

2-A

# **LE PRO-83**

**MONTAGE**

**ET**

**FONCTIONNEMENT**

**PROTEC**



*Gene Richard*

# **LE PRO-83**

**MONTAGE**

**ET**

**FONCTIONNEMENT**

**PROTEC**

© 1981, PROTEC. Tout droit de reproduction de traduction ou d'adaptation réservé pour tout pays.

On ne peut reproduire, enregistrer ou diffuser, aucune partie du présent manuel, sous quelque forme ou par quelque procédé que ce soit, sans l'autorisation écrite de PROTEC. Dépot légal, bibliothèque nationale du Canada, 3ème trimestre 1981.

## TABLE DES MATIERES

I. INTRODUCTION:	1
II. ARCHITECTURE DU PRC-83	
2.1 INTRODUCTION:	4
2.2 LE Z-80:	5
2.3 LES MEMOIRES:	6
2.3.1. CARTOGRAPHIE DE LA MEMOIRE:	8
2.4 DECODAGE DES PORTS:	9
2.5 LE Z80-PIO:	10
2.6 LECTURE DU CLAVIER ET AFFICHAGE HEXADECIMAL:	11
2.7 INTERFACE A CASSETTE:	11
2.8 ETAPE PAR ETAPE:	12
2.9 OSCILLATEUR:	13
2.10 ALIMENTATION STABILISEE:	13
2.11 BUS S-100:	13
III. ASSEMBLAGE:	
3.1 INTRODUCTION:	14
3.2 LES RESISTANCES:	14
3.3 LES CONDENSATEURS:	16
3.4 LES CIRCUITS INTEGRES:	17
3.4.1 INSERTION DES CIRCUITS INTEGRES:	17
3.5 SOUDURE:	18
3.6 MONTAGE DES PIECES:	19
3.7 VERIFICATION PRELIMINAIRE:	24
IV. LE MONITEUR:	
4.1 INTRODUCTION:	26
4.2 BOUTON POUSSOIR REI:	26
4.3 EXAMEN DU CONTENU DE LA MEMOIRE:	27
4.3.1 APPLICATION:	28
4.4 EXAMEN DU CONTENU DES REGISTRES:	29



## I INTRODUCTION

Cela fait 5 ans que le microprocesseur Z80 est sur le marché. Cinq années qui lui ont valu un succès des plus fulgurants grâce à son puissant jeu de 158 instructions (696 avec les différents modes d'adressage). Ses possibilités d'indexage et ses opérations arithmétiques à 16 bits lui confèrent des potentialités que seuls les mini-ordinateurs pouvaient avoir jusqu'alors. Ses 8 modes d'adressage, ses trois modes d'interruptions ainsi que ses instructions de transfert par bloc en font tout simplement le maître incontesté des microprocesseurs 8 bits. De plus, le jeu d'instructions du 8080A se trouve être un sous-ensemble de celui du Z80. Ceci rend les programmes écrits pour le 8080A directement compatibles au Z80, et permet à l'utilisateur de choisir parmi des milliers de programmes déjà existants sur le marché.

Les manufacturiers, n'ont pas perdu de temps pour mettre à l'épreuve cette puissance de travail. Les microordinateurs conçus autour de cette unité centrale et orientés vers la petite et moyenne entreprise se sont multipliés à profusion, laissant plutôt un embarras de choix aux utilisateurs éventuels de cette catégorie d'ordinateurs. Il n'existe cependant aucun système éducatif vraiment bon marché pour répondre aux besoins des étudiants, des enseignants, des expérimentateurs et de toute personne qui désire connaître ou évaluer à bon prix les performances de cette merveilleuse machine qu'est le Z80.

C'est précisément cette lacune que nous avons voulu combler en vous offrant le PRO-83. Nous l'avons conçu avec un souci marqué pour la versatilité. Nous l'avons pourvu d'un bus S-100 pour permettre à l'utilisateur l'expansion qu'il désire en choisissant parmi les modules déjà existants sur le marché. Nous l'avons également doté d'un espace dédié au câblage volant pour l'expérimentation et la réalisation des circuits de contrôle de processus à même la plaquette du circuit imprimé. Le PRO-83 est aussi pourvu de deux ports d'entrées-sorties parallèles (Z80-PIO), permettant l'accès à des équipes

ments périphériques externes. Ces deux ports possèdent 8 bits chacun et chaque bit peut être contrôlé séparément par logiciel. Cela assure à l'utilisateur un contrôle sur 16 lignes individuelles pour ses applications particulières. Le Z80-PIO est aussi pourvu d'un contrôleur interne d'interruption et de deux paires de lignes pour les échanges externes (handshake).

Une interface pour enregistreuse à cassette a été intégrée au PRO-83. Cela permet à l'utilisateur de bénéficier d'un moyen économique pour sauvegarder ses programmes et ses données, directement sur une mini-cassette.

La mémoire du PRO-83 est constituée de 1Koctet de RAM avec possibilité d'expansion à 2Koctets sur la plaquette. Un troisième Koctet permet au puissant moniteur d'assurer des fonctions telles que l'examen et le changement du contenu d'une adresse mémoire, l'examen et le changement du contenu de l'adresse suivante; l'examen et le changement du contenu d'un registre, d'un registre alterne; l'exécution d'un programme ainsi que l'exécution par étapes, qui assure à l'utilisateur un moyen rapide de retrouver une erreur dans un programme. D'autres fonctions telles que la réinitialisation, l'enregistrement sur cassette et la lecture à partir d'une cassette sont également assurées par le moniteur du PRO-83.

L'entrée de données, se fait à partir d'un clavier hexadécimal qui possède 8 touches supplémentaires pour permettre d'activer l'une des différentes fonctions assurées par le moniteur. Six digits à sept segments servent à l'affichage des adresses mémoires, des registres du Z80, de ses registres alternes ainsi que de leur contenu.

Le PRO-83 ne requiert qu'une seule alimentation 5 volts, 600mA.

De plus, nous y avons intégré un régulateur de tension 5V/1A, de telle sorte que l'utilisateur n'a besoin que d'un transformateur-redresseur 8 volts, 600mA pour assurer l'alimentation du PRO-83. Cet ensemble peut être obtenu sous forme compacte directement branchable dans une prise 110 volts.



Autant de facilités, de versatilité et de puissance de travail qui sauront séduire l'ingénieur, le technicien, tout comme le profane qui désire s'introduire à bon compte au domaine des microordinateurs.

Dans le présent manuel, nous avons consacré le chapitre II à l'architecture du PRO-83. Nous y avons sommairement décrits les caractéristiques des principaux éléments du système. Cette description s'adresse toutefois aux lecteurs qui possèdent certaines notions de base dans le domaine des microordinateurs. Pour ceux qui débutent, un manuel technique ne saura certes pas suffir. Ils pourront cependant commander dès à présent notre volume actuellement en vente " ELEMENTS DE MICROORDINATEURS ".

On y introduit, dans un langage simple et bien accessible, l'ensemble des éléments essentiels au fonctionnement d'un microordinateur. On y explique aussi toute la conception du PRO-83, tant sur le plan du logiciel (programmation), que sur celui du matériel (composants). Ce sera un outil précieux pour le débutant, comme pour le technicien d'expérience.

Dans le chapitre III, nous avons défini dans un premier temps quelques composants tels les résistances, les condensateurs et les circuits intégrés. Cela permettra au profane de pouvoir identifier avec certitude tous les composants du PRO-83. Nous avons ensuite mis en évidence le rôle essentiel que joue une soudure dans un montage électronique, et enfin, nous avons donné les instructions relatives à l'assemblage et à la vérification du PRO-83.

