

Le MSX-AUDIO

Le Module Musical PHILIPS

Publication technique de l'Atelier Musique & Informatique

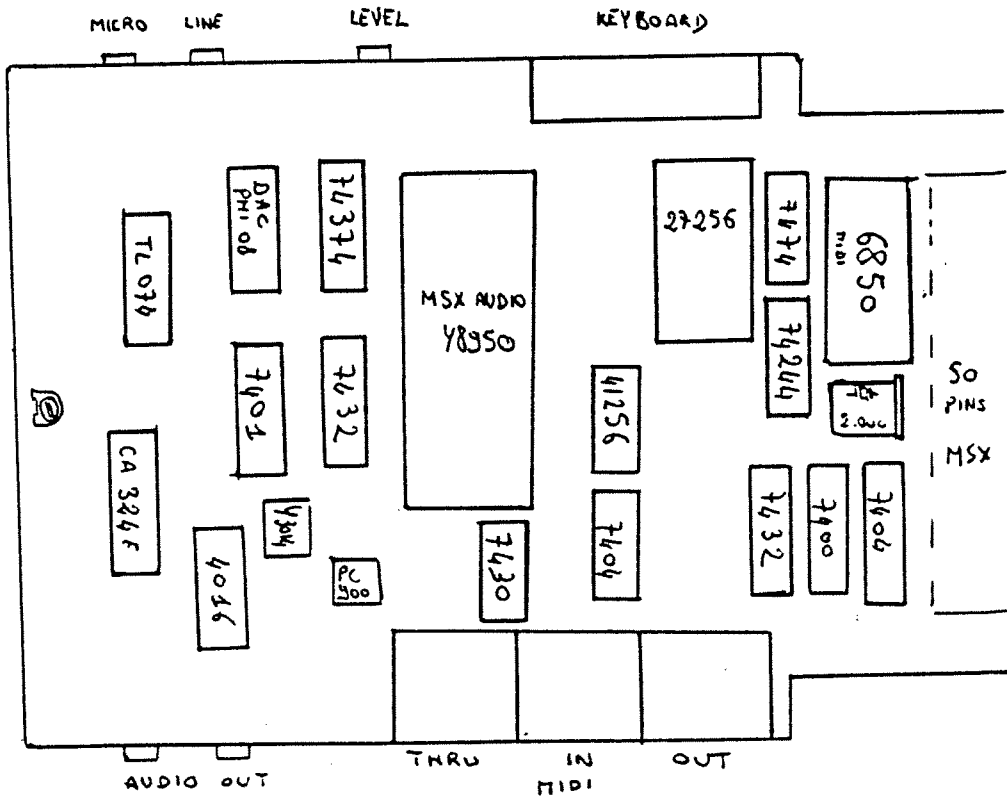
écrit par Patrick Boujet
copyright juin 1987
41H-AMI

Le Module Musical PHILIPS NMS 1205

Le Module Musical Philips est la première option MSX nous apportant le processeur MSX-Audio, mais accompagnée de divers éléments et d'un logiciel intégré d'initiation musicale destiné au grand public.

Toutefois cette extension n'est pas fermée malgré le démarrage automatique du programme. Il suffit pour cela d'appuyer sur la touche 'ESCAPE' à l'allumage ou lors d'un reset du micro-ordinateur. Un call MUSICBOX permettant de le rappeler à partir du Basic.

Dans la figure suivante on trouve un relevé du circuit imprimé du module et des divers circuits intégrés présents. On remarque sans peine le processeur MSX-Audio de Yamaha référencé Y8950, suivi du Y3014 Yamaha, un 8 broches, qui est le convertisseur spécial au processeur, car traitant comme nous le verrons plus loin des données numériques séries. Un second convertisseur 8 bits, le DAC 08, a été ajouté dans le module, et il est utilisé au niveau du logiciel pour les effets de chambre d'écho et d'harmoniseur. L'interface Midi quant à elle est confiée à une classique UART, le 6850. En dernier point on trouve la mémoire Eprom de 32Ko contenant le programme d'initiation musicale.



Spécifications techniques du module

Entrée micro Cinch/Rca
Entrée ligne Cinch/Rca
Réglage du niveau d'entrée
Sorties mono x2, Cinch/Rca

Midi: In/Out/Thru

Connecteur 20 broches pour un clavier musical de 5 octaves (non compatible avec les modèles YK de chez Yamaha)

Le module comprend une Ram dynamique de 256Kbits destinée au stockage de données PCM.

Adresses d'accès

Le processeur Y8950 est accessible aux adresses I/O du Z80 standardisées pour le MSX2, en COH et CIH. Le convertisseur N/A 8 bits supplémentaire et l'interface Midi non prévus par le standard sont donc placés en dessous de 40H:

00H registre de commande	01H transmission des données
04H registre d'état	05H reception des données

0AH convertisseur N/A 8 bits

La mémoire Eprom de 32Ko va de l'adresse 4000H à BFFFH. La page allant de 8000H à BFFFH contenant essentiellement des données. Le slot où elle se trouvera dépendra évidemment du connecteur où on l'insère.



1) Le processeur Y8950 MSX-Audio

Le processeur Y8950 conçu et fabriqué par Yamaha se présente comme un LSI de 64 broches intégrant:

- Synthétiseur en modulation de fréquence
- circuit d'analyse et synthèse vocale en PCM
- accès aux convertisseurs A/N-N/A
- deux ports I/O
- deux timers

Il peut adresser jusqu'à 256Ko de Ram ou de Rom, notamment utilisées pour la synthèse vocale PCM.

