie: interface et circuit anti-rebond

Comme il se soit, nous avons commencé notre série d'articles sur le clavier polyphonique par une introduction purement descriptive publiée le mois dernier. Aujourd'hui, nous franchissons un pas de plus vers la pratique: à la fin du présent article, nous aurons fait le tour des circuits anti-rebond et du circuit d'interface (permettant la communication entre le circuit de l'unité centrale et les circuits de clavier).



Circuit anti-rebond

"Debounce unit"

La conception du clavier numérique polyphonique a été axée sur un clavier standard de 5 octaves, soit 61 touches. Rien n'empêche d'utiliser un clavier moins grand; nous considérons toutefois que pour un clavier polyphonique, cinq octaves s'imposent... de plus, l'économie réalisée en passant de 5 à 3 octaves est quasiment négligeable en comparaison des frais relativement importants qu'occasionne de toutes façons le reste du clavier.

Les contacts sont actionnés directement par des leviers solidaires des touches et sont eux-mêmes fixés sur des circuits de clavier, comportant chacun 8 contacts, plus le circuit anti-rebond pour 8 touches (figure 1). Comme par le passé, nous ferons appel aux contacts Kimber-Allen à simple contact inverseur (type G). D'emblée, nous tenons à vous mettre en garde contre d'éventuelles tentatives de substitution d'un autre type de contact de moindre coût... et forcément de moindre qualité.

Le circuit anti-rebond ("debounce unit") est constitué d'une bascule RS pour chaque touche. A la sortie de ces bascules, les signaux provenant des touches sont disponibles sur des connecteurs à 10 broches. Lorsque les 8 circuits de clavier sont montés, on obtient un réseau de 80 câbles (8 lignes de contacts de touche plus deux lignes d'alimentation des circuits intégrés = 10 lignes par circuit de clavier). En principe, le dernier circuit de clavier ne comporte en fait que cinq contacts de touche.

Un petit conseil pratique: le dernier des 8 circuits de clavier (comportant chacun 8 contacts de touche) ne sera pas utilisé entièrement avec un clavier de 61 touches. Il faut donc couper ce circuit en deux parties, juste à côté du connecteur. Voir le dessin du circuit imprimé! Nous recommandons de commencer l'implantation par la gauche, c'est-à-dire par l'octave la plus grave, en n'utilisant pas la première touche (note la plus grave sur le clavier). On implante 7 circuits de clavier complets (56 touches) à partir de la **deuxième touche**, en partant de la gauche du clavier (la première reste donc inutilisée). Les quatre dernières touches à l'extrême droite seront occupées par un **demi-circuit** de clavier. Cette explication laborieuse en théorie deviendra transparente lorsqu'on la relira face au clavier, avec les circuits de clavier sous la main.

Les entrées prévues pour les contacts de touche inutilisés, et par conséquent laissées "en l'air" sont analysées comme des touches actionnées. Il faut donc les forcer à la masse à l'aide de straps isolés (sur le dernier circuit imprimé).

Réalisation mécanique

Nous avons déjà donné un premier conseil de réalisation dans le paragraphe ci-dessus. Il nous faut encore préciser

quelques points de détail. Notamment, le fait que les dimensions des circuits de clavier sont telles que chacun d'entre eux pourra recevoir la totalité des 8 contacts de touche dont le corps pourra être collé à même le circuit imprimé, sur la face cuivrée de ce dernier; les fils de contact eux-mêmes seront bien sûr soudés dans les règles de l'art. Le contact de touche doit se présenter de telle sorte que le point commun soit en contact avec le brin

le plus éloigné du circuit imprimé. L'encoche faite par le fabricant dans le corps des contacts de touche K/A doit se trouver du côté du circuit imprimé. Pour coller les blocs de contact, il est recommandé d'utiliser une colle forte à deux composantes. Attention de ne pas en laisser couler entre les brins du bloc, ils seraient définitivement paralysés si une seule goutte de colle venait à les toucher...

Il reste ensuite à monter les circuits

de clavier sur un panneau (en alu, en plexyglas, ou en contreplaqué), lui-même fixé sur le clavier et muni de vis et d'entretoises dont la longueur doit être calculée de telle sorte que les contacts de touche soient coincés entre les circuits imprimés sur lesquels ils sont collés et le panneau/support. La longueur des entretoises devrait être de 9,5 mm (à vérifier!)

Il y a deux séquences de montage possibles: la première consiste à procéder comme nous venons de l'indiquer, c'est-à-dire monter le ou les panneau(x)/support(s) avec leurs vis et entretoises sur le clavier d'abord et monter ensuite les circuits imprimés sur lesdites entretoises. La seconde consiste à monter l'ensemble panneau/support-circuits imprimés d'abord, ce qui permet éventuellement une meilleure précision d'assemblage; ensuite, on monte le bloc ainsi assemblé sur le clavier. Dans ce cas, il faudra prévoir un trou dans le circuit imprimé de clavier du milieu, afin de pouvoir y passer une vis de fixation du panneau/support sur le clavier.

Etant donné qu'il faut adapter avec précision la position du brin inverseur des blocs de contact par rapport au levier de chaque touche, il paraît intéressant de ne pas prévoir d'entretoises de longueur fixe entre le panneau/support et le clavier, mais plutôt des rondelles de faible épaisseur dont on pourra faire varier le nombre; ce qui permet d'éloigner ou de rapprocher très progressivement le bloc des contacts par rapport aux leviers des touches.

