

L'ensemble pédagogique modulaire

Dans notre précédent numéro, nous vous avons présenté l'ensemble "Collège" conçu par la société ZMC avec la participation d'enseignants. Nous consacrons l'article de ce mois à l'examen de la carte "CMES" et des deux cartes additionnelles, les cartes "CIL" et "VISU". Cet ensemble pédagogique constitue avec le MPF-1 Plus un outil idéal pour aborder les microprocesseurs et bien comprendre les échanges avec le monde extérieur.

Dans cet article, nous considérons que les données sont numériques, par contre le mois prochain, nous examinerons des échanges avec des données essentiellement analogiques.

INTRODUCTION

La carte CMES et les cartes complémentaires CIL et VISU permettent d'aborder le fonctionnement interne du microprocesseur, en commençant par le début. Ce qui semble une évidence n'est pas toujours une réalité. Le concepteur d'un système performant néglige souvent un peu les aspects élémentaires, ce qui dérouté les débutants. Avec les cartes CMES et CIL, rien de pareil : d'abord un logiciel implanté dans une mémoire morte EPROM permet d'entrer dans le vif du sujet sans commencer par introduire une série de commandes utiles, certes, mais incompréhensibles pour les débutant.

Avec la carte CMES, l'étudiant se familiarise avec le langage binaire et les opérations de base, qu'elles soient

arithmétiques ou logiques.

A l'aide de la carte VISU, la correspondance entre notre traditionnel système **décimal** et le codage binaire ou hexadécimal s'établit facilement. Dès lors, l'utilisateur peut se consacrer entièrement à l'étude des opérateurs.

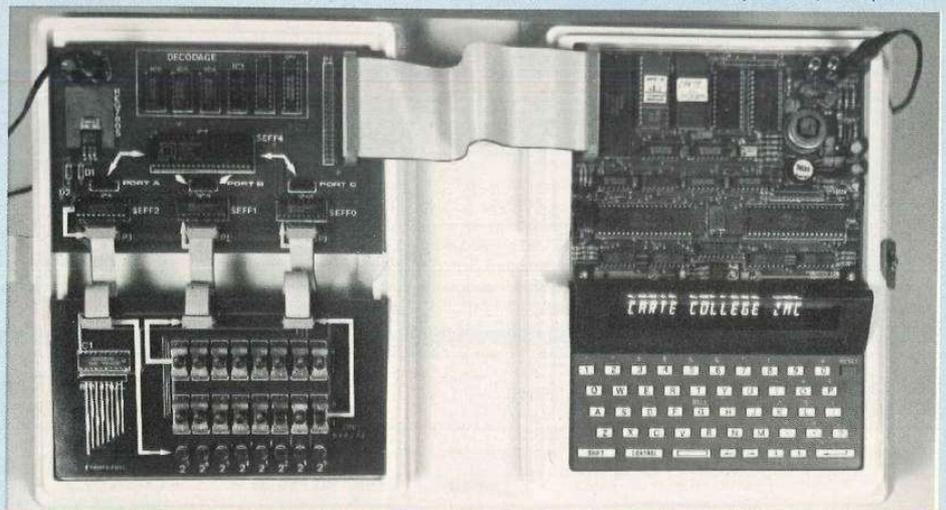
OPERATEURS BINAIRES

Le logiciel implanté dans l'éprom permet de réaliser neuf opérations de base et cela d'une manière très simple.

Tout d'abord, il faut interconnecter les cartes selon les indications fournies dans la notice, placer la mémoire morte sur son support et lancer le programme par l'une des commandes suivantes : contrôle B ou G suivie de l'adresse 2000H.

L'affichage indique que le programme correspond à l'ensemble "Collège" et l'utilisateur effectue les opérations de son choix. La sélection s'effectue au moyen des flèches ↑ et ↓.

Les opérandes (ou l'opérande) sont constitués de deux (ou un seul) mots de 8 bits, déterminés par la position de 2 rangées de 8 interrupteurs, disponi-



bles sur la carte CIL.

