

Fig. 1. - Schéma synoptique du KIM.

élaboré le 6800, le 6502 a la même philosophie générale (notamment une même discipline de bus), qu'il présente sur son prédécesseur quelques améliorations de détail (surtout modes d'adressage plus nombreux, en particulier l'adressage indirect) et qu'il est un des mieux placés du marché. Notons aussi que le 6502 est très connu des amateurs puisqu'il anime entre autres, le PET et l'APPLE II.

La gestion des entrées/sorties est assurée par deux circuits 6530, qui sont des «PIA combinés» puisque chacun d'eux comprend :

- 1 K octets de ROM
- 64 octets de RAM
- deux ports d'entrées/sorties parallèles
- un temporisateur programmable.

Un clavier hexadécimal (23 touches) et 6 afficheurs hexadécimaux permettant de visualiser une adresse (16 bits donc 4 chiffres hexadécimaux) et la donnée correspondante (8 bits).

Un interface magnétophone à cassettes permet d'utiliser

la mémoire de masse la moins chère qui soit. Notons que l'interface du KIM autorise l'emploi d'un magnétophone tout à fait ordinaire et bon marché avec une fiabilité parfaite. Ceci permettant de stocker des programmes ou des données en évitant de les introduire à chaque utilisation.

Un interface télétype (boucle de courant) permet lorsqu'on en a un de connecter un terminal. Notons (en anticipant sur la section software) que la routine du moniteur de gestion du terminal est capable de s'adapter automatiquement à la vitesse de celui-ci entre 50 et 9600 bauds !

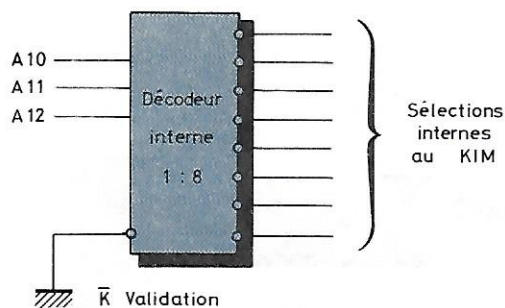
Une mémoire vive de 1 K octets s'ajoute au 128 octets des 6530. Cette mémoire est à quelques octets près entièrement à la disposition de l'utilisateur.

## Connecteurs

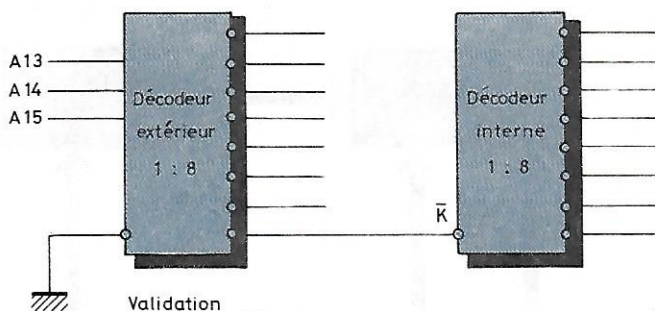
Le KIM communique avec le monde extérieur par l'entremise de deux connecteurs « nez de carte » 44 contacts.



Figure 2 :  
Décodage des adresses :



a) En l'absence d'extensions la broche  $\bar{K}$  est reliée à la masse.



b) En présence d'extensions  $\bar{K}$  doit être relié à une des entrées du décodeur externe.

Le connecteur E (extension) ne fournit rien d'autre que les trois bus fondamentaux du microprocesseur et permet, entre autres, les extensions mémoire.

Celles-ci sont facilitées par la façon dont le décodage des adresses est fait dans le KIM (fig. 2a). Comme on laisse indifférentes les lignes A13-A15, seul un espace de 8 K est décodé et ce décodage est validé par un signal  $\bar{K}$  mis à la masse en l'absence d'extension. Ceci permet d'étendre la mémoire jusqu'à 64 K en ajoutant seulement un décodeur sur les lignes A13 à A15 (fig. 2b).  $\bar{K}$  n'est plus relié à la masse mais à une sortie de ce décodeur (sélectionne la mémoire du KIM et  $\bar{K}$  à 1 sélectionne une mémoire externe). Il faut comparer cette solution élégante à celle de certaines cartes économiques où, si l'on veut ajouter de la mémoire, il faut couper certaines pistes du circuit imprimé car elles ont un décodage trop figé.