Le synthétiseur FM

Ce synthétiseur peut fonctionner selon trois modes:

- Synthétiseur FM 9 voix
- Synthétiseur 6 voix plus 5 instruments rythmiques
- Synthèse vocale appelé CSM (Composite Sinusoidal Modeling)

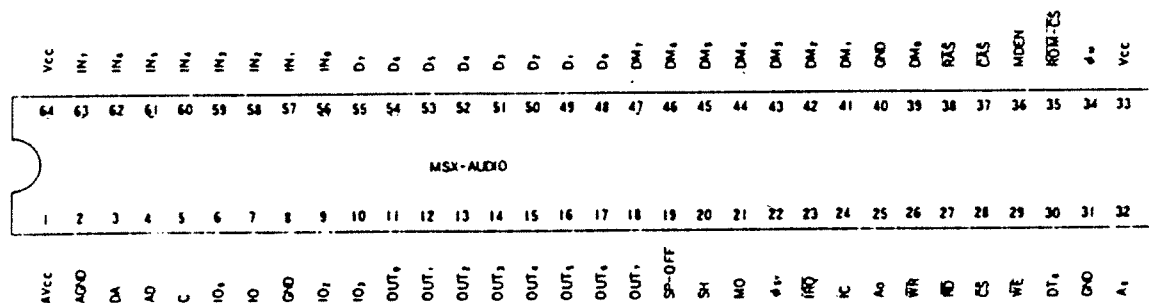
Pour le synthétiseur chaque voix peut recevoir des paramètres spécifiques pour l'attribution d'un timbre différent à chaque note.

La Synthèse vocale

Cette fonction spécifique permet aussi bien l'analyse que la synthèse vocale en mode PCM sur 4 bits. La fréquence d'échantillonnage peut être largement ajustée.

- De 1,8KHz à 16KHz pour l'analyse
- De 1,8KHz à 50KHz pour la synthèse

Finalement on pourra utiliser les convertisseurs en lecture ou en écriture directe pour des fonctions de traitements de signaux. Le convertisseur N/A reçoit des données série au format 13 bits, 10 pour la mantisse et 3 pour l'exposant. Les deux ports I/O sont d'usage général, l'un sur 4 bits, l'autre sur 8 bits sera essentiellement utilisé pour un clavier.



Le Synthétiseur en Modulation de Fréquence

Le synthétiseur FM du MSX-Audio peut fonctionner selon trois modes:

- Synthétiseur FM à 9 voix
- Synthétiseur FM à 6 voix plus 5 instruments rythmiques FM
- CSM, pour Composite Sinusoidal Modeling, destiné à une synthèse vocale simple

Nous ne nous attarderons pas sur ce dernier mode moins intéressant dans le processeur Y8950, puisque nous disposons du module PCM principalement destiné à la synthèse vocale, et dont les résultats sonores seront plus réalistes.

(Si on souhaite des informations sur le fonctionnement de mode CSM on pourra se reporter au SFG 05 Music Bios de Yamaha)

Structure du synthétiseur FM

Comme les autres synthétiseurs FM de la gamme Yamaha, il s'agit d'un module de synthèse numérique temps réel. Toutefois comparé au SFG des MSX ou au DX7, le synthétiseur du MSX-Audio est beaucoup plus simple, ce qui ne l'empêche pas d'être tout à fait exploitable musicalement comme on le constatera en comparaison avec un synthétiseur analogique classique exploitant la synthèse soustractive.

L'Y8950 dispose de 22 opérateurs, chaque note en ayant deux. En fonction du mode employé nous aurons:

9 voix fois 2 opérateurs (18 utilisés au maximum)
6 voix fois 2 opérateurs (12 utilisés) plus 5 instruments rythmiques fois 2 opérateurs (10 utilisés, donc un total de 22 au maximum)

Au niveau des algorithmes nous disposons aussi de deux combinaisons:

c=0 , mode FM



c=1 , mode Additif



Le synthétiseur FM dispose aussi de deux LFO (oscillateur à très basse fréquence), sur lesquels on ne peut guère intervenir. En effet nous ne pouvons ni modifier la forme d'onde, ni intervenir sur la fréquence. Mais en contre-partie chaque opérateur peut être validé ou invalidé pour le vibrato et le trémolo.

Un LFO est assigné au vibrato, et le second au trémolo, pour la raison que les vitesses de modulation sont différentes pour ces deux types d'effets. Le vibrato étant un peu plus rapide.

Description des registres FM

Registres 20H à 35H

AM : à 1, valide la modulation d'amplitude par le LFO
FM : à 1, valide la modulation de fréquence par le LFO
EG-TYD: à 1, le paramètre 'sustain' de l'enveloppe existe
KSR : à 1, la durée de l'enveloppe est proportionnelle à la hauteur de la note
à 0, enveloppe linéaire
MULTI : fréquence harmonique de l'opérateur de 0 à 15. Hauteur normale: 1

Registres 40H à 55H

KSL : pondération du niveau de sortie de l'opérateur en fonction de la hauteur
TL : niveau de sortie de l'opérateur. 0=0dB

Registres 60H à 75H

AR : temps d'attaque de l'enveloppe, de 0 à 15.15 le plus rapide
DR : temps de chute (decay) de l'enveloppe. réglage comme attaque.

Registres 80H à 95H

SL : niveau de sustain de l'enveloppe (existe si EG-TYD=1). 0 à 15.0=0dB
RR : temps de chute (release) de 0 à 15.15 le plus court

Registres A0H à A8H

F : fréquence des notes 1 à 9.8 bits LSB

Registres B0 à B8H

F : fréquence des notes 1 à 9.2 bits MSB
KON : allume les notes 1 à 9
BLOCK : octaves 1 à 8 des notes 1 à 9

Registre BDH

AM : profondeur tremolo 0: faible, 1: fort
FM : profondeur vibrato 0: faible, 1: fort
R : à 1 place le synthétiseur FM en mode 6 voix et 5 instruments rythmiques
BD)
SD)
TOM) : à 1 allume les instruments rythmiques
TC)
HH)

Registres C0H à C8H

FB : niveau du feedback de 0 à 7
C : algorithme. C=0 FM porteur+modulateur. C=1 deux en porteur

Instruments rythmiques:

BD : Bass Drum (grosse caisse)

SD : Snare Drum (casse claire)
 TOM: Tom
 TC : Top Cymbal (cymbale)
 HH : high Hat (charleston)

Enveloppes:

Si 'Attack', 'Decay', et 'Release' sont programmés à 0, les paramètres correspondant n'existent pas.