Le résultat de l'opération apparaît sur la rangée de 8 LED placées en regard des interrupteurs.

Lorsque c'est souhaitable (mais reste cependant optionnel), la carte VISU peut être connectée, sur la sortie PORT A et ainsi fournir les résultats sous forme binaire, décimale et hexadécimale simultanément.

Les opérations arithmétiques réalisables sont :

- l'addition,
 - la soustraction,
- effectuées sur des quantités décimales exprimées en binaire.

La première opération est l'addition. Pour effectuer la soustraction, il suffit d'appuyer sur la flèche vers le bas, la nouvelle opération est affichée en clair sur le MPF-1 Plus ; ainsi l'élève sait en permanence sur quoi il travaille et peut se familiariser avec le langage binaire.

La deuxième série d'opérations est constituée d'opérateurs logiques. Toujours en appuyant sur la flèche vers le bas, les fonctions suivantes sont réalisables :

- le ET LOGIQUE ($Y = A \times B$)
- le OU LOGIQUE ($Y = A + B$)
- le NON ET
- le NON OU
- le OU EXCLUSIF.

Dans tous les cas, les opérandes travaillent en "bit à bit" et le résultat apparaît sur la LED qui se trouve en regard. Toutes les combinaisons réalisables sont possibles et peuvent être examinées d'un seul coup d'œil.

Enfin deux opérateurs ne travaillant qu'avec un seul opérande sont disponibles :

- l'inversion logique,
- le complément à 2,

Ce dernier correspond à la valeur algébrique négative d'une quantité, tandis que l'inversion consiste à remplacer les bits qui étaient à 1 par 0 et les 0 par des 1.

A chaque instant, l'utilisateur peut revenir en arrière, reprendre un opérateur mal compris ou établir l'équivalence avec la fonction NON ET et la fonction ET LOGIQUE suivie d'une

INVERSION par exemple.

Ainsi, dans une première étape et dans un environnement relativement dépouillé, l'élève peut prendre connaissance du langage binaire et des principaux modes de représentation mais aussi comprendre les opérateurs logiques qui sont à la base de l'enseignement de la micro-informatique.

Dans cette première partie nous avons fait abstraction du microprocesseur. Il était bien sûr présent mais utile plus comme un outil pour faciliter le travail et les échanges que comme composant à étudier.

Intuitivement, à la lumière de ce qui précède, il apparaît clairement que les échanges avec l'environnement sont tout à fait indispensables. Il faut tout d'abord orienter vers le microprocesseur les valeurs qui constituent les opérandes et d'autre part recueillir en sortie le résultat. De plus, il faut spécifier au micro le type d'opération que l'on souhaite voir réaliser. Nous avons ainsi défini les différentes composantes qui constituent un programme.

Examinons les entrées et les sorties.

ENTREES ET SORTIES

La première partie nous a indiqué la nécessité de pouvoir dialoguer avec un microprocesseur. Nous avons examiné le support de l'information : le langage **binaire**. Nous étudierons dans cette partie, le cheminement des informations.

Au vu de ce qui précède, nous avons vu qu'il faut disposer à la fois d'entrées et de sorties et que celles-ci peuvent être multiples. En effet, nous avons besoin dans la plupart des cas de deux entrées et aussi de deux sorties, l'une pour les LED, l'autre pour l'affichage du MPF-1 Plus.

Cependant, chaque entrée ou sortie est "personnalisée", c'est-à-dire qu'elle est parfaitement identifiable, elle possède ce qu'on appelle une "adresse".

Dans le cas de la carte CMES, on dispose de 3 ports identifiables notés successivement P1, P2 et P3 dont les adresses sont respectivement EFF0H,

EFF1H pour les entrées et EFF2H pour le port de sortie.