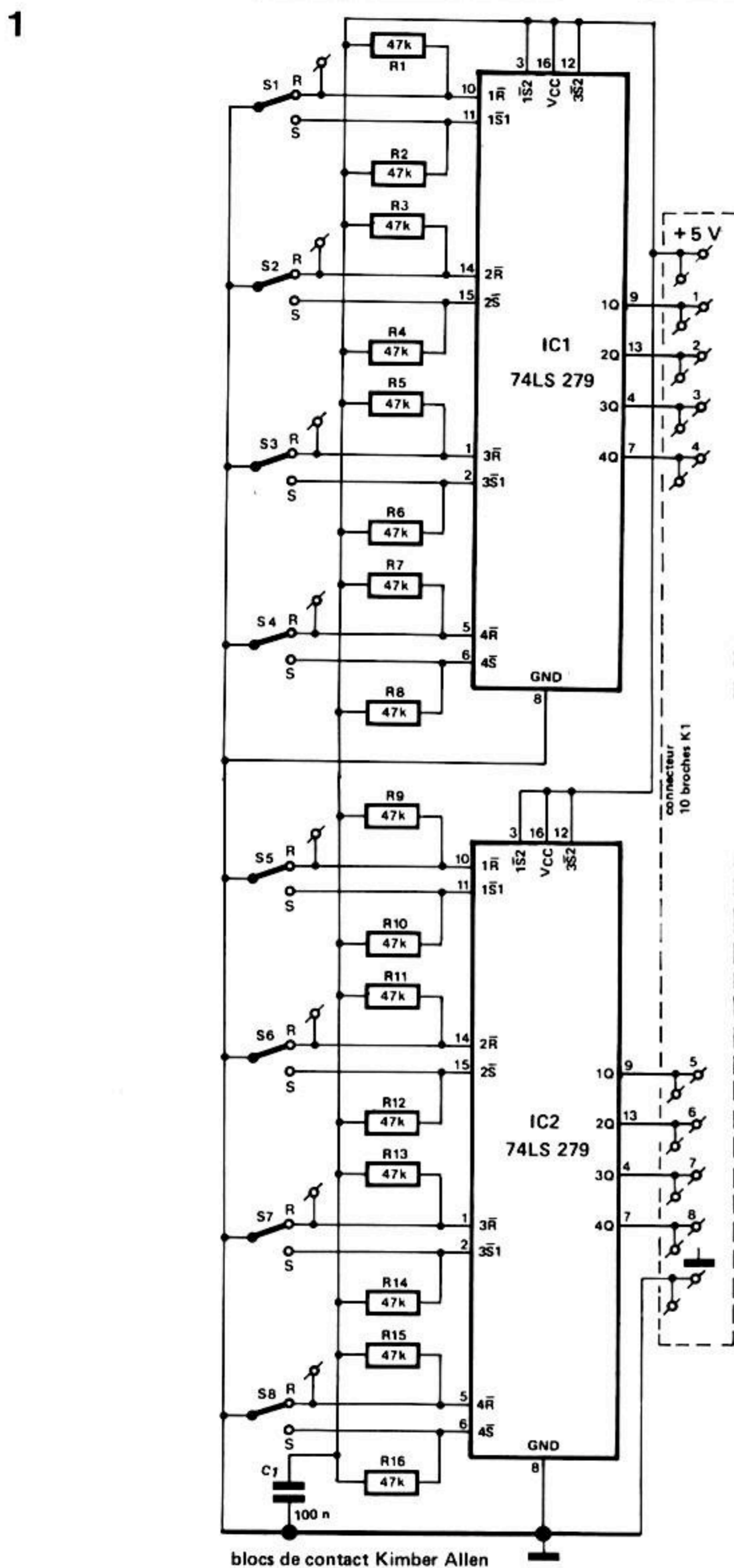
Les dessins des figures 2 et 5 devraient élucider tous les mystères que laisse encore planer cette description inévitablement incomplète.

Selon le type de matériau, de clavier et de contacts utilisés, l'ensemble du montage pourra être sensiblement différent de celui que nous recommandons; l'essentiel étant bien sûr d'obtenir un bon contact "travail" de tous les blocs de contact et un échappement régulier (c'est-à-dire que le jeu entre la position "repos" d'une touche et le début de la position "travail" de la même touche doit être à peu près le même sur toutes les touches du clavier).

La procédure de vérification des circuits anti-rebond n'est pas compliquée; il suffit d'alimenter les circuits via les connecteurs à 10 broches et de vérifier pour chaque touche actionnée la présence d'une tension d'environ 5 V sur la broche correspondante du connecteur. Lorsque la touche est au repos, le potentiel est à peu de choses près celui de la masse, c'est-à-dire 0 V.

Arrivé là, on peut considérer que le plus dur est fait et on peut se lancer dans des réalisations électroniques ne comportant plus de mécanique.

Les picots excédentaires des circuits de clavier sont destinés à une extension ultérieure dont nous aurons l'occasion de reparler: il s'agit du circuit de modu-



82106-1

Figure 1. Circuit anti-rebonds pour 8 touches du clavier, construit autour de deux circuits intégrés. Ce circuit doit être réalisé en 8 exemplaires (ou 7 plus un demi). Les blocs de contacts Kimber-Allen peuvent être soudés directement sur le circuit imprimé, côté cuivre!

2

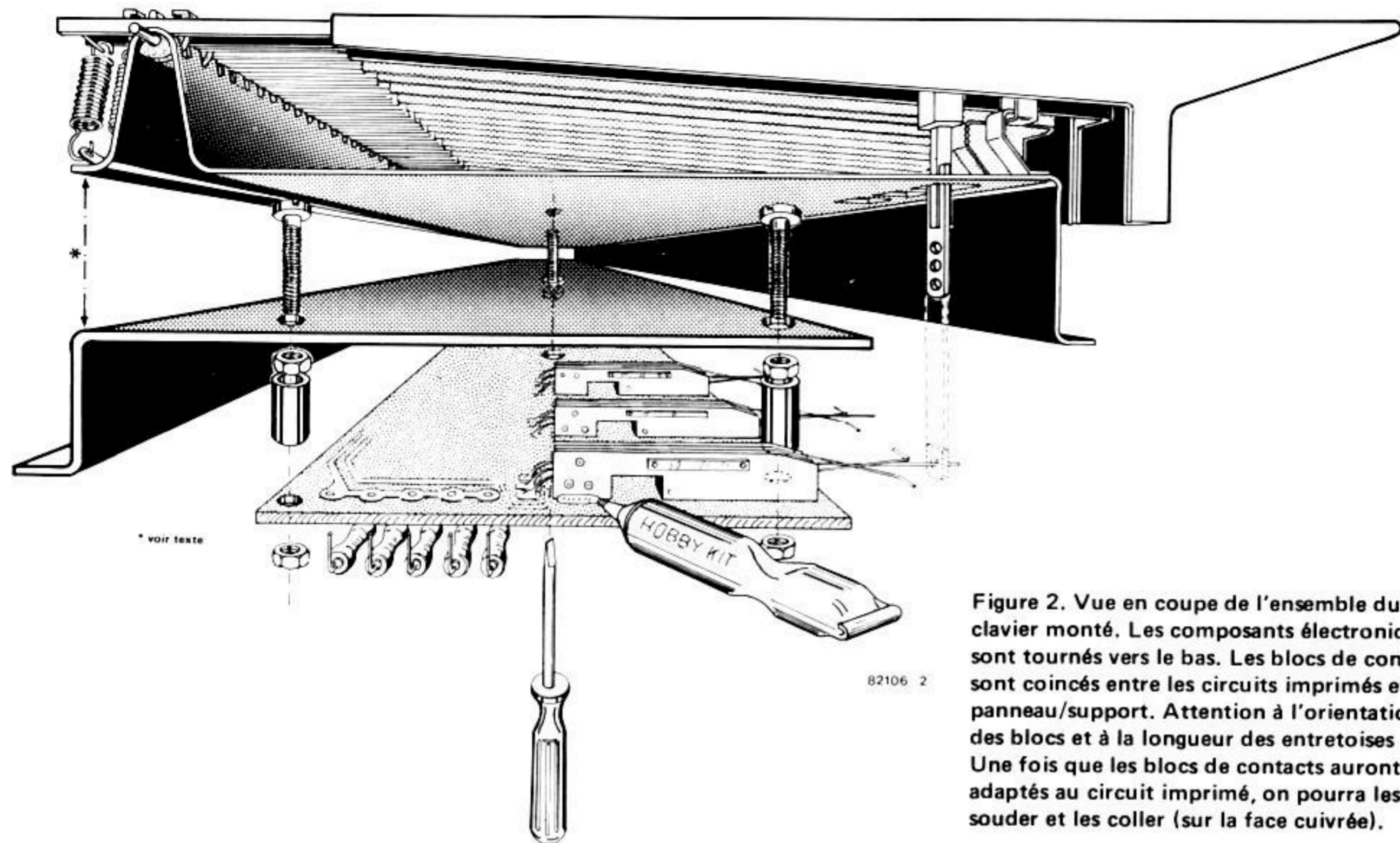


Figure 2. Vue en coupe de l'ensemble du clavier monté. Les composants électroniques sont tournés vers le bas. Les blocs de contacts sont coincés entre les circuits imprimés et un panneau/support. Attention à l'orientation des blocs et à la longueur des entretoises... Une fois que les blocs de contacts auront été adaptés au circuit imprimé, on pourra les souder et les coller (sur la face cuivrée).