1. Address D₇ D₆ D₅ D₄ D₃ D₂ D₁ D₀

0 0	--CONTROL--								
1 F									
2 0	A M	V I B	E G - T Y D	K S R	MULTI				
3 5									
4 0	K S L		T L						
5 5									
6 0	A R				D R				
7 5									
8 0	S L				R R				
9 5									
A 0	F-Number (L)								
A 8									
B 0			K O N	Block			F-Num		
B 8							(H)		
B D	A M D E P	V I B D E P	R	B D	S D	T O M	T C	H H	
C 0					F B		C		
C 8									

--STATUS--

INT	T I	T 2	E O S	B U F R D Y			P C M B S Y
-----	-----	-----	-------	----------------	--	--	----------------

2. Address D₇ D₆ D₅ D₄ D₃ D₂ D₁ D₀

0 0								
0 1	TEST							
0 2	TIMER 1							
0 3	TIMER 2							
0 4	I R Q R S T	T I M S K	T 2 M S K	E O S M S K	B R M S K	S T 2		S T 1
0 5	Key Board IN *							
0 6	Key Board OUT							
0 7	S T A R T	R E C	M E M D A T A	R E P T	S P O F F			R S T
0 8	C S M	P H O T O S E L			S a m p l	D A A D	S a k	R O M
0 9	START ADD (L)							
0 A	START ADD (H)							
0 B	STOP ADD (L)							
0 C	STOP ADD (H)							
0 D	PRESCALE (L)							
0 E	PRESCALE (H)							
0 F	ADPCM--DATA *							
1 0	DELTA-N (L)							
1 1	DELTA-N (H)							
1 2	EG-CTRL							
1 5	DAC DATA (H)							
1 6	DAC DATA (L)							
1 7							S H I F T 2 1 0	
1 8							I/O-CTRL	
1 9							I/-DATA *	
1 A	PCM-DATA *							

3. * Accessible register

Les Paramètres par opérateur

Pour chaque opérateur on trouve un ensemble de paramètres pris en charge par le processeur simplifiant au maximum les manipulations sur le son.

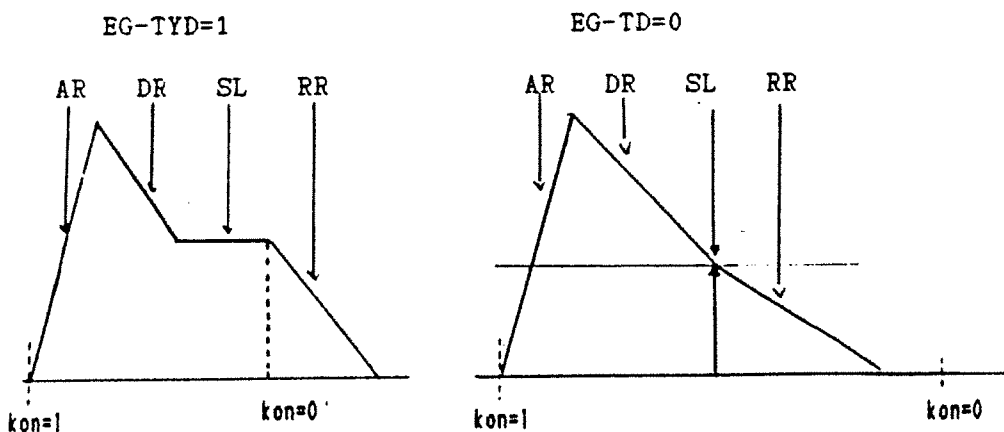
On trouve tout d'abord les contrôles de la fréquence sur les bits 'Multi' qui représente un facteur de multiplication de la hauteur de la note jouée, selon une progression correspondante à l'échelle des harmoniques. Ces quatre bits permettent théoriquement une variation de 0 à 15 mais toutes les valeurs ne sont pas exploitables:

MULTI	facteur	MULTI	facteur
0	0,5	8	8
1	1	9	9
2	2	10	10
3	3	11	-
4	4	12	12
5	5	13	-
6	6	14	14
7	7	15	-

L'enveloppe de chaque opérateur est disponible sur les bits AR, DR, SL, RR, EG-TYD, et KSR. AR représente la vitesse d'attaque, DR le decay, RR le release, et SL le niveau du sustain. Il s'agit d'enveloppe très simple mais offrant suffisamment de souplesse pour la plupart des timbres. Le bit KSR pour keyboard rate scaling permet de faire varier la durée des paramètres de l'enveloppe en fonction de la hauteur de la note afin de reproduire le comportement de certains sons acoustique comme le piano qui a des notes longues dans le grave et très courte dans l'aigu. A zéro KSR n'a pas d'effet. Le bit EG-TYD est plus spécifique par le fait qu'il annule la période de maintien de l'enveloppe. S'il est à zéro nous obtiendrons obligatoirement des sons percussifs.

AR/DR --> 15 le plus rapide, 1 le plus lent, 0 off
RR --> 15 le plus rapide, 0 le plus lent.

Enveloppes:



On trouve ensuite le paramètre TL sur 6 bits qui permet de modifier le niveau de sortie d'un opérateur. Il fonctionne comme un atténuateur de

0 pour le niveau maximum (0dB) à 63 le niveau minimum. KSL quant à lui permet de modifier l'amplitude de sortie d'un opérateur en fonction de la hauteur de la note. Cela permet par exemple sur un modulateur d'atténuer automatiquement dans l'aigu le niveau de la modulation, modifiant donc le timbre. (progression bits 6/7 KSL:00,10,01,11)

AM à 1 valide l'effet trémolo sur un opérateur, et FM à 1 valide le vibrato lui aussi sur chaque opérateur.

Les paramètres par voix

On trouve pour chaque voix:

Fréquence de la voix 1 à 9 ajustable sur 10 bits
 Octave de 1 à 8 (bits block)
 Note on/off, bit KON

Les bits FB agissent uniquement sur l'opérateur 1 dosant le niveau de réinjection FM (feedback), offrant une synthèse FM sur un seul opérateur, utile lorsque les deux opérateurs sont en parallèle. Le bit C joue sur la disposition des deux opérateurs (le 1 module le 2, ou 1 et 2 en parallèle)

Si les bits Block et Kon n'appellent aucune remarque, l'ajustage de la fréquence est plus laborieux à programmer contrairement aux SFG 01 et 05 où on ne spécifiait seulement que la note en demi-ton (DO, RE, MI, ...)

