

Le μ P, pourquoi?

Cette question est légitime, surtout si l'on n'a que peu, ou pas du tout d'expérience, en la matière (ni clavier polyphonique ni μ P). Jusqu'ici, la technique numérique n'a trouvé que peu d'applications dans la musique (dans le FORMANT par exemple, il n'est fait usage que d'un seul circuit TTL — dans le VCO!) Mais pour ce qui est du clavier polyphonique, il existe bon nombre de projets, depuis quelques années déjà, réalisés essentiellement à l'aide de circuits logiques; leur principal inconvénient réside dans le fait qu'ils nécessitent un grand nombre de composants

clavier numérique polyphonique

le microprocesseur fait une entrée remarquée dans le monde des synthétiseurs

Les différentes solutions au problème de la polyphonie dans le monde des synthétiseurs de musique butent sur l'organe de commande le plus spécifique: le clavier! Nous mêmes avons sué sang et eau avant d'arriver au circuit que nous présentons aujourd'hui. Nous avons fini, après maintes tergiversations, par nous rendre à l'évidence: seul le microprocesseur est en mesure de résoudre définitivement et élégamment (pour l'instant) toutes les difficultés inhérentes au traitement de l'information à la sortie d'un clavier polyphonique; "pour l'instant" parce qu'il n'est pas interdit d'espérer qu'un jour ou l'autre, étant donné la pression croissante de la demande dans ce domaine, l'un des grands fabricants de circuits intégrés LSI finira par proposer un circuit de clavier polyphonique "sur une puce". Mais cessons de rêver pour aborder une description générale du concept dans les détails duquel nous entrerons dès les prochains numéros.

(circuits intégrés essentiellement) et ne sont pas parfaits pour autant.

Rappelons le principe du clavier polyphonique, conçu selon des modes de pensée et des méthodes conventionnelles: chaque touche est munie d'un "mini-synthétiseur" qu'elle commande directement. Ce mini-synthétiseur, ou canal, comprend au minimum un VCO, un VCF, un VCA et deux ADSR! Quand on sait que la moindre des choses, en matière de polyphonie, est de disposer d'un clavier de 5 octaves, il y a de quoi frissonner devant le nombre de modules requis par un tel système. Nuançons notre pensée en considérant

à présent que l'être humain normalement constitué n'a, somme toute, que 10 doigts, dont il n'utilise d'ailleurs que rarement la totalité pour jouer... Ceci permet de limiter le nombre de canaux à une somme plus raisonnable; mais aussitôt surgit un nouveau problème, encore plus épineux...

Il s'agit d'attribuer à chaque touche actionnée un canal précis, puis de faire en sorte que selon l'évolution de la configuration des touches actionnées sur le clavier, celle des canaux, respectivement attribués à chacune de ces touches, soit cohérente!

Prenons un exemple:

Les circuits de ce type font le plus souvent appel au principe du multiplexage: les contacts de touche sont scrutés un à un, à une fréquence relativement élevée. La tension de commande correspondant à la première touche actionnée (et détectée) est appliquée au premier canal (avec en même temps, un signal de porte); la deuxième touche actionnée fait appliquer une tension de commande correspondante au deuxième canal; et ainsi de suite jusqu'à ce que tous les canaux soient en service... ou jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de touche actionnée.

Supposons maintenant que l'une des touches actionnées (une touche intermédiaire par exemple) soit relâchée: il se produit alors un décalage dans l'attribution des tensions de commande aux différents canaux (figure 1). Si trois touches sont actionnées, le VCO 1 recevra par exemple une tension de 1 V, le VCO 2 une tension de 2 V et le VCO 3 une tension de 3 V. Si la touche du milieu est relâchée, le VCO 1 recevra toujours une tension de 1 V, mais c'est par contre le VCO 2 qui recevra une tension de 3 V: le circuit de scrutation considère le clavier avec une logique qui n'est pas celle du musicien; pour lui, le canal 2 n'est plus en service et il lui attribue par conséquent les paramètres qui jusque là affectaient le canal 3! C'est lorsque l'on examine les conséquences de ce phénomène sur les circuits de porte (GATE) et d'échantillonnage et de blocage, que l'on découvre l'ampleur du problème.