Le chapitre IV est consacré au fonctionnement du moniteur. Toutes les fonctions assurées par ce programme y sont décrites. Des exemples d'applications sont proposés pour chaque fonction afin d'amener le lecteur à une meilleure assimilation. Enfin, trois problèmes sont soumis et résolus dans le dernier chapitre : la simulation d'un jeu de lumière, d'un feu de circulation et d'une horloge digitale.

## II ARCHITECTURE DU PRO-83

### 2.1 INTRODUCTION

Le schéma électronique complet du PRO-83 est porté à l'annexe 1. Pour aider le lecteur à mieux visualiser l'organisation du système, nous avons représenté à la figure 2.1 une version simplifiée de ce schéma. Une explication succincte des fonctions assurées par les principaux composants est donnée dans les paragraphes qui suivent.

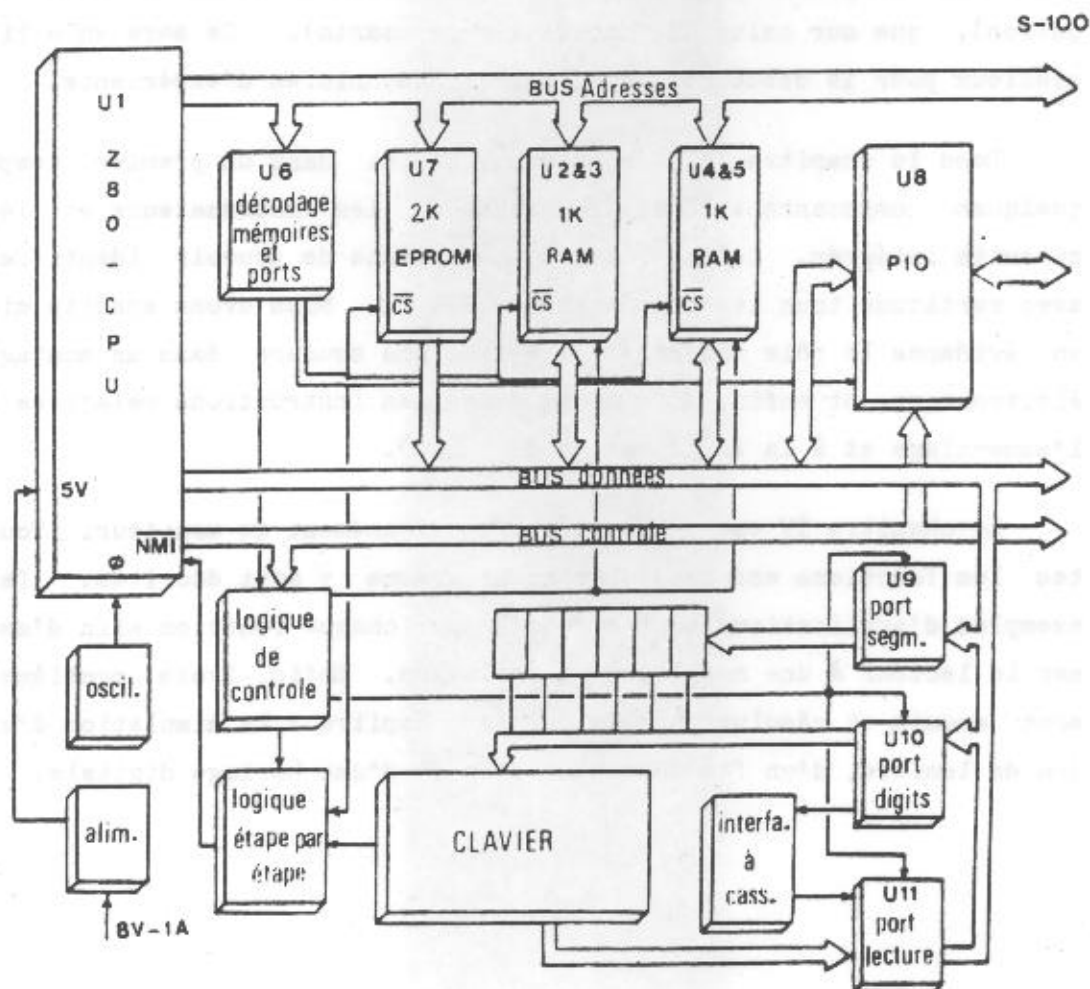


Figure 2.1: Architecture du PRO-83



## 2.2. LE Z-80

Ce microprocesseur intègre près de 8000 transistors et constitue le cerveau du système PRO-83. Trois unités principales en font presque un microordinateur à lui tout seul : l'unité arithmétique et logique (UAL), l'unité de contrôle et l'unité de mémoire interne.

L'UAL peut réaliser, dépendamment du type d'instruction rencontrée, des opérations logiques du genre ET, OU, OU exclusif, décalage à gauche, à droite... Elle peut aussi réaliser des opérations arithmétiques tels les incréments, les additions, etc...

L'unité de contrôle se trouve être l'intelligence du système. C'est elle qui fournit les signaux de commande nécessaires au déroulement du processus. Dépendamment de l'état du système, et de la séquence d'instructions reçues, elle prend les décisions nécessaires pour adresser correctement les mémoires externes, pour aiguiller l'information requise vers l'UAL, vers les différents registres de travail, mais aussi pour gérer les échanges avec l'extérieur.

Quant à l'unité de mémoire interne du Z-80, elle est la seule à pouvoir offrir, comparativement aux autres microprocesseurs, 22 registres totalisant une capacité de mémoire de 207 bits! Ces registres servent à emmagasiner temporairement l'information issue, soit des éléments internes du microprocesseur, soit des mémoires externes, ou encore des ports d'entrées/sorties. On distingue :

- Deux jeux de registres identiques à 8 bits, contenant chacun un accumulateur (A), un registre d'état (F) et trois paires de registres (B&C, D&E, H&L) pouvant être utilisés individuellement ou par paires, pour former des registres à 16 bits.

- Un registre d'interruption à 8 bits (I), permettant un temps d'accès minimal à une routine de service qui peut occuper n'importe quel champ de la mémoire. Dans ce mode de fonctionnement, le registre I contient les 8 bits de plus fort poids, de l'adresse de la routine, tandis que ceux de plus faible poids sont fournis par l'élément qui demande l'interruption.

Un registre à sept bits pour le rafraichissement des mémoires dynamiques. (R)

- Deux registres d'index à 16 bits (IX et IY) généralement utilisés pour un adressage indexé. Dans ce mode d'adressage, un registre (IX ou IY) contient une adresse de référence choisie dans le champ de mémoire où l'on désire emmagasiner ou retirer de l'information. Un mot supplémentaire inclus dans l'instruction d'indexage, sert à définir le déplacement requis par rapport à l'adresse de référence.

- Un pointeur de piles ou "Stack Pointer" (SP). Il a une longueur de 16 bits et contient l'adresse courante du début de la pile. Celle-ci est organisée en LIFO "Last In First Out" : la dernière information poussée sera la première à retirer.

- Et enfin un comp. ordinal ou P.C. "Program Counter" qui contient à tout instant l'adresse de la prochaine instruction à exécuter dans le programme.

Ce ne sont là que des renseignements de bases concernant la structure du Z-80. Pour de plus amples détails voir : Z-80 CPU Technical Manual de Mostek ou Zilog.