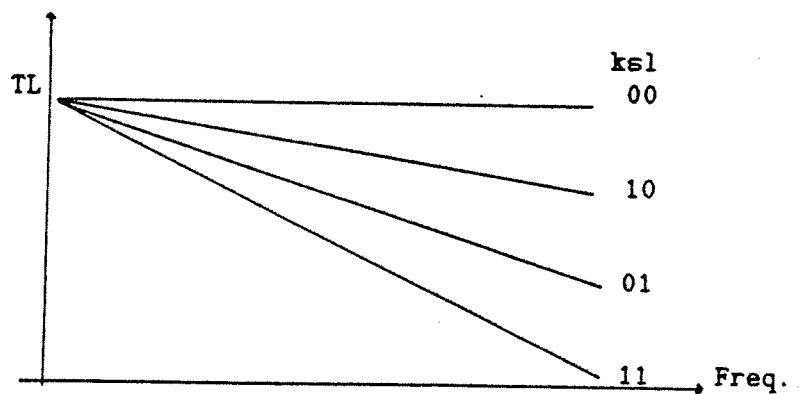
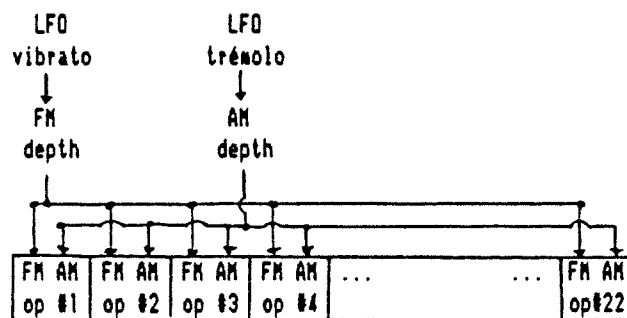
Pour simplifier la programmation on utilisera une table avec les valeurs listées ci-dessous. On remarque si on programme la voix 1 qu'on utilise deux registres, la fréquence s'ajustant sur 10 bits. Les valeurs couvrent une octave. On programmera les bits block pour obtenir toute la tessiture de l'Y8950. Il faut toutefois prendre garde quand on coupe une note en plaçant le bit KON à 0 de tout de même recharger dans le registre les valeurs précédemment écrites pour les autres bits. Si on ne le faisait pas avec un son traînant (release de l'enveloppe à 4 par exemple) on aurait l'impression que le son s'arrêterait brusquement. En fait si on applique 0 sur les bits 0 à 4 du registre B0H on place la fréquence de la note très basse.

Note	Reg. AnH	Reg. BnH(bits 0 et 1 seulement)		
SOL	02H	02H	04	4
SOL#	20H	02H	40	4
LA	41H	02H	80	4
LA#	63H	02H	C6	4
SI	87H	02H	0E	5
DO	AEH	02H		
DO#	D7H	02H		
RE	02H	03H		
RE#	30H	03H		
MI	60H	03H		
FA	94H	03H		
FA#	CAH	03H		

Paramètres généraux

Le registre BDH contient deux bits relatifs aux LFO. Ils jouent sur la profondeur de la modulation. A zéro on aura un faible vibrato ou trémolo, à un ils seront plus fort, à condition toutefois que les bits AM ou FM des opérateurs soient à 1.

Le Bit R à zéro place l'8950 en mode synthétiseur 9 voix si le bit CSM du registre 08H est aussi à 0. A un le bit R place le synthétiseur en mode 6 voix FM et cinq instruments rythmiques. Les bits BD, SD, TOM, TC, et HH sont alors efficaces et permettent d'activer les instruments rythmiques, ou de les couper. On peut modifier légèrement les timbres en jouant sur les registres des voix 7, 8 et 9 dans ce mode. On ne placera le bit CSM à 1 que pour obtenir la synthèse vocale. Toutefois son emploi est très particulier utilisant les deux timers, et nécessite de connaître les donner à appliquer sur les registres jouant sur la fréquence et l'amplitude des sinusoides produites. (Pour information sur ce sujet on peut se reporter au manuel SFG 05 Music Bios distribué par Yamaha)



Le Mode ADPCM

Il s'agit d'un module d'échantillonnage automatisé qui converti un signal audio en données numériques PCM qui pourront être stockées soit sur la Ram interne du module musical soit être lues pour un stockage dans la mémoire du micro-ordinateur.

Les données dans ce mode de conversion sont plus difficiles à manipuler en raison de leur format série et du type de conversion numérique-analogique employé, mais en contrepartie elles sont plus économique en capacité mémoire, d'ou son intérêt en synthèse vocale. L'exploitation en synthèse vocale n'est pas décrite ici car pour être optimisée elle réclame un traitement complexe des données enregistrées, essentiellement pour obtenir le maximum d'information dans un minimum d'espace mémoire.

Le mode ADPCM peut avoir un fonctionnement très automatisé, évitant la lecture d'un convertisseur A/N ainsi que le stockage des données. Inversement la lecture de ces données est automatiquement transmise vers le convertisseur N/A. L'utilisateur n'a en fait qu'à spécifier un ensemble de paramètres.

Les registres du mode ADPCM:

07H registre de commande
08H à zéro

09H-0AH adresse de départ d'enregistrement/lecture sur la Ram du module

0Bh-0Ch adresse de fin

0DH-0EH fréquence d'échantillonnage en enregistrement

10H-11H vitesse de lecture des données enregistrées

12H ajustage du niveau en lecture

0FH registre d'écriture/lecture des données ADPCM

Le registre 07H comporte 6 bits significatifs:

Le bit 0 sera mis à 1 (les autres à 0) pour réinitialiser l'adresse de départ à la valeur chargée dans les registres 09H-0AH

Le bit 3 sert théoriquement à couper la sortie audio durant un enregistrement (conversion A/N), mais le module musical n'est pas câblé en ce sens. Pour la compatibilité avec d'éventuels MSX-Audio intégré à des micro-ordinateurs on pourra quand même tenir compte de ce bit.