De ce fait, établir un programme qui vient lire un mot de commande et l'affiche sur les LED de sortie est très aisé, comme le montre le programme suivant :

```
LD A, (OEFF0H) : lecture du port P1 et
                stockage dans A
LD (OEFF2H), A : écriture et affichage
                de la donnée lue
JP DEBUT       : retour au début du
                programme
```

Partant de cet exemple simple, l'enseignant peut facilement construire une succession d'applications pratiques de difficulté croissante.

Pour aborder des opérations sur deux opérandes, il faut faire appel à d'autres registres du Z-80 puisque l'accumulateur devra être libéré pour permettre de lire la deuxième donnée.

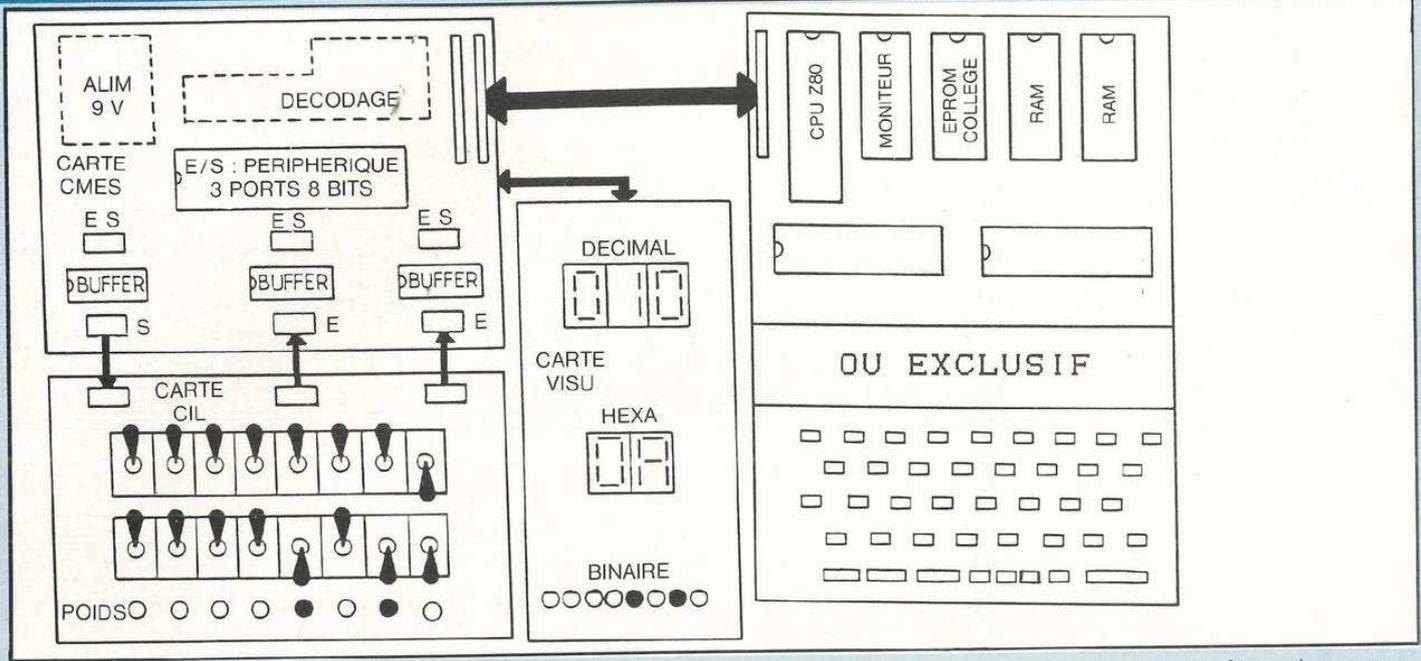
Ainsi, au travers d'opérations simples mais de complexité croissante, l'étudiant va pouvoir aborder les instructions et les modes de fonctionnement du microprocesseur.

Les aspects matériels ne sont pas négligeables. Dans la première partie des entrées/sorties, nous avons indiqué que nous disposons de deux ports de 8 bits en entrée et un port de 8 bits en sortie et que la distinction se fait au moyen de l'adressage.