### 2.3. LES MEMOIRES :

Elles sont constituées de cellules ayant des adresses individuelles et pouvant emmagasiner de l'information binaire. La capacité d'une mémoire est définie par la quantité d'information qu'elle peut emmagasiner. Elle s'exprime en éléments binaires également appelés bits (binary digit) ou plus généralement en mots de  $n$  bits chacun. Les mots utilisés dans le domaine des microordinateurs ont une longueur de 8 bits, on les appelle alors des octets ou bytes. Ainsi une mémoire de 1Koctet possède une capacité de  $2^{10}$  octets, soit  $1024$  mots de 8 bits. On distingue principalement deux catégories de mémoires : les mémoires mortes qui permettent uniquement des lectures et dont le contenu demeure immuable même en l'absence de courant. Ce sont les



ROM ( Read Only Memory ), toujours programmées par le manufacturier lors de la fabrication. Quelques variantes existent : les PROM qui peuvent être programmées par l'utilisateur selon une procédure spéciale, et les EPROM qui sont des ROM effaçables et reprogrammables à volonté, mais toujours selon une procédure spéciale. Les mémoires vives constituent la deuxième catégorie de mémoires. Elles permettent la lecture et l'écriture directement par logiciel, et donnent un accès aléatoire à l'information. On les appelle les RAM (Random Access Memory). Cette catégorie de mémoire perd cependant son information dès que l'alimentation est coupée.

Le PRO-83 possède 1Koctet d'EPROM qui garde le programme moniteur même en l'absence du courant ( $\frac{1}{2}$  de U7). U2 & U3 constituent 1Koctet de mémoire RAM dédiée à l'utilisateur. Un autre kilo octet optionnel de RAM est disponible sur le PRO-83 (U4 & U5), il suffit d'acheter deux circuits intégrés 2114 chez un marchand de composants électroniques et de les placer dans leur support respectif. (U4 & U5)

NOTE:

Un deuxième Koctet d'EPROM est disponible pour les besoins de l'utilisateur (deuxième moitié de U7.)

Nous avons déjà mentionné que chaque cellule de mémoire possède une adresse individuelle. Chaque unité de mémoire doit donc occuper un certain nombre d'adresses qui lui sont exclusivement dédiées, et il importe d'en dresser la "cartographie" afin de pouvoir les situer dans le champ de mémoire utilisé par le PRO-83.

### 2.3.1. CARTOGRAPHIE DE LA MEMOIRE

Le tableau 2.1. résume cette cartographie, et nous pouvons y constater que le moniteur occupe le premier Koctet de la mémoire (adresses 0000H à 03FFH<sup>(1)</sup>). Il utilise également les 122 derniers octets de l'espace mémoire RAM. Ces octets sont dès lors interdits à l'usage du programmeur (adresse 1386H à 13FFH). Les adresses 0400H à 0FFF ne sont pas utilisées par le système (sauf quand on dispose du deuxième Koctet d'EPROM). La mémoire RAM disponible à l'utilisateur se situe entre 1000H et 1385H. Les adresses 1386 à 13BA sont réservées au pointeur de pile (utilisateur et moniteur). L'espace mémoire délimité par les adresses 13BBH à 13CFH est prévu pour le renvoi des instructions RST (voir annexe 3). Les adresses 13DOH à 13FFH sont utilisées par le moniteur pour emmagasiner ou retrouver ses différentes variables. Enfin un dernier Koctet optionnel de RAM est prévu entre 1400H et 17FFH.

ADRESSES	FONCTIONS	COMMENTAIRES
0000H à 03FFH	Moniteur (U7)	Assure les fonctions du PRO-83
0400H à 0FFFH	Non utilisées	Sauf quand le deuxième Koctet d'EPROM est disponible (0400 à 07FFH)
1000H à 1385H	RAM (U2 - U3)	Espace mémoire disponible à l'utilisateur
1386H à 13A0H	Pointeur de piles de l'utilisateur	Espace RAM réservé à la pile de l'utilisateur
13A1H à 13BAH	Pointeur de piles du moniteur	Espace RAM réservé à la pile du moniteur
13BBH à 13CFH	RST 8 à RST 56 (RAM)	Voir annexe 3
13DOH à 13FFH	Variables moniteurs	Voir détail annexe 2
1400H à 17FFH	RAM (U4 - U5)	1 Koctet optionnel de RAM
1800H...	Non utilisées	

Tableau 2.1.: Cartographie de la mémoire

(1) H : Hexadécimal



L'organisation des mémoires nécessite un décodage des adresses. Cette fonction est assurée par le 74LS139 (U6) qui réalise également un décodage des ports d'entrées/sorties utilisés par le PRO-83.

#### 2.4. DECODAGE DES PORTS

Un microordinateur a toujours besoin de ports d'entrées/sorties pour permettre un échange d'information entre l'unité centrale et les organes périphériques. Le Z-80 offre un adressage des ports en 8 bits. Cela donne une possibilité de  $2^8$ , soit 256 ports adressables. Le PRO-83 en utilise 16, répartis par groupes de 4. L'organisation de ces ports est donnée au tableau 2.2.

ADRESSES	PORTS D'E/S
40H à 43H	PIO
44H à 47H	Clavier hexadécimal
48H à 4BH	Digits d'affichage
4CH à 4FH	Segments d'affichage

Tableau 2.2.: Organisation des ports d'entrées/sorties.

La lecture du clavier, l'allumage des digits ou l'affichage des segments ne nécessite en réalité qu'un port chacun. Mais, pour des raisons de simplicité dans la conception, nous avons dédié 4 ports à chacune de ces fonctions. Cela revient à dire que les ports 44H à 47H, ont strictement la même fonction et servent indifféremment à activer l'unité 11. Il en va de même pour les ports 48H à 4BH (U10) ainsi que les ports 4CH à 4FH (U9). Quant au PIO (parallel input output), 4 ports distincts sont nécessaires à son fonctionnement. Nous en donnerons les adresses dans le paragraphe qui suit.

## 2.5. LE "Z80-PIO"

Le PIO possède deux ports d'entrées/sorties parallèles (A&B). Ces ports sont entièrement compatibles avec la TTL, et peuvent être interfacés à des claviers ASCII, des moniteurs vidéo, des lecteurs de cartes, des imprimantes ainsi qu'à bon nombre d'autres équipements périphériques. Chacun de ces ports possède un registre de contrôle lui permettant une configuration soit en port d'entrée huit bits, soit en port de sortie 8 bits, soit encore en mode d'entrées/sorties par bit. Le port A peut également être configuré en bus bidirectionnel de 8 bits. La programmation des registres de contrôle pour assurer ces différents modes de fonctionnement est résumée à la page 25 du "Microréférence Manual". (Pour plus de détails, voir le "Z80-PIO Technical Manual de Mostek ou Zilog"). En ce qui concerne les adresses employées par le PRO-83 pour les deux ports d'entrées/sorties et leur registre de contrôle, elles sont résumées dans le tableau suivant:

ADRESSES	PORTS
40H	Registre de données A
41H	Registre de données B
42H	Registre de contrôle A
43H	Registre de contrôle B

Figure 2.3.: Adressage des ports du PIO.

Notons que pour plus de commodité, les lignes d'E/S des registres de données ainsi que les signaux de contrôle "Handshake" ont été reliées au bus S-100.

## 2.6. LECTURE DU CLAVIER ET AFFICHAGE HEXADECIMAL

Ces deux fonctions sont assurées simultanément par le moniteur du PRO-83. Dès qu'on appuie sur le bouton REI, le moniteur initialise certaines variables et commence l'affichage ainsi que le balayage du clavier. Chaque digit d'affichage possède une mémoire tampon qui lui est dédiée et dont le contenu lui est envoyé à travers l'unité 9 (port 4CH). La cathode commune du digit à activer est ensuite mise à zéro à travers l'unité 10 (port 48H). Ce même zéro logique est appliqué à une rangée du clavier (voir annexe 1). Après un délai d'affichage, le moniteur opère une lecture du clavier à travers l'unité 11 (port 44H) pour détecter si l'une des touches attachée à cette rangée a été actionnée. Il envoie ensuite le contenu de la mémoire tampon suivante au port 4CH, active le digit suivant, effectue à nouveau une lecture du port 44H et le cycle continue.