Nous n'entrerons pas dans les détails des solutions, trop complexes et trop exigeantes quant à l'investissement matériel, envisageables avec de la logique standard; c'est donc à ce niveau qu'intervient le microprocesseur.

Celui-ci scrute le clavier, et mémorise (en mémoire vive) la configuration momentanée du clavier. Cette information, associée à l'information résultant du cycle de scrutation précédent, permet de déterminer quelles touches sont restées actionnées, et lesquelles ont été relâchées; puis bien sûr quelles touches nouvelles ont été actionnées.

Lorsqu'une touche est relâchée, la sortie correspondant au canal auquel la touche avait été attribuée jusqu'alors, continue de délivrer le code numérique permettant de produire la tension de com-

1

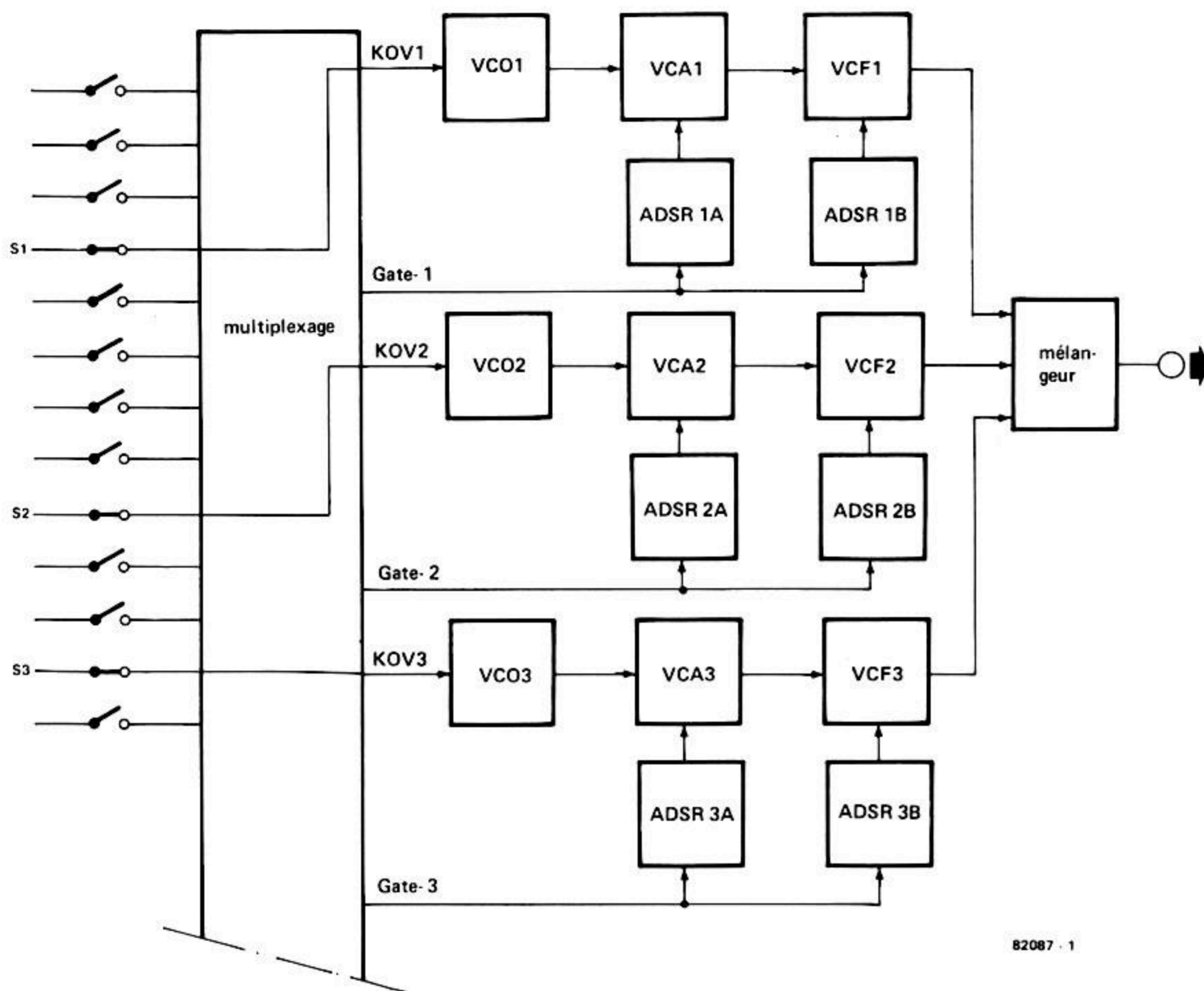


Figure 1. Toutes les touches enfoncées se voient attribuer, dans l'ordre où elles sont détectées, un canal de synthétiseur disponible. Lorsque S2 (touche du clavier) est relâché, le VCO 2 reçoit la tension préalablement appliquée au VCO 3 (provenant de S3) si le circuit de commande du clavier n'est pas doté d'un verrou empêchant ce décalage dont les conséquences sont fâcheuses. Le microprocesseur permet de résoudre ce problème élégamment.

mande. Par contre la sortie "GATE" destinée au même canal, devient inactive. Le processeur retient cette sortie comme étant éventuellement disponible pour l'attribution ultérieure d'une hauteur (code numérique converti en tension de commande) différente.

L'attribution de l'information de touche aux différents canaux se fait à l'aide d'une séquence d'instructions discriminatoires effectuée par le microprocesseur: nous avons indiqué que lorsqu'une touche était relâchée, le code numérique produisant la tension de commande restait disponible pour l'échantillonneur-bloqueur de ce canal; le processeur a donc le choix, lorsqu'une nouvelle touche est actionnée, entre l'attribution du code numérique correspondant, à ce canal là, ou à un autre encore non utilisé

jusque là. C'est d'après la configuration antérieure que le processeur optera pour l'une ou l'autre de ces deux possibilités.