Le bit 4 spécifie une lecture en boucle de la mémoire entre l'adresse de départ et l'adresse de fin.

Le bit 5 indique si on lit la mémoire Ram (1) ou si on envoie des données "manuellement" par le registre 0FH (0).

Les bits 6 et 7 servent à indiquer l'instant de l'enregistrement ou de la lecture.

exemples:

registre 07H

valeur 01H: remise à zéro du compteur d'adresse

valeur E8H: enregistrement sur la Ram du module

valeur 79H: lecture de la Ram en boucle

La lecture en boucle dure jusqu'à interruption par l'utilisateur sur le bit 5.

Les adresses exploitables sur les registres 09H à 0CH vont de 0000H à 1FFFH et peuvent être éditées en cours d'une lecture en boucle par exemple. lors de la manipulation des adresses il est toutefois préférable de réinitialiser la lecture, certaines perturbations étant possibles.

Pour les fréquences d'échantillonnages les registres 0DH et 0EH seront programmés avec la valeur minimum de 00E0H qui correspond à l'échantillonnage le plus rapide soit environ 16KHz. A FFFFH on tombe sur un échantillonnage inférieur à 2KHz. En lecture les registres 10H et 11H peuvent être programmés de 0000H (vitesse minimum inférieure à un débit de 2Ko par seconde) à FFFFH (vitesse maximale 50Ko par seconde).

Le registre 12H agit comme un simple atténuateur de 255 pour le niveau maximum à 0. En mode ADPCM le synthétiseur FM reste tout à fait exploitable.

Utilisation du mode ADPCM sous Basic

Le mode ADPCM étant automatique, il n'est pas obligatoire d'écrire une routine en langage machine pour l'exploiter.

Nous utiliserons pour cela les instructions INP et OUT du Basic.

En enregistrement il faut tout d'abord définir la fréquence d'échantillonnage sur les registres 0DH et 0EH.

On définit ensuite les adresses exploitables de la Ram de 256Kbits (de 0000H à 1FFFH) par exemple de 0000H à 0FFFH sur les registres 09H à 0CH.

Pour l'enregistrement on effectuera d'abord un reset du compteur d'adresse de la mémoire PCM en écrivant 1 sur le registre 7. Le registre 8 doit être à 0. On met à 1 les bits 3, 5, 6, et 7, et même le bit 4 si on veut un enregistrement en boucle.

A ce moment le module enregistre tout ce qui parvient à ses entrées audios ou sur son microphone (mettre le volume du moniteur ou du téléviseur à zéro pour éviter la réinjection du son et le sifflement qu'il induit)

FAUX

```
10 OUT&H0D,255:OUT&H0E,&H0E 'FREQUENCE D'ÉCHANTILLONNAGE
20 OUT&H09,0:OUT&H0A,0 'START ADDRESS RAM PCM
30 OUT&H0B,&HFF:OUT&H0C,&H0F 'STOP ADDRESS
40 OUT&H07,1 'INIT REGISTRES COMMANDES
50 OUT&H07,&H8 'OU &HFB 'ENREGISTREMENT
```

registre *Valeur*

Pour écouter l'enregistrement PCM on spécifie pour la conversion numérique-analogique, la vitesse de lecture de la ram sur les registre 10H et 11H, on ajuste le niveau du signal numérique sur le registre 12H (255 niveau maximum), on remet à zéro le compteur d'adresse (bit RST du registre 7) et on effectue la lecture automatique en écrivant 80H sur le registre 7.

```
10 OUT&H07,1:OUT&H12,255
20 OUT&H10,0:OUT&H11,&H0E
30 OUT&H07,&H80 'LECTURE ADPCM EN BOUCLE
```

En modifiant les adresses start et stop on pourra en lecture n'entendre qu'une partie limitée du signal enregistré.

Utilisation des convertisseurs

Conversion A/N

La programmation du MSX-Audio permet une lecture directe du convertisseur analogique-numérique sur 8 bits. On chargera les registres afin qu'ils correspondent aux valeurs suivantes:

07H --> 00H
08H --> 00H ou 08H

0DH)
0EH) fréquence d'échantillonnage

La lecture des données s'effectuera sur le registre 1AH.

Les données lues sur le convertisseur AD sont en complément à 2.

Pour la lecture du convertisseur A/N on utilisera le registre d'état afin qu'il nous informe à quel instant est disponible une nouvelle donnée, grâce au bit EOS (End Of Sampling). On programmera donc les masques sur le registre 04H de manière à ne recevoir que cette information dans notre exemple.

On masque toutes les sources d'interruptions sauf EOS:

04H --> 68H

Lorsqu'on lit le registre d'état on teste le bit 4. S'il est à 1 une nouvelle information numérique est présente sur le registre 1AH du convertisseur.

Dans l'exemple suivant on exploite le registre d'état sur ce bit EOS, malgré que les interruptions du Z80 soient invalidées. En effet, cela n'empêche nullement de l'Y8950 de positionner le bit, mais en évitant le branchement à une routine de traitement d'interruptions. En contre-partie ici, il faudra tester en permanence le registre d'état, tout le temps nécessaire à l'enregistrement.

```
DI
LD A, 4
OUT(C0H), A
LD A, 68H
OUT(C1H), A
.
.
.
IN A, (C0H) <--+
          |
BIT 4, A
JR Z -----+
CALL 'lecture du registre 1AH et reset du registre d'état
.
.
EI 'restitution des interruptions sur le Z80 en fin de routine
```

Conversion N/A

Le MSX-Audio se voit connecté à un convertisseur numérique-analogique externe Y3014 de 13 bits d'un format particulier qui permet d'obtenir des signaux d'une dynamique équivalente à un convertisseur 16 bits, soit 96dB.

Ces 13 bits sont accessibles sur trois registres:

15H 7 bits MSB plus le signe

16H 2 bits LSB

17H exposant sur 3 bits

L'exposant dans les données numériques permet de contrôler l'intensité du signal par bond de 6dB. Les dix bits de mantisse des registres 15H et 16H constituant l'information principale.