## 2.7. INTERFACE A CASSETTE

Les fréquences audio qu'une mini-cassette peut enregistrer sont bien inférieures à celles mises en jeu au sein d'un microordinateur. Il est donc nécessaire de ramener l'information à enregistrer sous forme sonore avant de l'appliquer à l'entrée micro ou auxiliaire de l'enregistreuse à cassette. Le PRO-83 utilise un format similaire à celui proposé lors du symposium de Kansas City, pour l'enregistrement des programmes: les "1" sont codés par un signal à 2400Hz, les "0" par un signal à 1200Hz et le débit binaire est d'environ 300 bauds. Chaque octet du programme est délimité par un bit de départ et un bit d'arrêt (tous les deux des zéros). Le programme lui-même est également délimité par un enregistrement d'octets nuls (10 secondes au début et 5 secondes à la fin). L'enregistrement des programmes se fait sous forme série à travers la ligne D6 du port 48H (borne 20 de U10). Le signal est ensuite appliqué à un filtre pour supprimer les composantes de hautes fréquences, puis à un pont diviseur de tension afin de permettre un enregistrement soit par l'entrée auxiliaire de



l'enregistreuse à cassette, soit par son entrée micro. Le PRO-83 est livré avec une sortie compatible à l'entrée auxiliaire de la mini-cassette. Si un utilisateur veut se servir de l'entrée micro, il lui faudra localiser les traces prévues à cet effet au niveau de la résistance R41, et faire les modifications suivantes:



Le transfert cassette-RAM se fait à partir de la sortie écouteur de la mini-cassette. Le signal est appliqué à un amplificateur à transistor puis à un inverseur pour une mise en forme (1/6 de U24). Les "0" et les "1" sont ensuite décodés par U20 et U19 puis appliqués à l'entrée du port 4+H (borne 12 de U11). Un deuxième signal appliqué à la borne 14 de U11 est utilisé par le moniteur pour synchroniser ses opérations de reconvension série à parallèle 8 bits, afin de reconstituer le programme sous sa forme originale.

## 2.8. ETAPE PAR ETAPE

Cette fonction est assurée par une logique qui lui est dédiée sous le contrôle du moniteur. Elle est essentielle au programmeur lors de la mise au point d'un programme défectueux. Lorsque le bouton EPE est actionné, la sortie "3" de U22 devient nulle. Ce front descendant est utilisé pour transférer un "0" à la sortie Q de U21 (entrée 9 de U23). Dès qu'on commence l'exécution d'une instruction contenue dans le RAM, le "CE" du PROM devient égal à "1", inversé par U24, il applique un "0" à la deuxième entrée de U23 (borne 10). La sortie de cette porte devient dès lors nulle et au front descendant de  $\overline{M1}$  généré par le Z-80 au début de chaque instruction; le "0" est transféré à l'entrée A du monostable U20. Celui-ci délivre une impulsion qui active l'interruption non masquable du Z-80 ( $\overline{NMI}$ ). Dès

que l'exécution de l'instruction en cours est terminée, le contrôle est renvoyé au moniteur qui affiche l'adresse de l'instruction suivante ainsi que le contenu de l'accumulateur.

## 2.9. OSCILLATEUR

La base de temps du Z-80 est générée par un oscillateur utilisant deux inverseurs de U24. Cet oscillateur est piloté par un quartz à 4MHz. Son signal de sortie est mis en forme par un troisième inverseur de U24 avant d'être divisé par 2 (U19) puis appliqué à l'entrée d'horloge du Z-80.

## 2.10. ALIMENTATION STABILISEE

78 79 <sup>POSITIF</sup> <sub>NEGATIF</sub> Une alimentation stabilisée 5V., 1A. est assurée par un régulateur 7805 (U18). Les condensateurs C4, C5, et C6 servent à maintenir une meilleure stabilité à la tension de sortie. L'utilisateur aura seulement à se servir d'un transformateur (7.5 à 8.5 Volts, 1 Ampère), suivi d'un redresseur et d'un condensateur de filtrage (2200µF - 16 Volts) pour assurer l'alimentation du PRO-83.

## 2.11. BUS S-100

La standardisation a peut être été sacrifiée au profit de la versatilité, et c'est ainsi que la presque totalité des signaux de contrôle utilisés par le PRO-83 ont été reliés et identifiés par une légende au niveau du bus S-100. L'utilisateur pourra au besoin couper les traces des signaux qui ne lui sont pas nécessaires.

Il pourra aussi les modifier dans l'espace dédié au câblage volant, en créer d'autres, les raccorder au bus S-100 etc... Toutes les possibilités sont permises par le PRO-83, seule notre imagination pourrait en limiter la portée.

### III ASSEMBLAGE

#### 3.1. INTRODUCTION

Les lecteurs qui ont une certaine expérience dans le domaine électronique peuvent passer rapidement à travers les quatre paragraphes suivants. Il est cependant recommandé à tous ceux qui n'ont que peu ou pas d'expérience dans le domaine, de lire très attentivement toutes les instructions qui y sont portées, et de commencer le montage quand ils auront identifié de façon certaine tous les composants du circuit.

#### 3.2. LES RESISTANCE.

Les résistances sont caractérisées par leurs valeurs en ohms ( $\Omega$ ) ou en kilohms ( $1K\Omega = 1000\Omega$ ), ainsi que par la tolérance attribuée à cette valeur. Chaque résistance porte des anneaux de couleurs différentes pour identifier sa valeur et sa tolérance. (voir figure 3.1.)

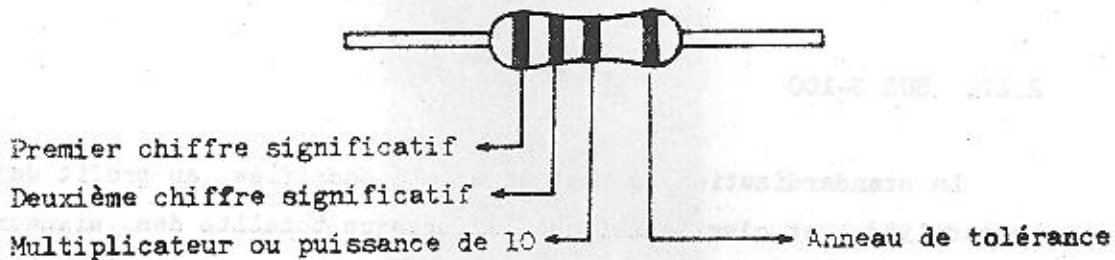


Figure 3.1.: Codage de la valeur et de la tolérance des résistances.