Notons enfin qu'on peut ajouter 4 K de mémoire sans décodeur puisqu'on dispose de 4 signaux de sélection libres.

Le connecteur A fournit les signaux d'entrée-sortie du système (en particulier les signaux d'interface télétype et magnétophone), et surtout les 15 lignes d'entrées/sorties parallèles programmables issues de la partie PIA des 6530. Ce sont ces lignes qui sont capables de piloter l'application de l'utilisateur d'où le nom du connecteur (A : application). Par exemple si on a relié la ligne PA0 à la masse par un interrupteur, il suffit de lire l'adresse attribuée au port A et d'examiner le bit 0 que l'on vient de lire pour savoir si l'interrupteur est fermé ou ouvert et ainsi par exemple savoir si le train vient ou non de passer sur un certain tronçon dans le cas d'une application train électrique. Toujours dans une application train électrique, si l'on a relié PBo à un relais qui commande une portion de voie, on peut alimenter ou bloquer cette portion selon que l'on écrit 1 ou 0 sur le bit 0 de l'adresse attribuée au port B. Les possibilités de commande de processus sont innombrables d'autant que les connecteurs sont dotés de broches de demande d'interruption.

Notons qu'il y a en fait 22 lignes d'entrées/sorties, en effet les 7 lignes utilisées par le système pour examiner le clavier sont présentes sur le connecteur et rien n'empêche de les employer lorsque le clavier est inutilisé.

## Les timers

Un des éléments très intéressants du KIM est la présence de timers ou générateurs d'intervalles de temps programmables. En contrôle de processus on passe le plus clair de son temps à générer des délais (par exemple, il faut ouvrir une vanne pendant un certain temps, puis la refermer). Un délai est programmé en faisant une boucle de programme (on charge un registre avec N, on décrémente et tant que le registre n'a pas atteint 0, on boucle : le délai sera proportionnel à N). L'inconvénient de cette méthode réside dans le fait que le processeur est astreint à cette tâche et ne peut exécuter d'autres instructions. Ceci n'est donc applicable que dans des cas très simples. Avec un temporisateur programmable, le registre chargé avec N se trouve hors du processeur : le délai est lancé par le processeur, qui, ensuite ne s'en occupe plus. Lorsque le délai sera épuisé le timer demandera une interruption. Le processeur peut ainsi gérer d'autres processus pendant ce délai. Inutile de dire que les timers sont universellement employés en contrôle et il était essentiel d'en parler dans un enseignement et donc de disposer de microordinateurs munis de timers. Le timer est certes moins vital dans le contexte amateur, mais lorsqu'il est présent, il facilite tout de même énormément la programmation. C'est donc, à mon avis, un élément essentiel.

Un défaut au hardware du KIM : les boîtiers principaux sont soudés et non montés sur supports.

## Software et utilisation du KIM

Le nom même du KIM (Keyboard Input Monitor : Moniteur d'entrée sur clavier) montre combien les constructeurs ont accordé d'importance au **software** capable de tirer le meilleur parti du hardware décrit précédemment. C'est un point de vue que je partage entièrement : **le software est l'âme du système.**

Disons d'entrée que le software du KIM est simple, fiable, et performant. Il accomplit les fonctions essentielles d'un système de développement et de mise au point de programmes :

- affichage et modification de mémoires
- affichage et modification des registres internes du



processeur (cas particulier du précédent : lors de tout retour au moniteur, les registres internes sont copiés dans une zone mémoire dite image des registres. Lors de tout départ d'exécution, l'image est recopiée dans les registres)

- exécution à partir d'une adresse
- exécution en pas à pas (voir figure 3).

Le moniteur comprend bien entendu les routines de gestion du clavier et de l'affichage LED 7 segments du télétype (y compris la fonction lecture/écriture sur ruban perforé) et (ce n'est pas le cas de tous ses concurrents) du magnétophone.

Il faut bien sûr mettre **manuellement** le magnétophone en position lecture ou enregistrement mais on peut enregistrer et retrouver plusieurs programmes sur une même cassette puisque chacun possède un label (2 chiffres hexa). L'utilisation du label FF signifie « lire le premier bloc qui se présente ».

Extrêmement souple à utiliser le software du KIM est assez bien décrit et assez bien structuré de sorte que certains de ses sous-programmes sont disponibles pour des besoins propres\*.