3

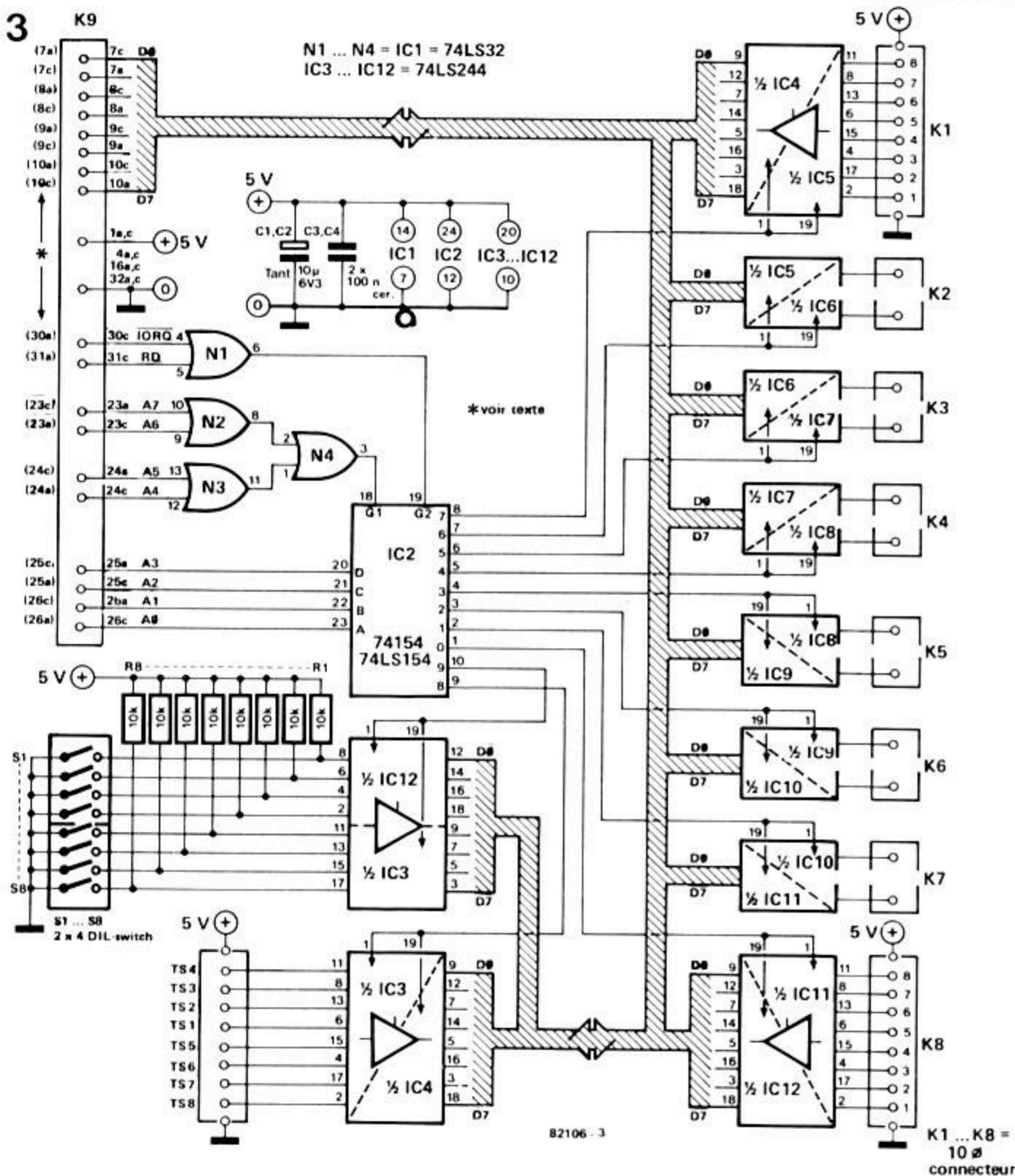


Figure 3. Schéma du circuit d'interface. Les signaux de touches ainsi que les signaux venant du circuit d'accord et les signaux codés par S1...S8 parviennent à un bus de données via des tampons validés à tour de rôle par les signaux provenant d'IC1 et IC2 qui assurent le décodage d'adresses. Les signaux A0...A7 (adresses) circulent sur le même circuit de bus, de même que les signaux de commande IORQ et RD. Voir Elektor n° 20, février 1980: "nouveau bus pour système à µP".

lation dynamique, souvent appelé "touch control".

Circuit d'interface "Input unit"

On trouve le schéma du circuit de communication entre l'unité centrale et les circuits de clavier sur la figure 3. Il s'agit en fait d'un bus de données de 8 bits, tamponné par IC3...IC12 qui, en mode multiplexé, reçoit les données en provenance du clavier qu'il transmet à son tour aux lignes D0...D7 du microprocesseur. Les niveaux logiques présents sur les broches 1 et 19 des circuits intégrés valident ou invalident les signaux de sortie des tampons.

L'adressage des tampons est réalisé à l'aide d'IC1 et IC2 qui assurent le décodage d'adresses avec les lignes A0...A7. C'est ainsi que le processeur "interroge" successivement les tampons IC5...IC12 qui lui fournissent chacun les niveaux logiques des signaux de 8 touches. Du fait que les liaisons entre le microprocesseur et la carte d'interface sont aussi des liaisons avec le circuit de sortie, un circuit de décodage supplémentaire, dont les signaux de commande sont appliqués aux broches 18 et 19 d'IC2, effectue la discrimination entre la carte d'interface (microprocesseur-clavier) et le circuit de sortie (microprocesseur-synthétiseur).

La fonction des tampons

Il s'agit d'un principe omniprésent dans les systèmes à microprocesseur permettant de gagner beaucoup de place, en différenciant les accès multiples à un même bus. C'est ainsi que les signaux provenant des 61 ou 60 contacts de touche sont appliqués à tour de rôle, par groupe de huit, au même bus de données.