Le premier anneau à l'extrémité de la résistance représente le premier chiffre significatif, le deuxième anneau représente le deuxième chiffre significatif, le troisième indique le facteur de multiplication (ou puissance de 10); le quatrième anneau peut être en or ou en argent et sert à identifier la tolérance attribuée à la valeur de la résistance. Le tableau suivant donne le code couleur des résistances :

COULEUR	CHIFFRE SIGNIFICATIF	MULTIPLICATEUR	TOLERANCE
noir	0	1	—
brun	1	10	—
rouge	2	100	—
orange	3	1.000	—
jaune	4	10.000	—
vert	5	100.000	—
bleu	6	1.000.000	—
violet	7	10.000.000	—
gris	8	100.000.000	—
blanc	9	1.000.000.000	—
or	—	—	5%
argent	—	—	10%

Exemple : Une résistance marquée jaune, violet, rouge, or aura la valeur  $47 \times 100 \pm 5\%$   $47 \times 10^2 \pm 5\%$  ou encore  $4700 \pm 5\%$  ( $4,7k\Omega \pm 5\%$ )

### 3.3. LES CONDENSATEURS

Il existe divers types de condensateurs. Dans le kit PRO-83, on retrouve un condensateur au tantal et plusieurs condensateurs à disque (C.F. figure 3.2. pour identification).



Figure 3.2.: Condensateurs utilisés dans le kit PRO-83.

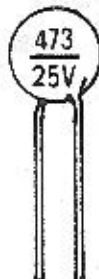
Pour les condensateurs à disque, la valeur y est généralement inscrite en même temps que la tension maximum que le condensateur peut supporter. Cette valeur peut être exprimée directement en micro Farad. ( $\mu F$ )



Condensateur de  $0.068 \mu F$ , 30 Volts maximum.

Elle peut être aussi exprimée en pico Farad ( $pF$ ) selon la convention suivante: deux chiffres significatifs suivis d'un multiplicateur.

Exemple:



Condensateur de  $47 \times 10^3 pF = 47000 pF = .047 \mu F$ , 25 Volts maximum.

NOTE.:  $1 \mu F = 1.000.000 pF$

### 3.4. LES CIRCUITS INTEGRES :

Ces circuits se présentent physiquement sous différentes formes, la plus répandue étant connue sous le nom de DIP de l'anglais "Dual In Line Package". Pour établir la numérotation associée aux différentes bornes des C.I. DIP, on détermine d'abord la borne 1, puis on attribue aux bornes suivantes, dans le sens antihoraire les numéros 2, 3, etc... Cependant, pour reconnaître la borne 1, il existe plusieurs standards. La figure 3.3. reproduit la majorité de ces standards.

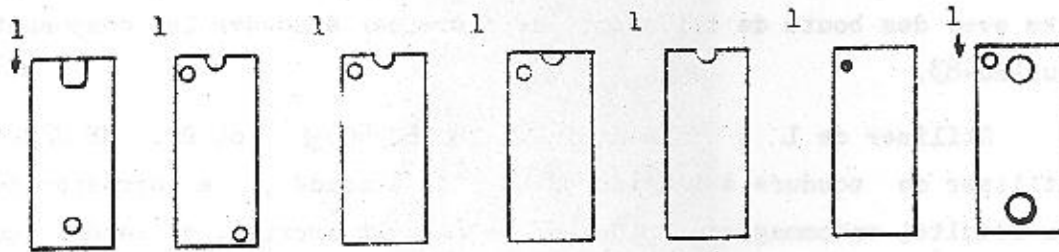


Figure 3.3.: Orientation des circuits intégrés.

Noter qu'il est absolument essentiel de s'assurer de la bonne orientation des circuits intégrés avant de les insérer dans leur support respectif. Pour le PRO-83, tous les C.I. sont orientés de telle sorte que la borne 1, (indiquée par un point blanc sur la plaquette du circuit imprimé), soit en haut à gauche lorsque le clavier hexadécimal est placé en bas à droite.

#### 3.4.1. INSERTION DES CIRCUITS INTEGRES

Les circuits intégrés sont toujours livrés par le manufacturier, avec un espacement des deux rangées de bornes légèrement plus grand que celui du support dans lequel on les insère. Il importe donc de les redresser à 90° avant de les insérer dans leur support. Le redressement doit s'effectuer sur une surface plane sur laquelle on a préalablement posé une feuille d'aluminium, (de préférence mise à la



terre). Lors de cette opération, éviter de toucher des doigts, les bornes des C.I. tels que le 2716, le 2114 le Z-80 ou le P10, cela risquerait de les endommager.

### 3.5. SOUDURE :

90% des problèmes de mauvais fonctionnement proviennent des mauvaises soudures. Il est donc impératif de veiller à ce que les soudures soient parfaites. Si vous n'avez pas d'expérience dans ce domaine il vous sera profitable de vous exercer à faire quelques soudures avec des bouts de fil avant de commencer à souder les composants du PRO-83.

Utiliser de la soudure étain-plomb (60/40) #20 ou 22. NE JAMAIS utiliser de soudure à l'acide ou de pâte à souder, la corrosion qui en résulte, endommagera rapidement le circuit imprimé, et rendra inopérant votre système.

Le fer à souder ne doit pas être très puissant. 30 à 40 watts sont largement suffisants pour des travaux d'électronique. Veiller à ce que le bout du fer demeure toujours propre en l'essuyant de temps en temps avec une éponge ou un linge mouillé.

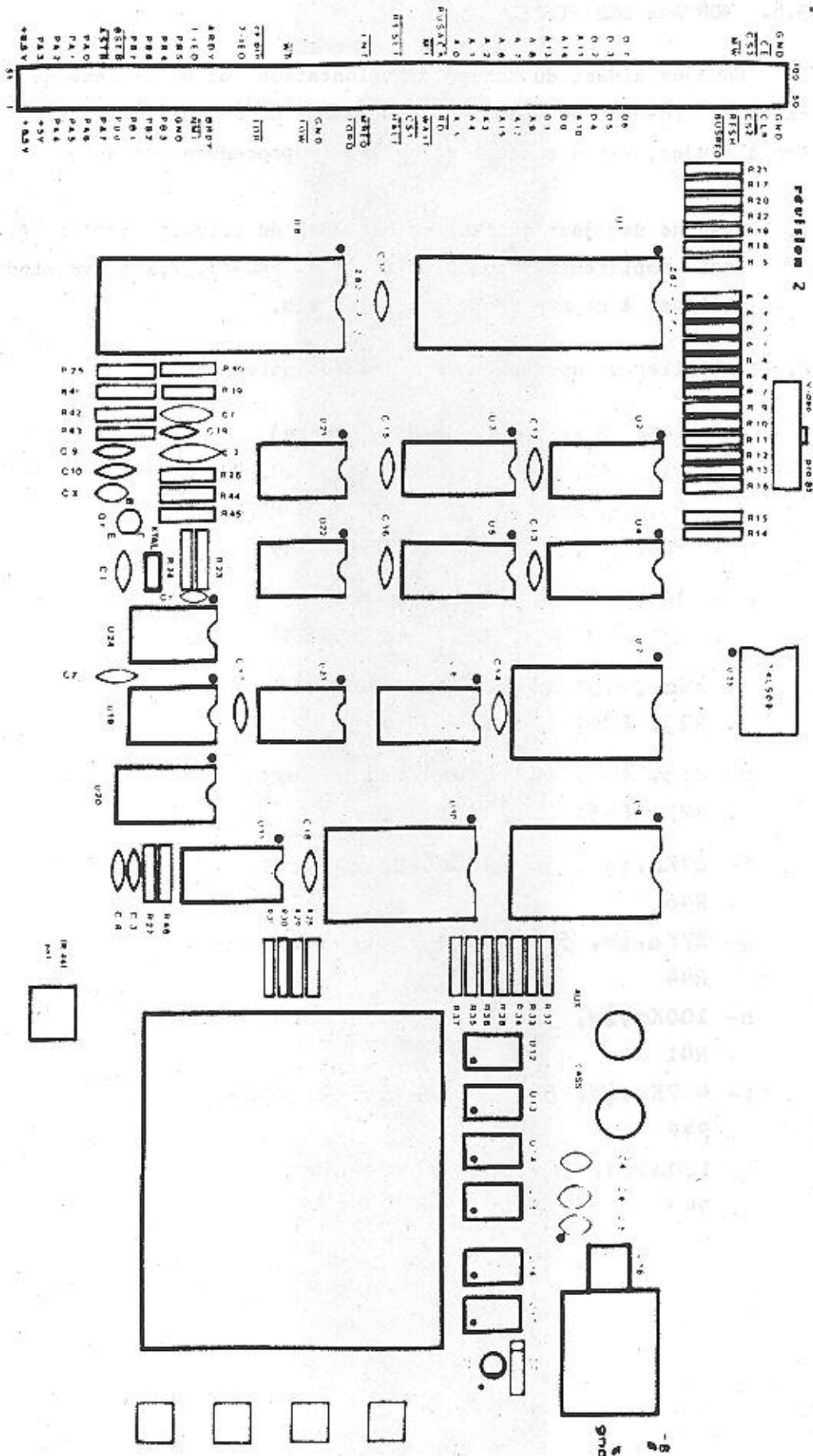
Les éléments à souder doivent être exempts de toute substance étrangère. Placer la pointe du fer à souder au point de rencontre du fil et du circuit imprimé. La pointe doit reposer fermement sur les deux éléments. Appliquer la soudure à ce même point de rencontre et la retirer dès qu'elle commence à se répandre autour de la connexion. Trop de soudure risque de créer des ponts entre deux traces de circuit imprimé. Retirer ensuite le fer et vérifier la connexion. Celle-ci doit être en forme d'entonnoir lisse et brillant. Une "soudure froide" a une apparence plutôt mate et provient souvent d'un manque de chaleur. D'autre part un excès de chaleur risque d'endommager les composants et le circuit imprimé. Un compromis doit être trouvé, mais le fer ne doit jamais être appliqué plus de deux à trois secondes. Après chaque soudure, couper l'excès de fil au raz de la connexion et passer à la suivante.