Il y a alors double bénéfice :

- Cela fait toujours un programme de moins à écrire.

\* On peut regretter que ceci ne s'étende pas au programme de gestion du magnétophone. Il est vrai que le besoin en est restreint.

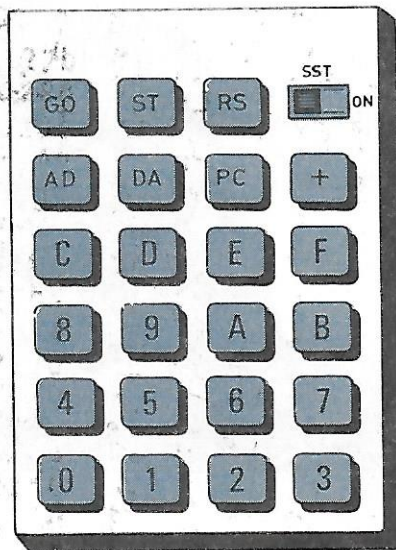
- Comme il est déjà en ROM, il n'occupe pas de place en RAM utilisateur.

Les plus connus de ces sous-programmes sont :

S/P	Adresse	Fonction
GETCH	1E5A	Lit un caractère au télétype et le renvoie dans l'accumulateur.
OUTCH	1EA0	Imprime sur télétype le caractère qui est dans l'accumulateur.
GETKEY	1F6A	Renvoie dans l'accumulateur le numéro de la touche du clavier sur laquelle on appuie actuellement.
AK	1EFE	Teste l'état du clavier.
SCAND	1F1F	Rafraîchit l'affichage LED. Les données affichées sont dans trois adresses mémoire (F9, FA, FB) dont le contenu peut être imposé par le programme utilisateur.

Figure 3 : Le clavier du KIM :

150F TTC



Fonctions des touches :

- 0-F : Entrée d'un chiffre hexadécimal qui sera interprété comme une adresse ou une donnée selon le mode
- AD : Passe en mode adresse
- DA : Passe en mode donnée
- + : Incrémente l'adresse affichée
- PC : Rappelle la dernière valeur du compteur ordinal
- RS : Effectue un RESET du processeur
- GO : Départ d'exécution à l'adresse affichée
- ST : Génère une interruption NMI (STOP)

L'interrupteur à glissière SST (single step) permet de se placer en mode pas à pas, c'est-à-dire que le microprocesseur n'exécutera qu'une seule instruction à chaque pression de la touche GO.

Documentation

La documentation fournie avec le KIM est abondante et de qualité.

Outre un poster qui est le schéma de branchement du KIM on reçoit :

- Le manuel d'utilisation du KIM en anglais (120 pages).
- Le manuel hardware en anglais décrivant les composants de la famille 6500 et leur utilisation (150 pages).
- Le manuel de programmation en anglais : très pédago-

gique, il constitue un véritable cours progressif de programmation (200 pages).

- Le manuel d'utilisation en français (150 pages). C'est la traduction du manuel anglais avec en plus une introduction à la programmation en langage machine contenant quelques exemples de programmes comme multiplication et tris...

Les manuels fournissent le schéma électrique complet du KIM et le listing complet et commenté du moniteur.