Plusieurs aspects sont présents. Tout d'abord les moyens d'échange entre le microprocesseur et son environnement se font au travers d'un canal de 8 bits appelé **bus de données**. La sélection entre les différents ports s'effectue à l'aide de composants logiques qui constituent ce que l'on désigne par **décodage**.

La partie consacrée au décodage est rassemblée dans une zone bien délimitée de la carte. Il est fait appel d'une part à deux comparateurs de 8 bits et quelques composants intégrés, du type circuits intégrés portes logiques (7408) et aiguillage (74138). Le schéma est suffisamment explicite et montre les différentes étapes pour sélectionner un port parmi 65 536 (2^{16}) combinaisons possibles.

L'ensemble pédagogique ZMC



Après le décodage et l'environnement proprement dit, il faut placer des circuits "tampons" ou buffers. Ils jouent un double rôle : tout d'abord ils fournissent le courant nécessaire pour alimenter les circuits extérieurs et, dans certains cas, permettent de commander des tensions plus importantes que celles que peuvent supporter les microprocesseurs.

Leur deuxième rôle est qu'ils constituent une mémoire temporaire, d'où le nom de "tampon" fréquemment employé.

Dans le cas de la carte CMES, le port P3 est une mémoire tampon réalisée avec un 74374 tandis que les deux ports d'entrée P1 et P2 sont les buffers (74244).

Là aussi, l'aspect matériel est mis en évidence et il est facile de bien distinguer le chemin suivi par les données et celui des adresses.

Jusqu'à présent, les circuits d'entrée étaient figés au niveau de la configuration : ils étaient soit des éléments de sortie soit des éléments d'entrée, sans qu'il soit possible de les modifier sans une intervention matérielle au niveau du circuit lui-même.

La carte CMES dispose d'un circuit d'entrée programmable.

PORT ENTRES / SORTIES PROGRAMMABLE

En examinant la sérigraphie de la carte CMES, nous remarquons une deuxième série de trois ports, notés PORT A, B et C avec des flèches orientées d'une part vers l'intérieur mais aussi vers l'extérieur.

Ces trois ports ne sont plus figés mais programmables par le logiciel, donc par l'utilisateur et ce, en fonction de ses besoins.

Nous pouvons ainsi aborder une nouvelle phase dans l'étude des échanges entre le microprocesseur et son environnement. Le circuit, un 8255 qui fait l'objet de l'étude, est très couramment utilisé dans les applications industrielles. Tout en étant performant, sa mise en œuvre est relativement simple.

Très schématiquement, le 8255 se présente comme l'équivalent de trois registres ou trois cases mémoires de 8 bits. A noter que le troisième, dit port C, peut être considéré comme un seul registre de 8 bits ou comme deux registres de 4 bits indépendants. Ainsi les ports A, B, C1 et C2 donnent naissance à 16 combinaisons possibles

puisque chacun peut être mis en **sortie** ou en **entrée**. Le choix s'effectue en envoyant dans une adresse spécifiée du 8255 la commande adéquate, celles-ci sont rassemblées dans un tableau qui figure en annexe de la documentation.

Généralement, l'utilisateur configure dans la phase initialisation les différents circuits programmables. Mais il n'est pas exclu, au cours du programme, de modifier un ou plusieurs ports, à condition toutefois que les circuits placés à la suite le permettent.

CONCLUSION

Les utilisateurs seront agréablement surpris par la facilité de mise en œuvre de ce système. Il apparaît également didactique, car les difficultés sont abordées de façon très progressives, comme nous avons essayé de le présenter dans cet article.

Les points essentiels, à propos des interfaces, sont clairement présentés et bien détaillés surtout en ce qui concerne les conversions.

L'ensemble présente de réelles performances et rend cet ensemble parfaitement adapté pour s'initier aux microprocesseurs dans un contexte proche du milieu.

Ph. Duquesne