Tableau 1

Choix du nombre de canaux à mettre en service et commutation du mode "Preset": Les bits 0...3 indiquent en mode binaire le nombre d'oscillateurs mis en service, tandis que le bit 4 permet la commutation du mode "Preset". Les bits 5...7 sont ignorés par le processeur.

bits: 7	6	5	4	3	2	1	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	configurations interdites
0	0	0	0	1	0	0	0	
0	0	0	1	1	0	0	0	3 canaux
0	1	0	0	0	0	0	0	4 canaux
0	1	0	1	0	0	0	0	5 canaux
0	1	1	0	0	0	0	0	6 canaux
0	1	1	1	0	0	0	0	7 canaux
1	0	0	0	0	0	0	0	8 canaux
1	0	0	1	0	0	0	0	9 canaux
1	0	1	0	0	0	0	0	10 canaux
1	0	1	1	0	0	0	0	configurations interdites
1	1	0	0	0	0	0	0	
1	1	0	1	0	0	0	0	sans "Preset"
1	1	1	0	0	0	0	0	
1	1	1	1	0	0	0	0	avec "Preset"
1	1	1	1	1	0	0	0	
1	1	1	1	1	1	0	0	
1	1	1	1	1	1	1	0	
1	1	1	1	1	1	1	1	

Tableau 2

Codage des signaux du module d'accord ("tune shift")

bits: 5	4	
0	0	+ 0 oct.
0	1	+ 1 oct.
1	0	+ 2 oct.
1	1	configurations interdites

bits: 3	2	1	0	
0	0	0	0	+ 0½ ton
0	0	0	1	+ 1½ ton
0	0	1	0	+ 2½ ton
0	0	1	1	+ 3½ ton
0	1	0	0	+ 4½ ton
0	1	0	1	+ 5½ ton
0	1	1	0	+ 6½ ton
0	1	1	1	+ 7½ ton
1	0	0	0	+ 8½ ton
1	0	0	1	+ 9½ ton
1	0	1	0	+10½ ton
1	0	1	1	+11½ ton
1	1	0	0	configurations interdites
1	1	0	1	
1	1	1	0	interdites
1	1	1	1	

Chacun de ces tampons est validé à tour de rôle, via les signaux appliqués sur leurs broches 1 et 19. Lorsqu'un tel circuit n'est pas en service, ses sorties présentent une impédance élevée et vis du bus, on peut les considérer comme inexistantes. Il suffit de veiller à ce que deux tampons ne soient jamais validés sur le même bus, à dé-