Il faut noter qu'en raison de la diffusion du KIM



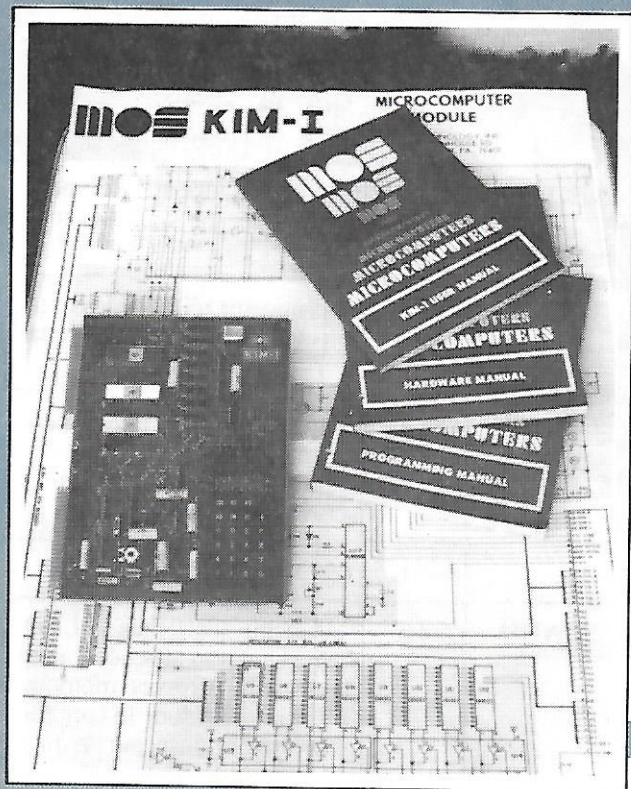


Photo 2. - Les manuels et schémas livrés avec la carte KIM-1.

d'autres sources d'informations existent : il est rare qu'un numéro de BYTE ou de KILOBAUD n'ait pas un article sur le KIM. Une publication est dédiée au KIM : KIM 1 users notes (P.O. Box 33077, North Royalton, Ohio 44133 USA) et contient une mine d'astuces et de renseignements dont les meilleures feuilles ont été reliées pour former un livre « The first book of KIM » disponible chez les revendeurs de KIM.

Signalons qu'il existe pour le KIM un programme de jeu d'échecs qui, au dire des connaisseurs, est d'un bon niveau et qui, aussi extraordinaire que cela paraisse, tient dans la configuration de base, c'est-à-dire 1,1 K octets !

## Un exemple d'application

Faute de place, nous nous bornons à décrire une seule application (voir encadré). Il s'agit de produire de la musique aléatoire à l'aide d'un haut-parleur. Si l'on utilise le bit PBO relié à +5 V à travers un haut-parleur d'impédance suffisante (100 Ω) on a assez de puissance pour obtenir un son audible mais non tonitruant.

Deux nombres sont tirés au hasard : l'un déterminera la durée du son grâce au 1<sup>er</sup> timer du KIM ; l'autre déterminera la durée de chaque créneau (donc la fréquence du son) grâce au 2<sup>e</sup> timer du KIM. A l'aide de ces deux timers, le programme complet tient en 60 octets. On notera l'utilisation des deux registres d'index du 6502.

## Extensions du KIM

Les extensions mémoire sont faciles à installer. Le distributeur met à votre disposition un fond de panier et un assortiment de cartes mémoire.

Il existe aux Etats-Unis des disques pour le KIM et un adaptateur du KIM au bus S 100 ce qui offre bien entendu de nombreuses possibilités.

Le distributeur du KIM vend aussi une micro-imprimante (Matsushita) qui, avec sa carte interface coûte 1 650 F HT. Cette microimprimante imprime de 20 à 40 (ce dernier cas est peu lisible) caractères par ligne sur papier aluminé à la vitesse de 2 lignes/s. Elle offre un moyen commode et bon marché de conserver le listing d'un programme.

Le distributeur propose enfin une carte programmeur de PROM et d'EPROM qui s'adapte directement au KIM : la PROKIM 27. Elle permet de programmer avec une souplesse et une sécurité totales les 2704, 2708, 2758, 2716 et les PROM à fusibles compatibles. Comme son prix est de 1 750 F HT, l'ensemble KIM-PROKIM 27 forme, à ma connaissance, le programmeur le moins cher du marché : avis aux industriels et aux clubs.

Au point de vue extensions software, on dispose de routines d'arithmétique flottante, de désassembleurs, d'assembleurs, etc.

## Conclusion

Le KIM me semble donc être excellent pour trois catégories d'utilisateurs.

- **Pour l'éducation**, il forme un outil commode à utiliser pour expérimenter toutes sortes d'interfaces et mettre au point les programmes correspondants.
- **Pour l'amateur**, le KIM est un des systèmes qui offre le plus de possibilités à ce prix. Sa diffusion assure l'existence de sources d'échanges d'informations ou de programmes très intéressants.
- **Pour l'industriel**, le KIM était au départ (c'est son succès même qui l'a « détourné » vers le marché amateur) un système d'évaluation des composants de la famille 6500 et un système de développement minimal destiné à l'industriel qui désirait faire l'investissement minimum. ■

Daniel-Jean DAVID \*

\* Enseignant ENSMP et ENSAM.

Connexions à effectuer pour obtenir un son audible à l'aide d'un haut-parleur.