Une autre fonction du μP est de choisir, le cas échéant, parmi plus de 10 touches actionnées les 10 qu'il va valider. De même que lorsque pendant la phase d'extinction de 10 touches actionnées on en actionne une onzième, c'est encore le processeur qui déterminera à quel canal cette dernière sera attribuée (il devra donc interrompre le processus d'extinction de la "touche-canal" qu'il aura choisie)!!!

Nous n'entrerons pas non plus dans les détails des algorithmes qui nous permettent d'obtenir ce codage de priorité chronologique. Nous n'en sommes encore qu'au stade des arguments, tendant

à justifier l'intérêt de la mise en oeuvre d'un système à microprocesseur.

A ce propos, il ne faut pas passer sous silence l'énorme potentiel d'applications ultérieures, résidant dans le fait de se doter d'un μP ; la réalisation du circuit ne sera pas simple, mais tout de même nettement plus claire et plus fiable que celle d'un circuit conventionnel. Et quel confort... comme on peut en juger par la suite!

Conception du clavier numérique

Qu'y a-t'il dans la boîte noire? Allons droit au cerveau; il s'agit de l'unité centrale bien connu des adeptes de la micro-informatique: le Z80 A. C'est lui qui assurera toutes les opérations à effectuer pour la gestion du circuit de

clavier et de programmation des paramètres affectant le synthétiseur (pour l'instant, celui-ci reste analogique!). . . Voyons sous forme de catégories, les différentes fonctions du microprocesseur.

La première comporte la production des grandeurs de commande (KOV et GATE) pour chaque canal du synthétiseur; ici la souplesse du système à microprocesseur révèle des avantages inattendus: on peut très bien envisager de ne prévoir que deux ou trois canaux au départ, pour ne compléter le synthétiseur qu'au fur et à mesure des besoins (. . . et des finances). Le processeur sera informé du nombre de canaux à mettre en service par l'utilisateur lui-même, qui disposera à cet effet d'un commutateur.

Nous avons mentionné à plusieurs reprises la notion de "code numérique"; c'est en effet sous cette forme que le processeur délivre les signaux de commande KOV et GATE. La conversion en grandeurs analogiques sera effectuée sur une *carte d'interface analogique*.

La face avant comporte deux commutateurs, dont la fonction est de permettre l'accord des canaux sur 3 octaves (12 demis-tons sur 3 octaves).