Comme pour le convertisseur A/N les données sont en à appliquer en complément à deux.

Le registre 17H sera programmé avec la valeur 7 pour obtenir la tension de sortie maximum.

valeur du registre 17H tension de sortie

7	maximale
6	max/2
5	max/4
4	max/8
3	max/16
2	max/32
1	max/64
0	off

Si on utilise conjointement le convertisseur A/N et N/A on utilisera en sortie seulement le registre 15H.

registre 17H : valeur 7

```
LD A,1AH )
```

```
OUT(C0H),A ) registre lecture convertisseur A/N
```

```
IN A,(C1H) )
```

```
PUSH AF
```

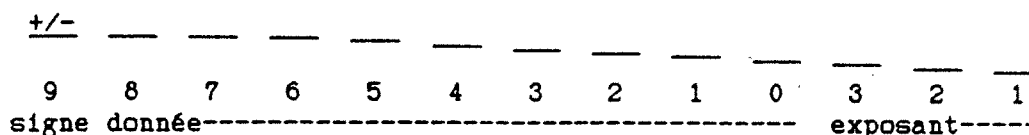
```
LD A,15H )
```

```
OUT(C0H),A ) écriture sur le convertisseur N/A
```

```
POP AF )
```

```
OUT(C1H),A )
```

Format données convertisseur N/A



L'interface Midi sur le Module Musicale

Elle est placée sur quatre adresses du port I/O du Z80 de 00H à 05H. En Basic cela correspond aux instructions INP et OUT, mais le Midi en entrée est trop rapide (320 microsecondes par octet) pour être exploité dans ce langage.

00H WR registre de commande
01H WR sortie des données à transmettre
04H RD registre d'état
05H RD lecture des données reçues.

Le circuit est un ACIA 6850 Motorola.

Registre de commande:

Reset général de l'Acia: 03H
Initialisation : 15H sans source d'interruption

Rx 95
Tx 35

Si on veut travailler sous interruption Rx, c'est à dire à chaque donnée reçue sur la prise IN on chargera la 95H à la place de 15H. Pour au contraire valider les interruptions en transmission (Tx) on écrira 35H. Les interruptions produites pour la transmission signalent que le buffer de d'émission est vide et qu'une donnée peut y être écrite.

Si on veut avoir à la fois les interruptions en reception et en emission on chargera la valeur B5H.

ex:

```
LD A,3
OUT(00H),A 'Master reset
LD A,95H
OUT(00H),A 'init interruption Rx valides
```

Registre de commande du 6850:

CR7	CR6	CR5	CR4	CR3	CR2	CR1	CR0
7	6	5	4	3	2	1	0

CR0/CR1

11 : reset général du 6850
01 : division par seize

CR2/CR3/CR4

101: 8 bits de données et un bit de stop

CR5/CR6

01 : interruptions TX valides

CR7

1 : interruptions RX valides

Le registre d'état

Il signale l'état ponctuel du 6850

Si le bit 0 est à 1, le tampon de reception est plein, la donnée est présente sur le port 05H

Si le bit 1 est à 1, il indique que le tampon de transmission est vide et qu'une donnée peut être écrite sur le port 01H

Si le bit 4 est à un il signale une erreur de synchronisation ou mauvaise transmission. Il reste à un tant que la condition est vraie

Si le bit 5 est à un il signale une surcharge du tampon de reception. Il est remis à zéro par une lecture du port de donnée (05H) ou un reset général.

Le bit 7 lorsqu'il est à un indique que le 6850 est la source d'une interruption si il a été initialisé pour produire des interruptions. Suivant l'état des bits 0 et 1 on en déduit si l'interruption concerne la transmission ou la reception.

Exploitation de l'interface Midi: dans un programme en langage machine. il est préférable de gérer l'interface midi sous interruptions pour éviter les cycles d'attentes. Un octet ne peut être transmis que toutes les 320 microsecondes soit le temps nécessaire à l'exécution d'une centaine d'instruction du Z80.

L'interface Midi du module musical Philips est placée sur les ports 00H, 01H, 04H, et 05H, c'est à dire dans la zone non définie des adresses I/O de la normalisation du MSX1 et 2. Les adresses I/O supérieures ou égales à 40H sont réservés. Cela signifie que cette interface n'est en aucun cas prévue par le standard MSX, contrairement au MSX-Audio du module qui est placé aux adresses C0H et C1H définies par le standard pour ce circuit précisément.

127 04

PROJ. 100. 100. 100.

100. 100. 100.

100. 100. 100.

100. 100. 100.

Note sur le port I/O 4 bits de l'Y8950

Le port 4 bits du msx-audio (registres 18H et 19H) est utilisé par le module musical pour diverses fonctions. On l'utilisera comme suit:

```
LD A,18H
OUT(COH),A
LD A,0FH
OUT(C1H),A
```

```
LD A,19H
OUT(COH),A
LD A, x
OUT(C1H),A
```

Si x vaut 8 le MSX-Audio fonctionnera normalement
Si x vaut 0 on coupe la sortie audio
Si x vaut 1 on valide le convertisseur numérique-analogique 8 bits complémentaire. (le msx-audio est fonctionnel mais n'est plus connecté sur la sortie audio)

Notes complémentaires:

Le registre 1 de test n'a pas d'utilité pour les applications du processeur Y8950.

Registre d'état lu en COH:

INT signale une interruption provoquée par l'Y8950

T1 interruption par le timer 1

T2 interruption par le timer 2

EOS interruption en conversion A/W, donnée disponible

BUF RDY, lecture/écriture dans la Ram possible par le registre 0FH

PCM BSY, conversion PCM en cours.

Les masques des interruptions sont automatiquement placés à l'initialisation du processeur, toutefois un RESET du MSX n'initialise pas l'Y8950. Dans ce cas il faut soit recharger les valeurs initiales pour les registres concernés, soit couper l'alimentation générale.