### 3.6. MONTAGE DES PIÈCES

En vous aidant du schéma d'implantation et du tableau de nomenclature, identifier tous les composants du PRO-83. Préparer votre fer à souder, votre soudure et suivre la procédure suivante :

1. Chacune des deux extrémités Nord-Sud du circuit imprimé possède trois emplacements pour les pieds du PRO-83, fixer ces pieds, en veillant à ne pas trop serrer les vis.
2. Installer et souder les résistances suivantes :
  - a -  $10K\Omega$ ,  $\frac{1}{4}W$ , 5% (Brun-Noir-Orange)
    - . R14, R15, R16, R13, R12, R11, R10, R9, R7, R8, R6, R1, R2, R3, R4, R5, R18, R19, R22, R20, R17, R21
  - b . R28, R29, R30, R31, R25, R26, R39
  - c -  $10\Omega$ ,  $\frac{1}{4}W$ , 5% (Brun-Noir-Noir)
    - . R32, R33, R34, R38, R36, R35, R37
  - d-  $1K\Omega$ ,  $\frac{1}{4}W$ , 5% (Brun-Noir-Rouge)
    - . R23, R24, R40.
  - e-  $2K\Omega$ ,  $\frac{1}{4}W$ , 5% (Rouge-Noir-Rouge)
    - . R27, R45.
  - f-  $20K\Omega$ ,  $\frac{1}{4}W$ , 5% (Rouge-Brun -Orange)
    - . R46
  - g-  $27K\Omega$ ,  $\frac{1}{4}W$ , 5% (Rouge-Violet-Orange)
    - . R44
  - h-  $100K\Omega$ ,  $\frac{1}{4}W$ , 5% (Brun-Noir-Jaune)
    - . R41
  - i-  $4.7K$ ,  $\frac{1}{4}W$ , 5% (Jaune-Violet-Rouge)
    - . R42
  - j-  $120\Omega$ ,  $\frac{1}{4}W$ , 5% (Brun-rouge-Brun)
    - . R43

# PRO-83





## TABLEAU DE NOMENCLATURE

REPERE	QUANTITE	DESIGNATION	OBSERVATION
U1	1	Z-80 CPU	Microprocesseur
U2, U3	2	2114	RAM, 1K x 4 bits
U6	1	74LS139	Décodeur double 2 à 4
U7	1	2716 (ou 2516)	EPROM, 2 K x 8 bits, 5V.
U8	1	Z-80 PIO	Ports d'E/S parallèles
U9, U10	2	74LS42	Registres tampon 8 bits
U11	1	74LS367A	Registre 6 bits
U12 - U17	6	FND367	Digits 7 segments
U18	1	7805	Régulateur 5 Volts
U19, U21	2	74LS74	Bascules D
U20	1	74LS221	Monostable, double
U22, U23	2	74LS32	Portes OU, quadruples
U24	1	74LS04	Hex-inverseurs
Q1	1	2N3904	Transistor NPN
R1-22;25,26, 28-31;39	29	Résistances 10K	1/4 watt, ± 5%
R23,24,40, R27,R45	3	Résistances 1K	1/4 watt, ± 5%
R32 - R38	2	" 2K	"
R41	7	" 10Ω	"
R42	1	" 100K	"
R43	1	" 4,7K	"
R44	1	" 120Ω	"
R46	1	" 27K	"
C1	1	" 20K	"
C2	1	Condensateur 220pF	Céramique
C3	1	" 0.47μF	Céramique
C5	1	" 0.001μF	Céramique
C7, C10	1	" 22 μF	Tantale
C8	2	" 0.005μF	Céramique (ou 0.0047)
C9	1	" 0.02μF	Céramique
C4,C6,C11-C19	1	" 0.047μF	Céramique (ou 0.05)
XTAL	1	" 0.1μF	Céramique
D1	1	Cristal	4 MHz
D2	1	TIL 220	Diode électroluminescente
	1	1N914	Diode de commutation
	2	Support 40 bornes	
	3	Support 24 bornes	
	4	Support 18 bornes	
	3	Support 16 bornes	
	6	Support 14 bornes	
	1	Clavier et légende	
	4	Boutons poussoirs	
	2	Connecteurs audio	
	6	Vis et écrous	
CX	1	.1μF	Céramique
CY	1	.1μF	Céramique
CZ	1	68pF	Céramique
U25	1	74LS08	Porte ET, 2 entrées

3. Installer et souder les supports pour CI :

- a - 14 bornes : U21 - U22 - U23 - U24 - U19 - U25
- b - 16 bornes : U6 - U11 - U20
- c - 18 bornes : U2 - U3 - U4 - U5
- d - 24 bornes : U7 - U9 - U10
- e - 40 bornes : U1 - U8

4. Installer et souder les digits 7 segments, en veillant à respecter leur orientation:

Coté régulateur



Coté clavier

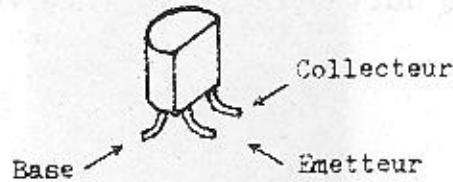
- U12 -U13 -U14 -U15 -U16 -U17

5. Installer et souder la diode D2 (anneau dirigé vers la gauche), et la del D1 (le méplat doit être placé du côté du point blanc).