Une deuxième catégorie comporte

tout ce qui a trait à la commande de la programmation (pré-programmation?) des paramètres; cette fonction permettra, comme son nom l'indique, de mettre en service une configuration de réglages multiples, mémorisés au préalable, et fonctionnant de manière à peu près comparable aux registres de l'orgue (en plus complexe, tout de même). Nous disposerons de **64 configurations sonores fixes**, et de **64 possibilités de configurations-maison**, laissées à l'initiative de l'utilisateur.

Matériel

La description du circuit ne sera amorcée que dans le prochain article; il comprendra, pour l'essentiel, un circuit de réjection des rebonds de touche, une carte CPU (unité centrale = μP), un circuit d'entrée/sortie (pour la communication entre le μP et son environnement) et divers circuits accessoires pour la (pré) programmation (figure 2).

Avant-goût du mode d'emploi de l'unité de programmation: On pourra suivre les explications relatives à cette unité en se référant au dessin de la face avant que l'on trouvera en figure 3.

Enumérons les parties constituant cet ensemble:

1. un clavier de 12 touches (0 . . . 9, RAM et CLR (pour CLEAR = effacement); celui-ci permet la sélection d'une configuration programmée, dont le numéro apparaîtra sur les deux afficheurs à 7 segments "SELECT".

2. un commutateur de mode: "PANEL PRESET", associé à une LED, permettant de passer de la configuration sonore produite par les organes de commande sur la face avant à une configuration mémorisée par le circuit de (pré) programmation.

3. A côté, nous trouvons une touche "STORE" (= mémorise); sa fonction est d'assurer la mise en mémoire des paramètres affichés par les potentiomètres de la face avant du synthétiseur (ajustés par l'utilisateur). Ceci ne sera possible que lorsque la LED "Store enabled" (= mémorisation valide) clignotera! C'est à dire que lorsque le commutateur "STORE ENABLE" (*caché sur la face arrière!*) sera actif; ceci afin d'éviter toute manipulation malencontreuse, ou tentative de sabotage plus ou moins volontaire!

4. Une des caractéristiques remarquables de ce circuit de clavier polyphonique est le circuit de mise en attente ("stand by") à trois canaux, commandé par les touches "ENTER" et "PLAY",