Les bits 0 et 1 du registre 8 (ROM et 64K) ne sont pas utiles avec le module musical Philips, celui-ci n'exploitant pas la Ram maximum adressable par le processeur.



Echantillonnage: corde de Sol d'un violon
Mode A/D du MSX-Audio

Programme de démonstration AD/DA MSX-AUDIO

Routine recherche 32Ko Ram dans les slots

D000 F3		DI
D001 010000		LD BC,0000H
D004 1EFO		LD E,0FOH
D006 DBA8		IN A,(0A8H)
D008 3210DE		LD (0DE10H),A
D00B 3AFFFF		LD A,(OFFFFH)
D00E 2F		CPL
D00F 3211DE		LD (0DE11H),A
D012 DBA8	LD012:	IN A,(0A8H)
D014 A3		AND E
D015 B0		OR B
D016 D3A8		OUT (0A8H),A
D018 57		LD D,A
D019 3AFFFF	LD019:	LD A,(OFFFFH)
D01C 2F		CPL
D01D A3		AND E
D01E B1		OR C
D01F 32FFFF		LD (OFFFFH),A
D022 7A		LD A,D
D023 D3A8		OUT (0A8H),A
D025 CD53D0		CALL LD053
D028 A7		AND A
D029 2017		JR NZ,LD042
D02B 79		LD A,C
D02C C605		ADD A,5
D02E 4F		LD C,A
D02F FE14		CP 14H
D031 20E6		JR NZ,LD019
D033 0E00		LD C,0
D035 78		LD A,B
D036 C605		ADD A,5
D038 47		LD B,A
D039 FE14		CP 14H
D03B 20D5		JR NZ,LD012
D03D 3E04		LD A,4
D03F 3212DE		LD (0DE12H),A
D042 3A10DE	LD042:	LD A,(0DE10H)
D045 D3A8		OUT (0A8H),A
D047 57		LD D,A
D048 3A11DE		LD A,(0DE11H)
D04B 32FFFF		LD (OFFFFH),A
D04E 7A		LD A,D
D04F D3A8		OUT (0A8H),A
D051 FB		EI
D052 C9		RET

D053 3E5A	LD053:	LD	A, 'Z'	
D055 320000		LD	(0000H), A	
D058 3E00		LD	A, 0	
D05A 3A0000		LD	A, (0000H)	
D05D FE5A		CP	'Z'	
D05F 2022		JR	NZ, LD083	
D061 3E5A		LD	A, 'Z'	
D063 320040		LD	(4000H), A	
D066 3E00		LD	A, 0	
D068 3A0040		LD	A, (4000H)	
D06B FE5A		CP	'Z'	Test Ram
D06D 2014		JR	NZ, LD083	
D06F DBA8		IN	A, (0A8H)	
D071 3213DE		LD	(0DE13H), A	
D074 3AFFFF		LD	A, (OFFFFH)	
D077 2F		CPL		
D078 3214DE		LD	(0DE14H), A	
D07B 3E00		LD	A, 0	
D07D 3212DE		LD	(0DE12H), A	
D080 3E04		LD	A, 4	
D082 C9		RET		
D083 3E00	LD083:	LD	A, 0	
D085 C9		RET		
D086 F5	LD086:	PUSH	AF	
D087 79		LD	A, C	
D088 D3C0		OUT	(0C0H), A	
D08A F1		POP	AF	
D08B D3C1		OUT	(0C1H), A	
D08D C9		RET		
D08E 00		NOP		
D08F 00		NOP		

OUT CA

Routine conversion A/D et stockage Ram

D090 F3	DI
D091 3A13DE	LD A, (0DE13H)
D094 D3A8	OUT (0A8H), A
D096 3A14DE	LD A, (0DE14H)
D099 32FFFF	LD (OFFFFH), A
D09C 0E08	LD C, 8
D09E 79	LD A, C
D09F CD86D0	CALL LD086
DOA2 2A20DE	LD HL, (0DE20H)
DOA5 7D	LD A, L
DOA6 0E0D	LD C, 0DH
DOA8 CD86D0	CALL LD086
DOAB 0C	INC C
DOAC 7C	LD A, H
DOAD CD86D0	CALL LD086
DOB0 210000	LD HL, 0000H
DOB3 3A22DE	LD A, (0DE22H)
DOB6 FE01	CP 1
DOB8 200F	JR NZ, LDOC9
DOBA 3A23DE	LD A, (0DE23H)
DOBD 5F	LD E, A
DOBE 3E1A	LD A, 1AH
DOC0 D3C0	OUT (0C0H), A

OUT R8, 8

PRESCALE L

PRESCALE H

DOC2 DBC1		IN	A, (0C1H)
DOC4 C680	LDOC4:	ADD	A, 80H
DOC6 BB		CP	E
DOC7 38FB		JR	C, LDOC4
DOC9 0E04	LDOC9:	LD	C, 4
DOCB 3E68		LD	A, 'h'
DOCD CD86D0		CALL	LDOC86
DOD0 DBC0	LDOD0:	IN	A, (0C0H)
DOD2 FE90		CP	90H
DOD4 20FA		JR	NZ, LDOD0
DOD6 0E04		LD	C, 4
DOD8 3EE8		LD	A, 0E8H
DODA CD86D0		CALL	LDOC86
DODD 3E1A		LD	A, 1AH
DODF D3C0		OUT	(0C0H), A
DOE1 DBC1		IN	A, (0C1H)
DOE3 77		LD	(HL), A
DOE4 23		INC	HL
DOE5 7C		LD	A, H
DOE6 FE40		CP	40H
DOE8 20E6		JR	NZ, LDOD0
DOEA 0E04		LD	C, 4
DOEC 3E78		LD	A, 'x'
DOEE CD86D0		CALL	LDOC86
DOF1 3A10DE		LD	A, (0DE10H)
DOF4 D3A8		OUT	(0A8H), A
DOF6 3A11DE		LD	A, (0DE11H)
DOF9 32FFFF		LD	(0FFFFH), A
DOFC FB		EI	
DOFD C9		RET	

IN R 1A H

OUT R4, 68 H.

STATUS: INT
EOS

OUT R4 E8 H

IN R 1A

OUT R4 78

Below slots.