4

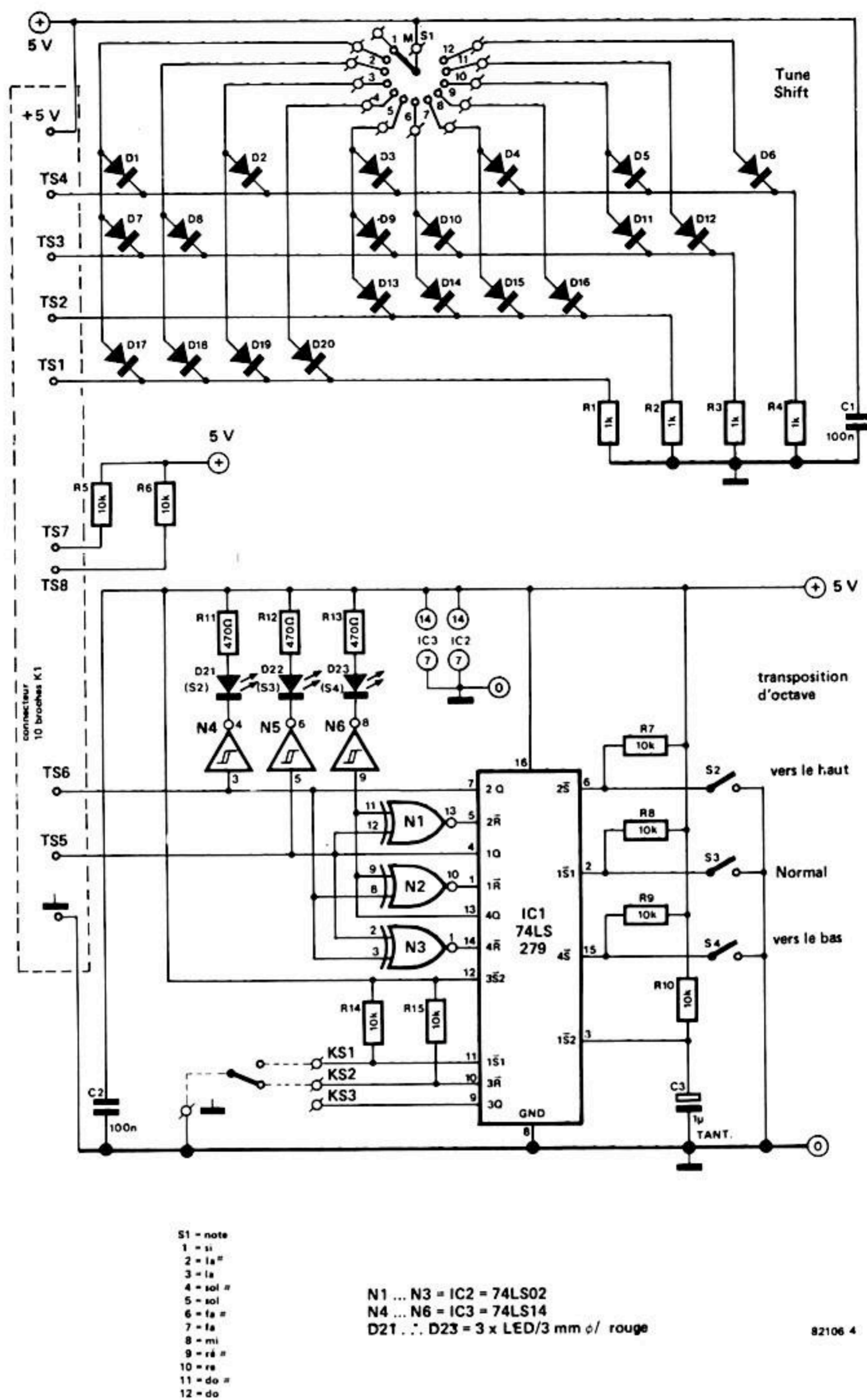


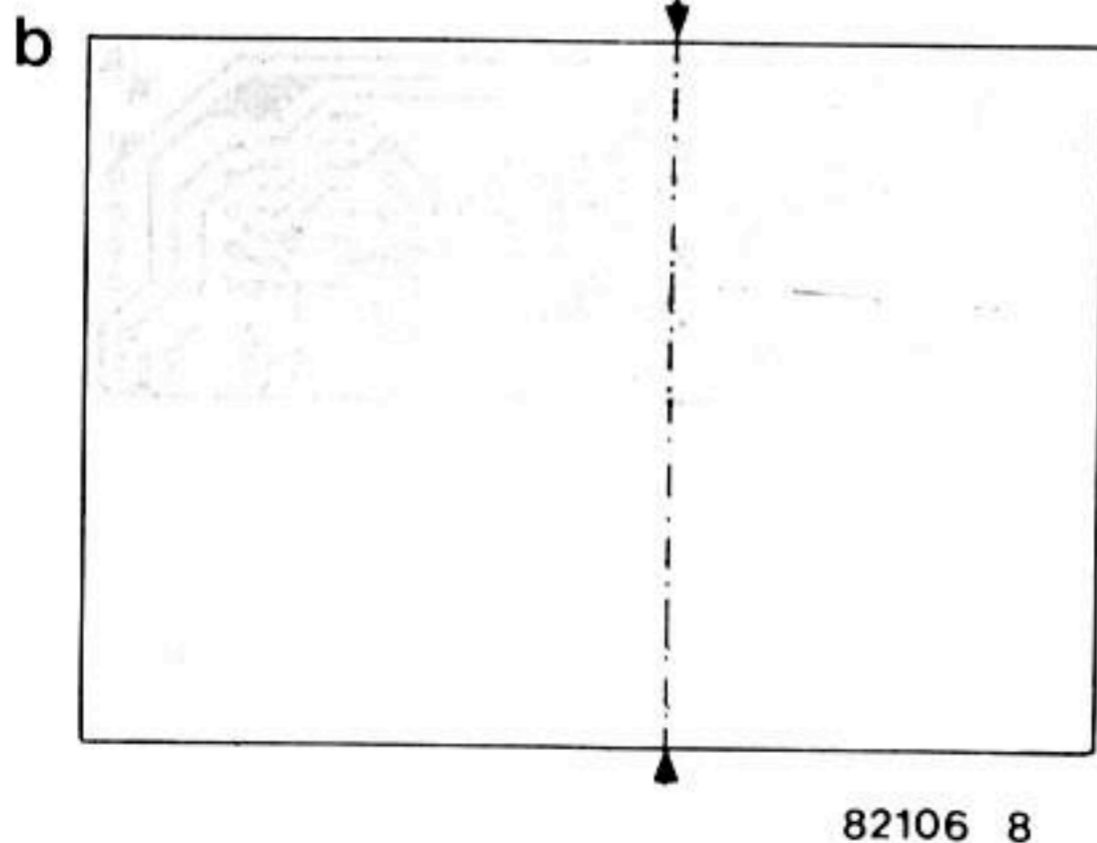
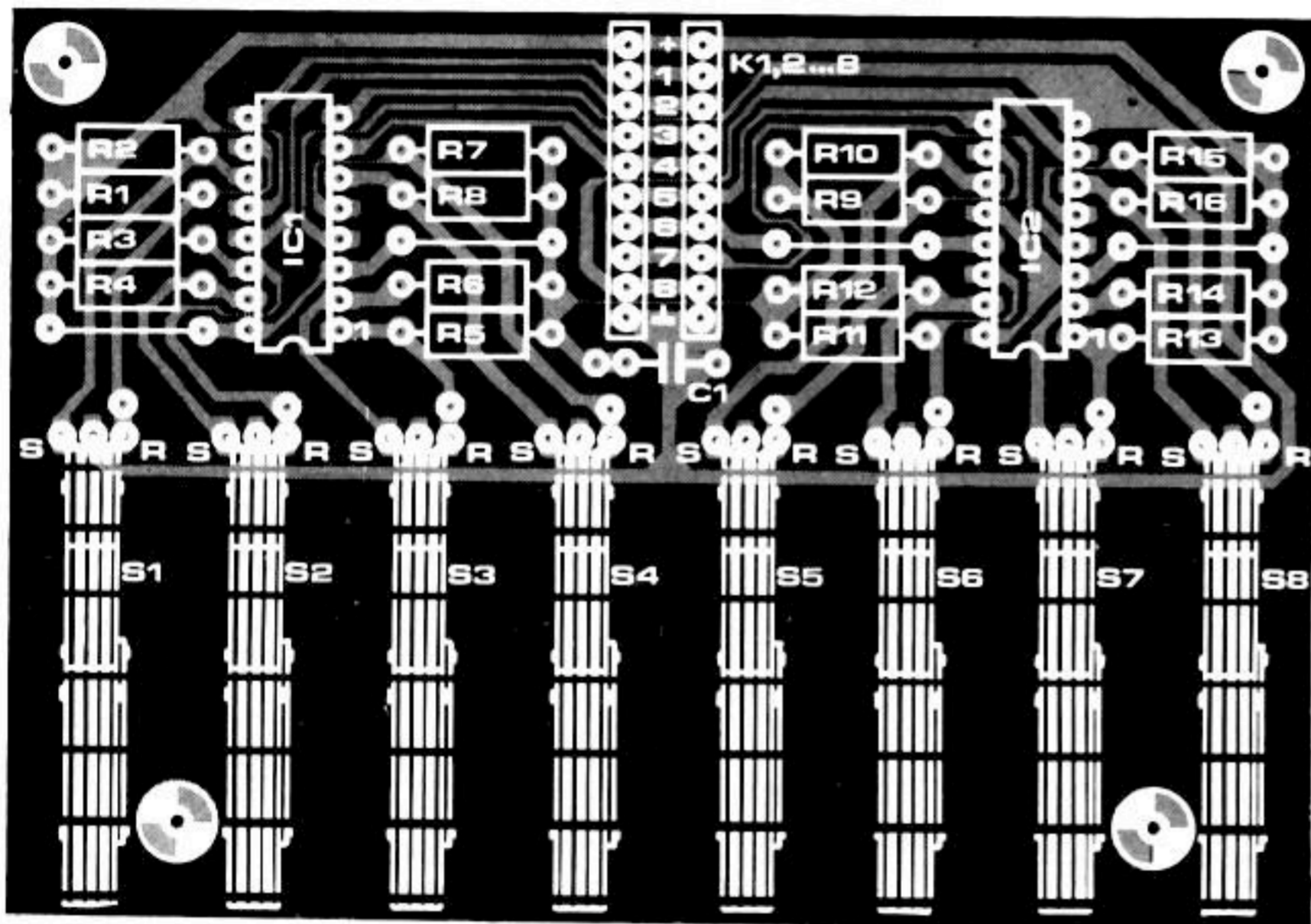
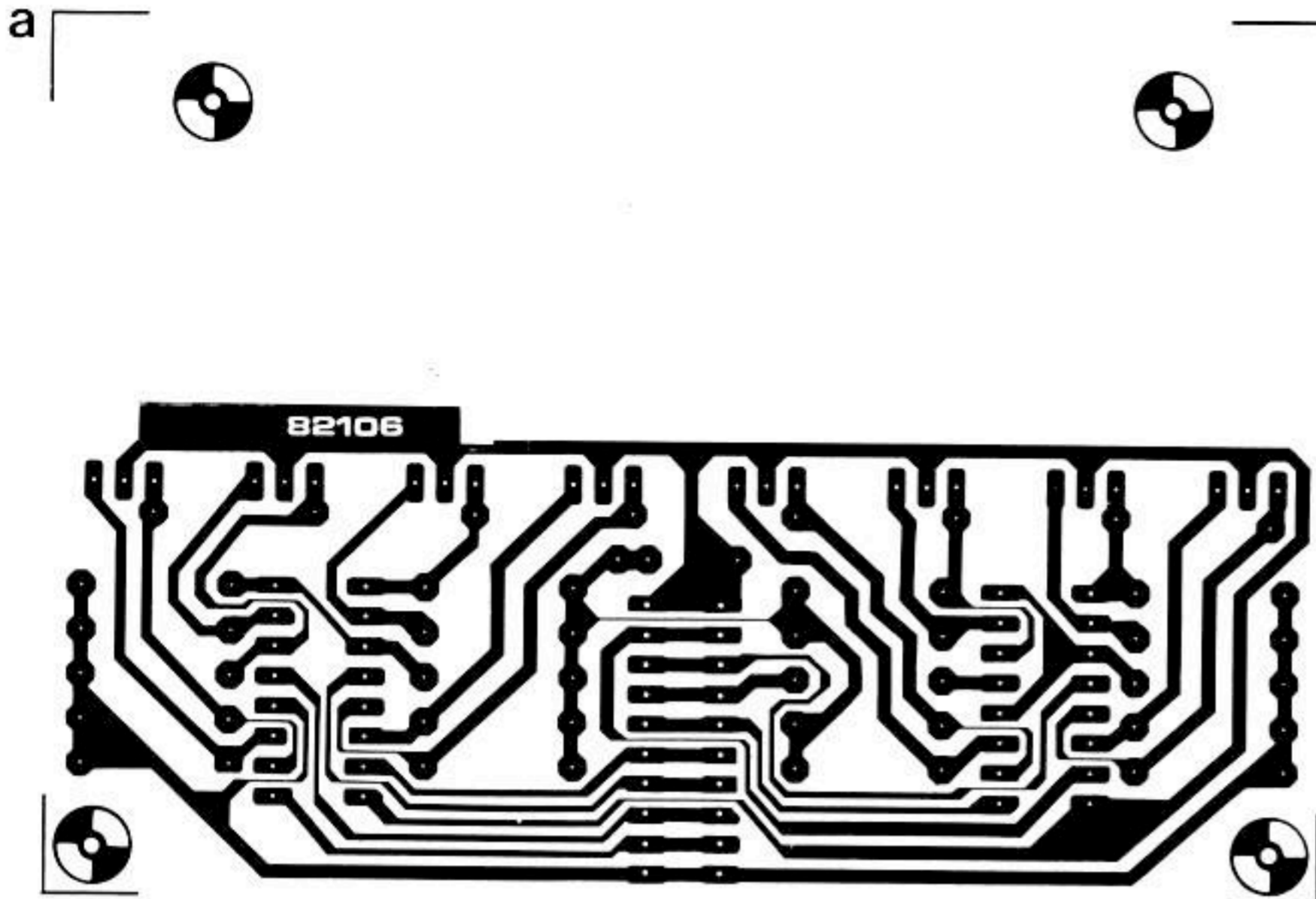
Figure 4. Circuit d'accord ou "tune shift". Ce circuit sera monté sur la face avant; il est relié au bus de données via IC4 qui achemine les signaux TS1...TS8. La matrice de diodes D1...D20 délivre sur les lignes TS1...TS4 les signaux permettant d'obtenir une transposition de la fréquence des VCO de demi-ton en demi-ton sur une octave, à l'aide du commutateur S1. Les touches S2...S4 permettent la transposition sur plusieurs octaves. Les LED D21...D23 sont montées dans les touches "digitast".