2

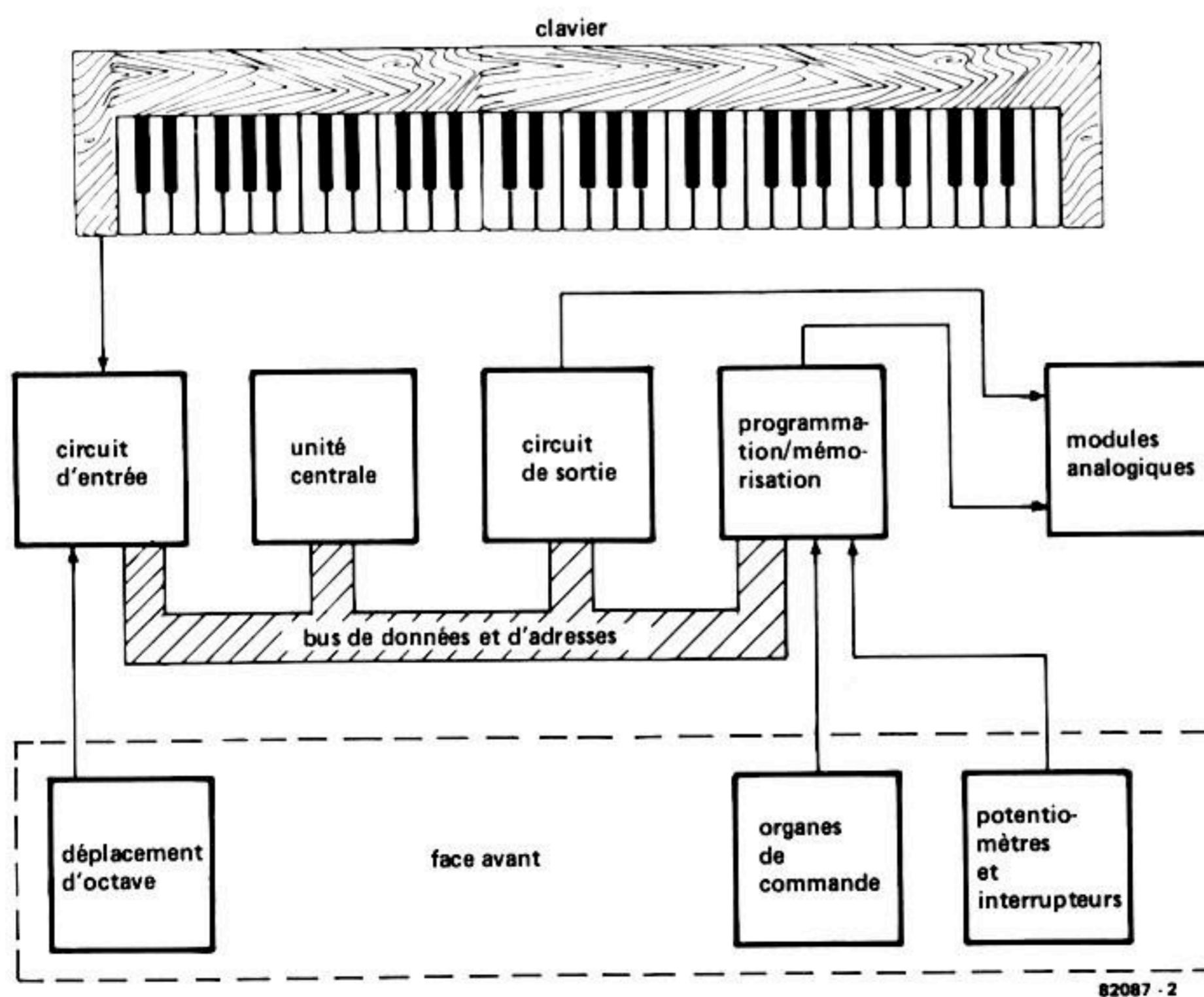
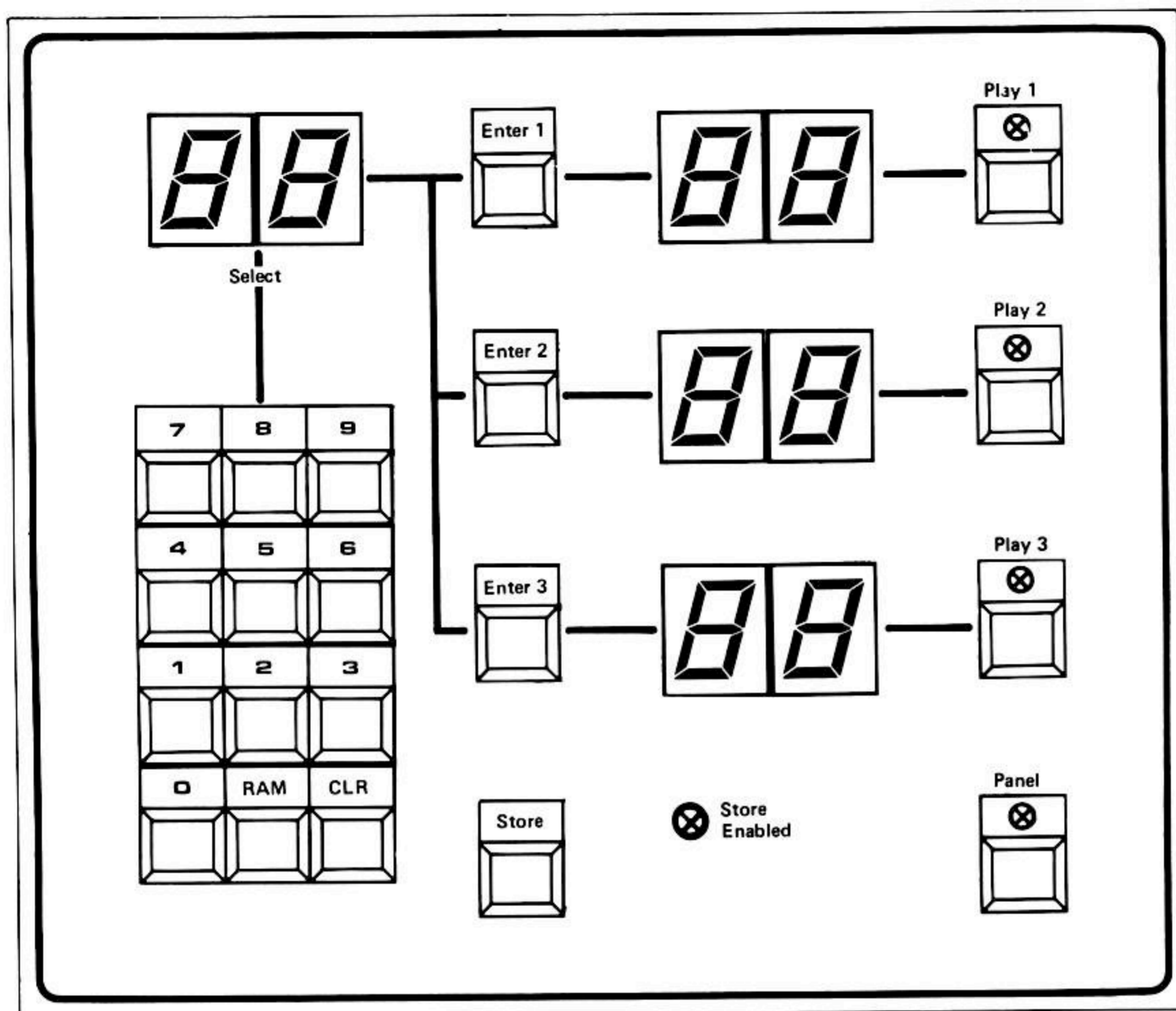