6. Installer et souder les condensateurs suivants :

- a - 0.1 $\mu$ F : C4, C6, C11, C12, C13, C14, C15, C16, C17, C18, C19  
cx, cy
- ✓ b - 220pF : C1
- c - 0.47 $\mu$ F : C2
- d - 0.001 $\mu$ F : C3
- ✓ e - 22  $\mu$ F : C5, Le point rouge doit être placé vers le bas
- f - 0.005 $\mu$ F : C7, C10
- g - 0.02 $\mu$ F : C8
- ✓ h - 0.04 $\mu$ F : C9
- ✓ i - 68pF : CZ

7. Installer et souder le cristal XTAL et le transistor Q1. Veiller à ce que ce dernier soit orienté tel qu'indiqué ci-dessous.



8. Installer et souder le régulateur U18.
9. Installer et souder les quatres boutons poussoires

10. Avant d'installer le clavier, redresser soigneusement ses bornes, le placer de façon à ce que toutes les bornes apparaissent de l'autre côté de la plaquette, puis mettre suffisamment de soudu-  
re pour être sûr que la connexion se fait bien. Placer la légende correspondante à chaque touche, tel que le montre la figure 3.6.

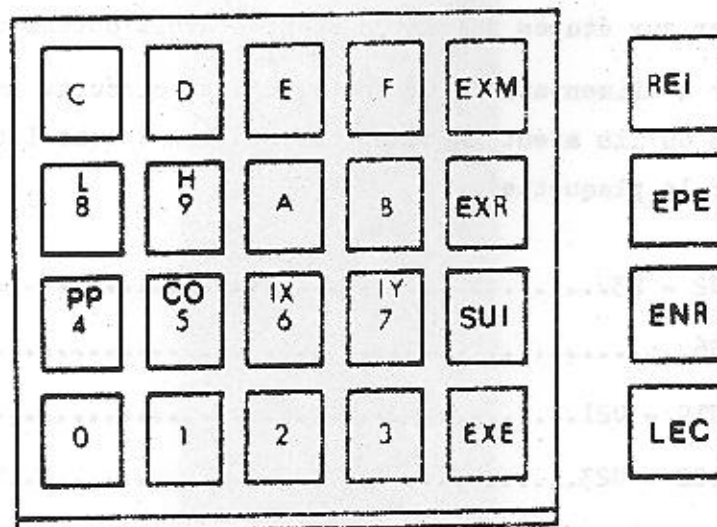


Figure 3.6.: Légende du clavier

11. Installer et souder les connecteurs audio en veillant à ce que le contact qui doit toucher le bout de la fiche soit relié à l'entrée AUX pour un connecteur et CASS pour l'autre. Le contact associé au contour métallique de chaque connecteur doit être relié à la masse.

### 3.7. VERIFICATION PRELIMINAIRE

Relier une source continue 8 Volts , 1 Ampère ( régulée ou non ) aux deux points situés en haut à droite du PRO-83. Veiller à respecter la polarité (le + en haut, le - en bas). Si vous utilisez la source compacte fournie par PROTEC, le fil marqué par un trait blanc indique le + 8 Volts. Une fois la source connectée, la troisième borne de U18 (côté des digits d'affichage) doit être à +5 V. par rapport à sa borne du milieu (la masse). Si tel n'est pas le cas, vérifier les soudures et s'assurer qu'il n'y a aucun court circuit. NE PAS passer aux étapes suivantes avant d'avoir obtenu cette condition.

Oter l'alimentation et installer les circuits intégrés en veillant à ce qu'ils aient la bonne orientation (borne 1 du côté du point blanc sur la plaquette).

- U2 - U3.....	2114
- U6.....	74LS139
- U19 - U21.....	74LS74
- U22 - U23.....	74LS32
- U24.....	74LS04



- U20.....74LS221
- U11.....74LS367A
- U10 - U9.....74S412
- U7.....2716 (ou 2516)
- U1.....Z-80 CPU
- U8.....Z-80 PIO
- U25.....74LS08

Revérifier l'orientation des circuits intégrés, et s'assurer à nouveau que toutes les bornes sont bien dans leur trou.

Le PRO-83 est maintenant prêt à fonctionner. Remettre l'alimentation en marche et appuyer sur le bouton REI. Le premier digit à gauche doit afficher le symbole "□".

Tout est correct, et c'est parfait ! passer au chapitre suivant.

Si le symbole "□" n'apparaît pas, couper l'alimentation et vérifier à nouveau les soudures. Des ponts de soudures, des court-circuits ou des soudures oubliées s'avèrent souvent être la cause d'un mauvais fonctionnement.

Si toutes les soudures paraissent être correctes, et si vous ne disposez pas des équipements nécessaires pour trouver le problème, contacter votre distributeur Protec le plus proche ou écrire à Protec, B.P. 271, succursale St-Laurent, Montréal, P.Q. CANADA, H4L 4V6.

## IV LE MONITEUR

### 4.1. INTRODUCTION

Si le microprocesseur est le cerveau pensant de tout système microordinateur, le programme moniteur, se trouve en être le coeur. Et sans le coeur, un cerveau ne pourra pas penser longtemps... C'est donc dire qu'un moniteur est "vital" à tout microordinateur. Il peut être plus ou moins complexe plus ou moins performant mais il est toujours là pour coordonner les opérations d'exécution, pour assurer les transferts d'entrées/sorties et pour faciliter la tâche du programmeur lors des opérations de mise au point d'un programme. Le moniteur du PRO-83 est contenu dans une mémoire non volatile de 1Koctet et assure au programmeur un contrôle total sur toutes les opérations et fonctions que nous nous proposons de détailler dans les paragraphes qui suivent.

### 4.2. BOUTON POUSSOIR REI (réinitialisation)

Quand ce bouton est actionné, il réinitialise le processeur et ramène l'exécution à l'adresse 0000H. Le moniteur du PRO-83 occupe le premier kilooctet de la mémoire du système. L'adresse 0000H se trouve donc être celle de la première instructions du programme moniteur. Cela veut dire qu'à chaque fois que nous appuyons sur le bouton REI, nous ordonnons l'exécution du programme moniteur. Celui-ci initialise le pointeur de pile de l'utilisateur à l'adresse 13A0H, met à zéro l'ensemble des variables RAM y compris les registres images, et se place en mode EXAMEN DE LA MEMOIRE. Le système affiche le symbole "␣" et commence le balayage du clavier pour détecter toute nouvelle action.

#### 4.3. EXAMEN DU CONTENU DE LA MEMOIRE

Cette fonction est utilisée pour entrer un nouveau programme, ou pour changer le contenu d'une adresse mémoire. Elle est activée par le bouton EXM, selon la procédure suivante :

- Actionner le bouton poussoir EXM. Le moniteur répond en plaçant le symbole "□" sur le dernier digit de l'unité d'affichage.
- Afficher les quatre digits hexadécimaux représentant l'adresse mémoire désirée (commencer par le digit de plus fort poids).
- Appuyer sur le B.P. SUI : Le contenu de la location mémoire est alors affiché par les deux digits de données.

Si le B.P. SUIV est actionné avant que les quatre digits d'adresse ne soient entrés, aucune donnée ne sera affichée et le moniteur attendra l'arrivée des digits restants.

Quand la donnée est affichée, on peut la changer en appuyant tout simplement sur les deux digits correspondant à la nouvelle donnée, puis en activant le B.P. SUI. C'est quand ce dernier bouton est activé que le moniteur met à jour le contenu de l'adresse mémoire. Il incrémente ensuite l'adresse puis l'affiche avec son contenu.