faut de quoi il y aurait mélange des informations.

Les liaisons TS1...TS8 sont destinées au module "Tune Shift" que l'on trouve sur la figure 6 sous le nom de circuit d'accord. C'est une matrice de diodes qui assure l'acheminement des signaux adéquats sur les lignes TS1...TS4, lorsque le commutateur du circuit

d'accord est actionné. Celui-ci permet de déplacer la fréquence des VCO de demi-ton en demi-ton, sur toute une octave. La commutation des octaves est assurée à l'aide de trois boutons poussoirs, du type "digitast", qui s'annulent mutuellement; les niveaux logiques adéquats sont disponibles sur les lignes TS7 et TS8.

5



82106 8

Liste des composants: circuit de clavier

Résistances:

R1 ... R16 = 47 k

Condensateurs:

C1 = 100 n (MKT) ou cér.

Semiconducteurs:

IC1, IC2 = 74LS279

Divers:

8 blocs de contact (inverseur simple)
Kimber-Allen, type GJ
connecteur à 10 broches (Molex mâle
E3022-10 ou Lumberg mâle 2,5 MSF
connecteur à 10 broches (Molex femelle
3071-10 ou Lumberg femelle 2,5 MBC)

le nombre exact de composants est à
déterminer en fonction du clavier choisi

Liste des composants: circuit d'interface

Résistances:

R1 ... R8 = 10 k

Condensateurs:

C1, C2 = 10 μ /6,3 V tantale
C3, C4 = 100 n (MKT) ou cér.

Semiconducteurs:

IC1 = 74LS32
IC2 = 74LS154, 74154 ou
IC3 ... IC12 = 74LS244

Divers:

S1 ... S8 = 2 interrupteurs DIL 4 bits
9 connecteurs à 10 broches mâles } voir
9 connecteurs à 10 broches femelles } ci-dessus
connecteur à 64 broches, femelle, coudé à 90°
(pour le "bus Junior")

Liste des composants: circuit d'accord

Résistances:

R1 ... R4 = 1 k
R5 ... R10, R14, R15 = 10 k
R11 ... R13 = 470 Ω

Condensateurs:

C1, C2 = 100 n (MKT) ou cér.
C3 = 1 μ /6,3 V tantale

Semiconducteurs:

D1 ... D20 = 1N4148
D21 ... D23 = LED (3 mm)
rouges
IC1 = 74LS279
IC2 = 74LS02
IC3 = 74LS14

Divers:

S1 = commutateur à 12 positions (si possible,
le contact doit précéder l'interruption)
S2, S3, S4 = digitast, inversion simple, avec
LED
connecteur à 10 broches mâle } voir
connecteur à 10 broches femelle } ci-dessus

Figure 5. Dessin des pistes cuivrées et sérigraphie pour l'implantation des composants du circuit anti-rebonds ("keyboard debounce unit"). La flèche indique l'endroit où l'on pourra couper le huitième circuit imprimé en deux parties dont l'une seulement est utilisée.