Figure 2. Schéma synoptique du circuit de commande et de programmation numérique pour clavier de synthétiseur: les sections essentielles sont le circuit de l'unité centrale (μP), celui des entrées/sorties et celui de la logique de programmation.



82087 - 3

Figure 3. La face avant du circuit de programmation offre un confort d'utilisation exceptionnel; entre autres caractéristiques intéressantes, il y a la possibilité de mise en attente de trois numéros de configurations sonores qu'il est possible de commuter très rapidement et facilement au cours du jeu lui-même.

auxquels correspondent les trois afficheurs à deux fois sept segments.

Le numéro de l'une des configurations sonores programmée est spécifié à l'aide d'une des touches "ENTER"; ce numéro apparaît sur les afficheurs correspondants, et est le même que celui qui figurera sur les afficheurs "SELECT" à ce moment-là. Il suffit maintenant d'actionner la touche "PLAY" de l'un des trois canaux de mise en attente pour faire apparaître la configuration sonore affichée. Aucune manipulation fautive n'est possible: le logiciel a tout prévu! Il est donc possible de passer instantanément d'une configuration à l'autre, avec un minimum de manipulation, et en toute sécurité!

Lorsque le commutateur "PANEL" est en service et que l'on actionne la touche "STORE", la configuration sonore momentanée est mémorisée sous le

numéro présent sur les afficheurs "SELECT"; les numéros utilisables vont de 1 à 64; pour permettre la distinction par l'utilisateur entre les configurations sonores fixes (numérotées de 1 à 64) et celles qui sont programmables (numérotées également de 1 à 64), le point décimal (ou la virgule si l'on préfère) de l'afficheur "SELECT" s'allume pour cette deuxième catégorie. La touche "CLEAR" permet d'effacer l'affichage "SELECT"; de surcroît, le logiciel n'accepte pas d'indications non valides, comme par exemple "75" (numéro de configuration non valide).

Il nous faut encore préciser qu'une configuration sonore est constituée de 28 tensions analogiques (0 à 10 V) associées à des données binaires de 32 bits pour la commande des interrupteurs analogiques du synthétiseur (par exemple les commutateurs de formes

d'onde).

Tout ceci peut paraître énorme et bien trop complexe au stade où nous en sommes; mais comme toutes ces possibilités n'ont qu'un très faible impact sur le prix de revient du circuit, il aurait été stupide d'y renoncer.

Avertissement! Un synthétiseur polyphoniques à 10 voies (ou voix) n'est pas une sinécure; qu'il s'agisse de l'ampleur des travaux ou de la somme totale au bas de la facture, ce projet se situe hors des normes de l'on rencontre d'ordinaire dans nos colonnes. Il faut (plus que) des bases, aussi bien dans le domaine de l'électronique analogique, de l'électronique numérique que dans le domaine de la musique électronique, avant de se lancer dans la réalisation d'un tel système.