Routine conversion D/A sur 8 bits

DOFE F3		DI	
DOFF 3A13DE		LD	A, (0DE13H)
D102 D3A8		OUT	(0A8H), A
D104 57		LD	D, A
D105 3A14DE		LD	A, (0DE14H)
D108 32FFFF		LD	(0FFFFH), A
D10B 7A		LD	A, D
D10C D3A8		OUT	(0A8H), A
D10E 0E08		LD	C, 8
D110 3E04		LD	A, 4
D112 CD86D0		CALL	LDOC86
D115 3A24DE		LD	A, (0DE24H)
D118 FE00		CP	0
D11A 2004		JR	NZ, LD120
D11C 3C		INC	A
D11D 3224DE		LD	(0DE24H), A
D120 210050	LD120:	LD	HL, 5000H
D123 0E17		LD	C, 17H
D125 3E07		LD	A, 7
D127 CD86D0		CALL	LDOC86
D12A 3E15		LD	A, 15H
D12C D3C0		OUT	(0C0H), A

ENABLE SLOT

OUT R8 4

OUT R17, 7

OUT R15 (HL):

D12E 7E	LD12E:	LD	A, (HL)
D12F D3C1		OUT	(0C1H), A
D131 23		INC	HL
D132 3A24DE		LD	A, (0DE24H)
D135 47		LD	B, A
D136 10FE	LD136:	DJNZ	LD136
D138 7C		LD	A, H
D139 FE80		CP	80H
D13B 20F1		JR	NZ, LD12E
D13D 3A10DE		LD	A, (0DE10H)
D140 D3A8		OUT	(0A8H), A
D142 57		LD	D, A
D143 3A11DE		LD	A, (0DE11H)
D146 32FFFF		LD	(OFFFH), A
D149 7A		LD	A, D
D14A D3A8		OUT	(0A8H), A
D14C FB		EI	
D14D C9		RET	

TEMP
FINI?

RESTORE SCOT

Routines diverses

D14E CD74D1		CALL	LD174
D151 210000		LD	HL, 0000H
D154 110040		LD	DE, 4000H
D157 010040		LD	BC, 4000H
D15A EDB0		LDIR	
D15C CD81D1		CALL	LD181
D15F FB		EI	
D160 C9		RET	
<hr/>			
D161 CD74D1		CALL	LD174
D164 210040		LD	HL, 4000H
D167 110000		LD	DE, 0000H
D16A 010040		LD	BC, 4000H
D16D EDB0		LDIR	
D16F CD81D1		CALL	LD181
D172 FB		EI	
D173 C9		RET	
D174 F3	LD174:	DI	
D175 3A13DE		LD	A, (0DE13H)
D178 D3A8		OUT	(0A8H), A
D17A 3A14DE		LD	A, (0DE14H)
D17D 32FFFF		LD	(OFFFH), A
D180 C9		RET	
D181 3A10DE	LD181:	LD	A, (0DE10H)
D184 D3A8		OUT	(0A8H), A
D186 3A11DE		LD	A, (0DE11H)
D189 32FFFF		LD	(OFFFH), A
D18C C9		RET	

MOVE 0 → 4000

MOVE 4000 → 0000

ENABLE SCOT

Restore SCOT

D18D	CD74D1		CALL	LD174
D190	210000		LD	HL, 0000H
D193	110040		LD	DE, 4000H
D196	7E	LD196:	LD	A, (HL)
D197	C680		ADD	A, 80H
D199	0F		RRCA	
D19A	E67F		AND	7FH
D19C	4F		LD	C, A
D19D	1A		LD	A, (DE)
D19E	C680		ADD	A, 80H
D1A0	0F		RRCA	
D1A1	E67F		AND	7FH
D1A3	81		ADD	A, C
D1A4	C680		ADD	A, 80H
D1A6	12		LD	(DE), A
D1A7	23		INC	HL
D1A8	13		INC	DE
D1A9	7C		LD	A, H
D1AA	FE40		CP	40H
D1AC	20E8		JR	NZ, LD196
D1AE	CD81D1		CALL	LD181
D1B1	FB		EI	
D1B2	C9		RET	
D1B3	F3		DI	
D1B4	CD74D1		CALL	LD174
D1B7	018001		LD	BC, 0180H
D1BA	214000		LD	HL, 0040H
D1BD	223EDE		LD	(ODE3EH), HL
D1C0	2A00DE		LD	HL, (ODE00H)
D1C3	7E	LD1C3:	LD	A, (HL)
D1C4	C680		ADD	A, 80H
D1C6	0F		RRCA	
D1C7	E67F		AND	7FH
D1C9	C610		ADD	A, 10H
D1CB	3234DE		LD	(ODE34H), A
D1CE	E5		PUSH	HL
D1CF	2A3EDE		LD	HL, (ODE3EH)
D1D2	7D		LD	A, L
D1D3	3230DE		LD	(ODE30H), A
D1D6	7C		LD	A, H
D1D7	3232DE		LD	(ODE32H), A
D1DA	23		INC	HL
D1DB	223EDE		LD	(ODE3EH), HL
D1DE	E1		POP	HL
D1DF	23		INC	HL
D1E0	CDECD1		CALL	LD1EC
D1E3	0B		DEC	BC
D1E4	79		LD	A, C
D1E5	B0		OR	B
D1E6	20DB		JR	NZ, LD1C3
D1E8	CD81D1		CALL	LD181
D1EB	C9		RET	
D1EC	F3	LD1EC:	DI	
D1ED	E5		PUSH	HL
D1EE	C5		PUSH	BC
D1EF	2130DE		LD	HL, ODE30H
D1F2	060E		LD	B, 0EH
D1F4	7E	LD1F4:	LD	A, (HL)
D1F5	D399		OUT	(99H), A
D1F7	23		INC	HL
D1F8	10FA		DJNZ	LD1F4
D1FA	C1		POP	BC
D1FB	E1		POP	HL
D1FC	C9		RET	

Mixage et divers

MixAGE O et Wood.

#180 part point
256
128
384

Plot 4 point.

var. plot