6

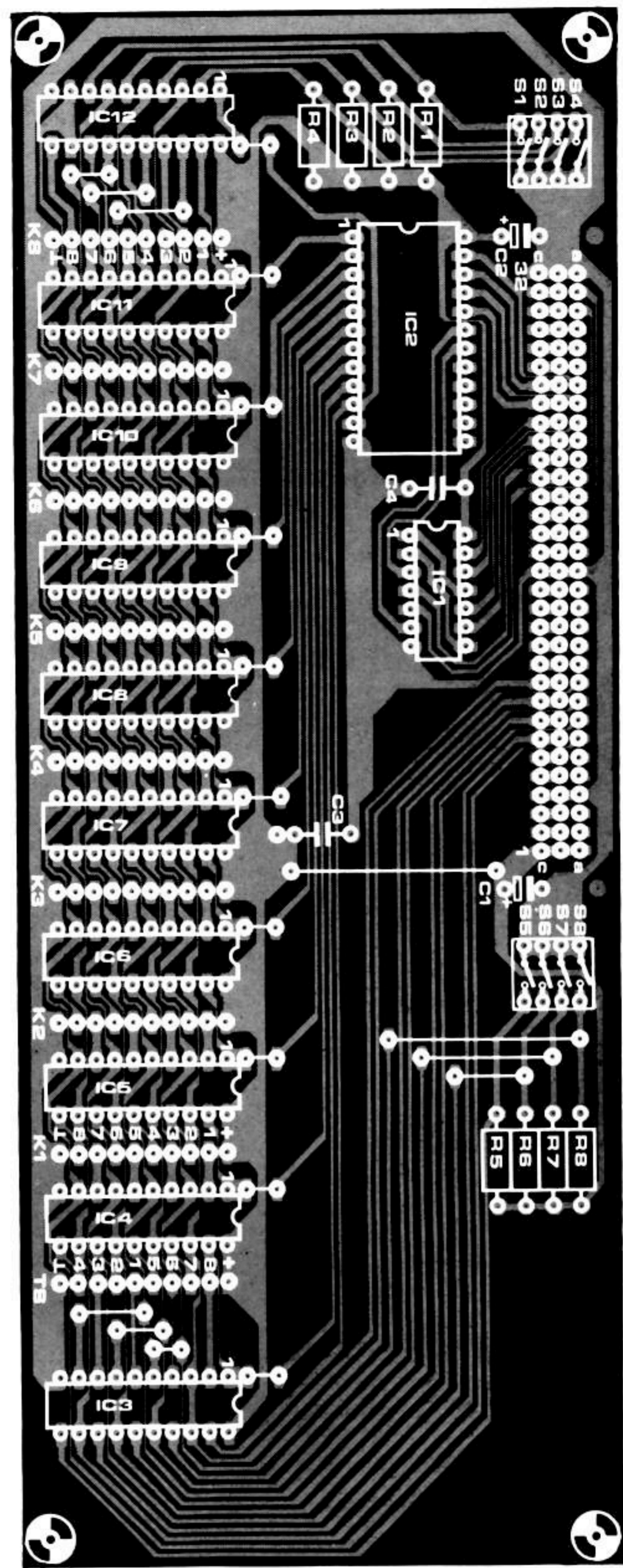
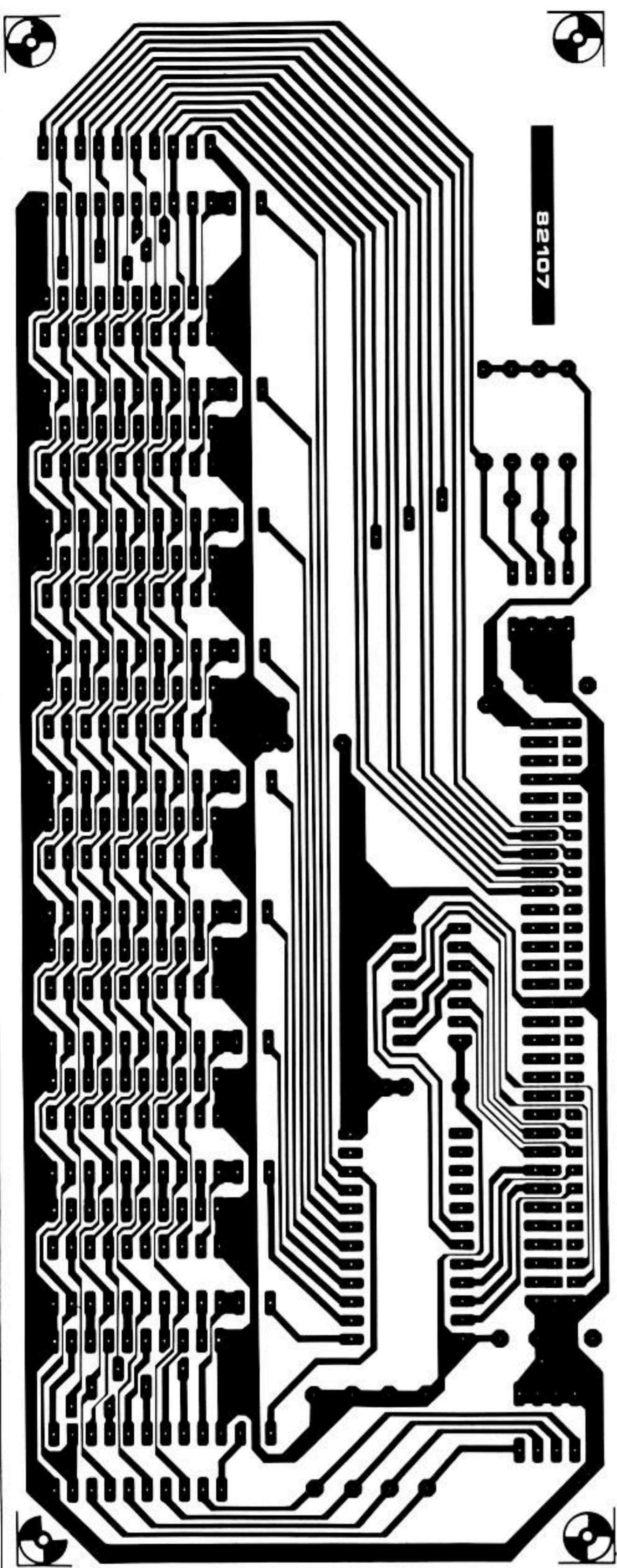


Figure 6. Dessin des pistes cuivrées et sérigraphie pour l'implantation des composants du circuit d'interface ("input unit").

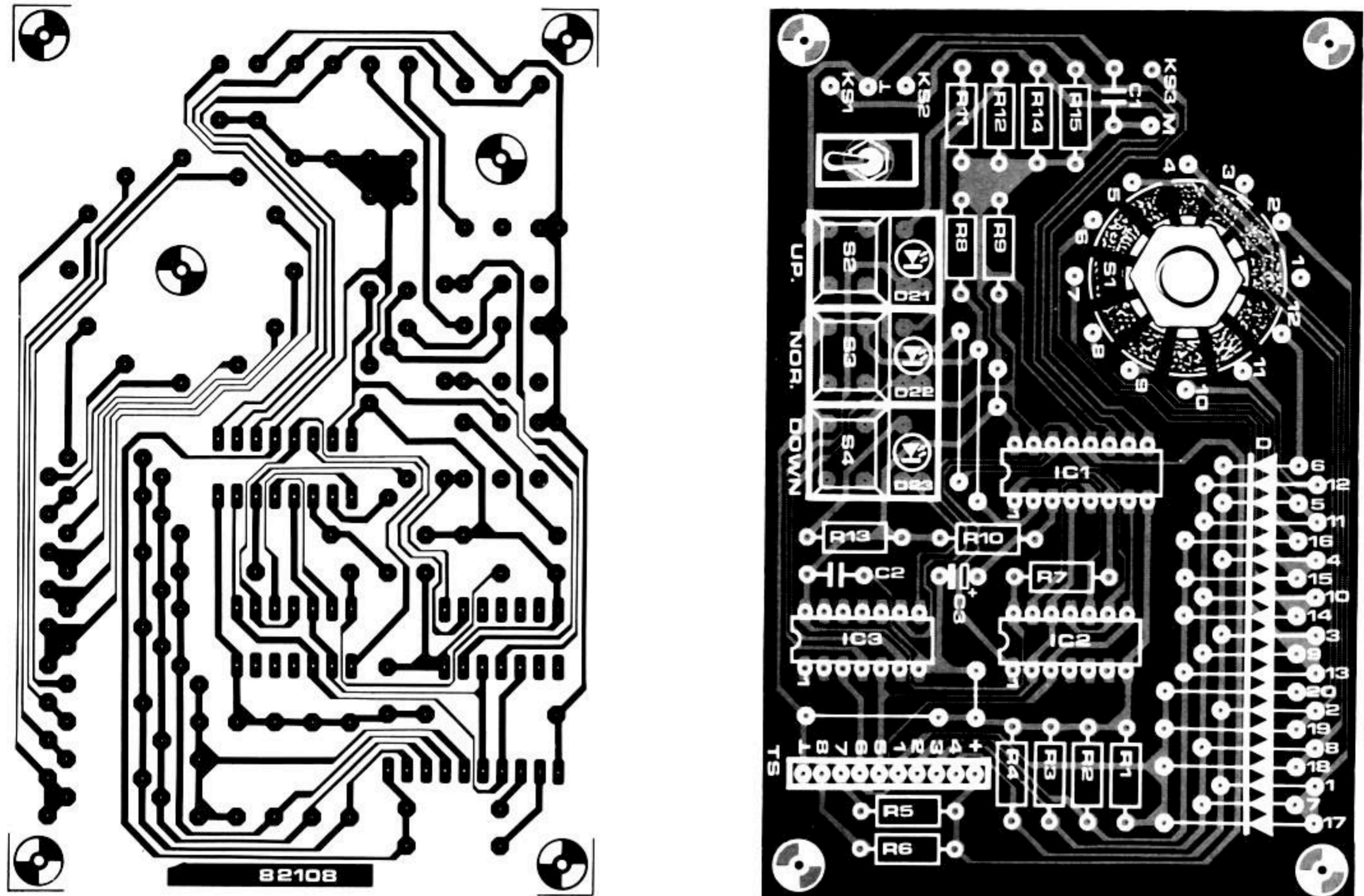
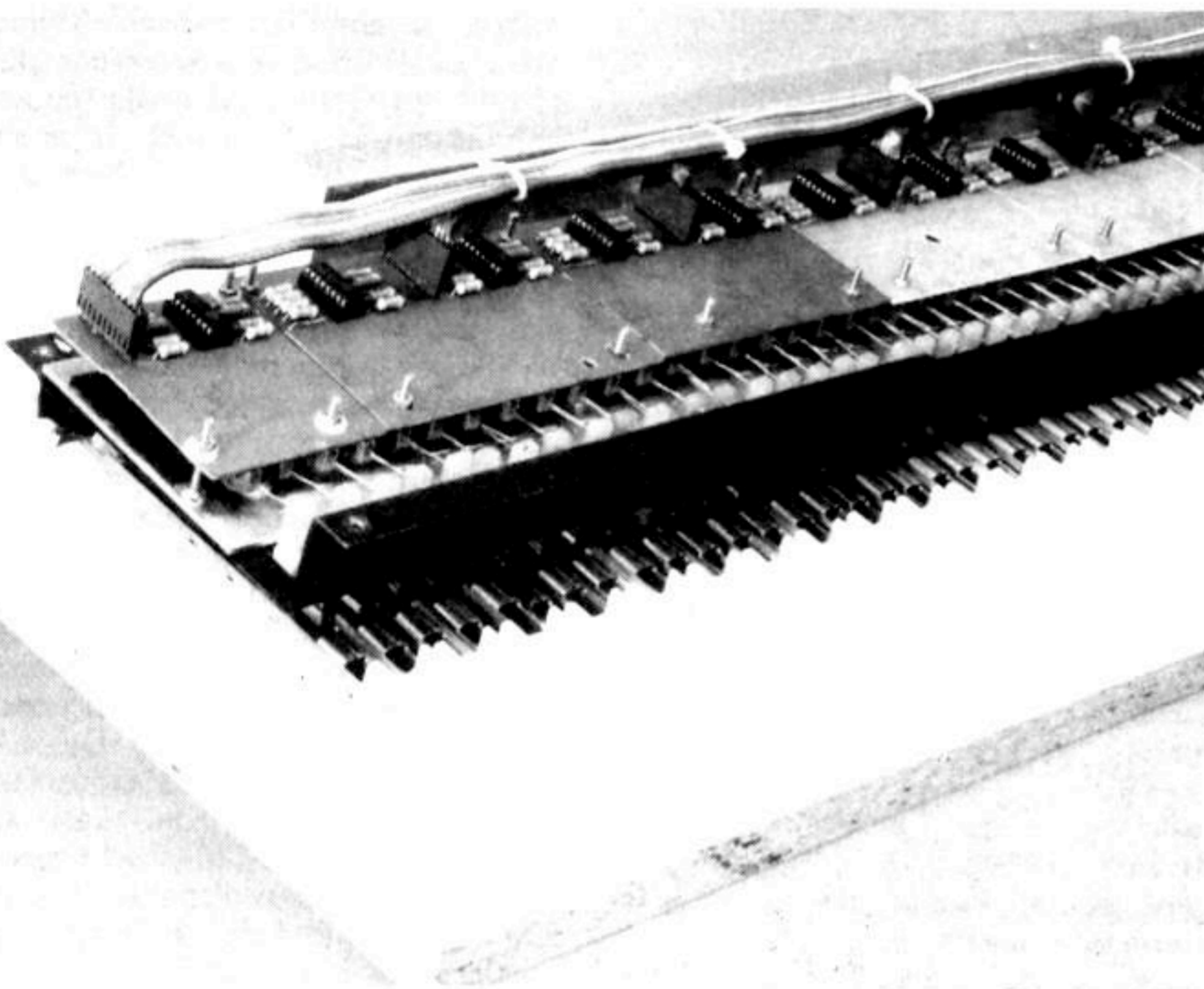


Figure 7. Dessin des pistes cuivrées et sérigraphie pour l'implantation des composants du circuit d'accord ("tune shift").



L'accord moyen (touche du milieu) peut être élevé (touche de droite) ou abaissé (touche de gauche) d'une octave. Les informations fournies par IC3 indiquent au microprocesseur le nombre de canaux à mettre en service; nous avons déjà indiqué que le nombre de canaux pourra être compris entre deux (minimum) et 10 (maximum). C'est un quadruple interrupteur DIL monté sur le circuit d'interface qui permet à l'utilisateur de choisir le nombre de canaux. Le tableau 1 illustre le décodage effectué par le microprocesseur, selon la configuration des interrupteurs.

La description du circuit de l'unité centrale et du circuit de sortie avec son système de conversion numérique/analogique fera l'objet d'un nouvel article, que nous publierons le mois prochain. Le système sera doté d'une carte de bus, permettant une interconnexion facile de tous les modules. Il s'agit en fait de la déjà célèbre carte de bus utilisée pour le Junior Computer.