#### NOTE IMPORTANTE :

Quand le PRO-83 est utilisé avec 1Koctet de RAM, le champ de mémoire réservé à l'utilisateur est entre les adresses 1000H et 1385H.  
(voir cartographie de la mémoire)

#### 4.3.1. APPLICATION

Brancher le PRO-83 à une alimentation + 8 Volts, 1 Ampère, puis actionner les B.P. suivants :

- REI, EXM 

□	□	□	□	□	□
---	---	---	---	---	---

- llo 

1	1	0	□	□	□
---	---	---	---	---	---

- SUI 

1	1	0	□	□	□
---	---	---	---	---	---

L'adresse est incomplète ; rien ne se passe. Le moniteur attend l'arrivée du quatrième digit d'adresse.

- 0 

1	1	0	0	□	□
---	---	---	---	---	---

- SUI 

1	1	0	0	X	X
---	---	---	---	---	---

Les deux digits de donnée XX, représentent le contenu de l'adresse mémoire lloOH. Si on veut changer cette donnée, on entre les deux digits correspondant à la nouvelle donnée. Ex : 12H

- 1 

1	1	0	0	1	X
---	---	---	---	---	---

- 2 

1	1	0	0	1	2
---	---	---	---	---	---

La donnée 12H est bien à affichée, cependant elle sera transcrite par le moniteur à l'adresse lloOH, seulement lorsque le B.P. SUI est actionné. De cette façon si on se trompe dans l'entrée de données, on pourra toujours se reprendre autant de fois qu'on le voudra avant de valider la donnée par l'action sur SUI.



- SUI      

1	1	0	1
---	---	---	---

X	X
---	---

La donnée 12H est transcrite à l'adresse mémoire 1100H, celle-ci est automatiquement incrémentée, et son contenu XX est affiché.

- EXM      

□	□	□	□
---	---	---	---

□	□
---	---

Le moniteur repasse en mode examen de la mémoire.

- 1100      

1	1	0	0
---	---	---	---

□	□
---	---

- SUI      

1	1	0	0
---	---	---	---

1	2
---	---

Le nouveau contenu de l'adresse mémoire est affiché.

La procédure est simple mais si vous l'appliquez deux ou trois fois avec des données et des cheminement de votre choix, vous la retiendrez mieux le lendemain. Il est fortement conseillé de vous exercer ainsi pour chaque nouvelle fonction.

#### 4.4. EXAMEN DU CONTENU DES REGISTRES

Le moniteur du PRO-83 utilise un registre image pour chacun des registres du Z-80 auquel nous avons accès par cette fonction. A chaque exécution (complète ou par étapes) d'un programme, le moniteur transfère d'abord le contenu des registres images dans leur registre correspondant au sein du microprocesseur. Inversement, après l'exécution de chaque instruction en mode ETAPE PAR ETAPE, le contenu des registres du Z-80 est retransmis par le moniteur aux registres images. Cette façon de procéder permet à l'utilisateur :

1. De charger le contenu d'un registre avant l'exécution du programme.

2. De consulter ou de changer le contenu d'un registre pendant l'exécution en mode ETAPE PAR ETAPE. Le contenu des registres 8 bits A, B, C, D, E, F, H, L, de leur registre alterne ainsi que celui des registres 16 bits IX, IY, du compteur ordinal "PC" (program counter) et du pointeur de pile "SP" (stack pointer) peut être examiné et changé en suivant la procédure suivante :

#### 4.4.1. REGISTRES 8 BITS

- Activer la fonction EXamen des Registres en appuyant sur le bouton EXR. Le moniteur répond en affichant le caractère "r" sur le digit sept segments de plus fort poids.
- Actionner le bouton correspondant au registre choisi.
- Appuyer sur le bouton SUI : Le contenu du registre ( image ) est affiché par les deux digits de données.
- Pour changer ce contenu, entrer la nouvelle donnée, puis actionner à nouveau le bouton SUI.
- Le moniteur met à jour le contenu du registre, affiche le registre alterne ainsi que son contenu accompagné de la lettre A sur le digit d'adresse de plus faible poids, pour indiquer qu'il s'agit bien d'un registre alterne.
- Le contenu de ce registre peut être modifié en suivant la même méthode.
- Une nouvelle action sur SUI ramène au registre de départ et le cycle recommence.
- Pour examiner ou changer le contenu d'autres registres (ou registre alterne), activer à nouveau le mode EXR et répéter la procédure.

#### 4.4.2. APPLICATION

On désire examiner, changer, puis vérifier à nouveau le contenu des registres A et A' alterne. Les nouveaux contenus devront être respectivement 1A et 3E.

- EXR 

r					
---	--	--	--	--	--

Mode examen registres

- A 

A					
---	--	--	--	--	--

Registre sélectionné

- SUI 

A					
---	--	--	--	--	--

X	X
---	---

(A) = XX

- 1A 

A					
---	--	--	--	--	--

1	A
---	---

Le nouveau contenu de A est affiché, mais n'est pas encore transcrit au registre image.

- SUI 

A					
---	--	--	--	--	--

X	X
---	---

Le contenu de A est maintenant 1A, le registre A alterne est automatiquement affiché ainsi que son contenu.

- 3E 

A					
---	--	--	--	--	--

3	E
---	---

Le contenu de A' n'est pas encore mis à jour : en cas de mauvaise manipulation, on peut se reprendre.

- SUI 

A					
---	--	--	--	--	--

1	A
---	---

Mise à jour de (A'), (A) = 1A

- SUI 

A					
---	--	--	--	--	--

3	E
---	---

(A') = 3E

- EXR 

r					
---	--	--	--	--	--

Retour au mode EXR pour l'examen ou le changement du contenu d'un autre registre.

Le symbole "A'" indique qu'il s'agit du registre alterne.

NOTE : Rappelons que le moniteur travaille sur les registres images, et que tout changement ne devient effectif au sein des registres des microprocesseurs qu'après l'exécution d'un programme ou d'une instruction en mode étape par étape.

#### 4.4.3. REGISTRES 16 BITS

La procédure demeure à peu de choses près la même. La seule différence réside dans le fait que le contenu des registres est à présent exprimé par 4 digits hexadécimaux.

- . Activer la fonction EXR.
- . Choisir le registre désiré.
- . Actionner le bouton SUI : le moniteur affiche l'octet de plus fort poids contenu dans le registre. On peut changer cet octet de la même façon que pour un registre 8 bits.
- . Une deuxième action sur SUI permet au moniteur de mettre à jour, s'il y a lieu, cet octet et d'afficher l'octet de moins fort poids accompagné du symbole moins "-" pour marquer la différence.
- . Même procédure pour tout changement éventuel.
- . Une troisième action sur SUI assure la mise à jour, s'il y a lieu, du dernier octet, et permet l'affichage du nouvel octet de plus fort poids. Le cycle recommence.
- . Pour examiner ou changer le contenu d'un autre registre, activer à nouveau le mode EXR et répéter la procédure.



#### 4.4.4. APPLICATION

Examiner, changer, puis vérifier le contenu du compteur ordinal (PC). Le nouveau contenu devra être 1000H.

- |          |   |   |  |  |  |  |  |   |
|----------|---|---|--|--|--|--|--|---|
| - EXR    | <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>r</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> | r |  |  |  |  |  | Mode examen registres   |
| r        |   |   |  |  |  |  |  |   |
| - PC (5) | <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> | 5 |  |  |  |  |  | Registre sélectionné  |
| 5        |   |   |  |  |  |  |  |   |
| - SUI    | <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> | 5 |  |  |  |  |  | L'octet de plus fort poids contenu dans le PC est XX.   |
| 5        |   |   |  |  |  |  |  |   |
| - 10     | <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> | 5 |  |  |  |  |  | Le nouvel octet est affiché mais n'est pas encore transmis.   |
| 5        |   |   |  |  |  |  |  |   |
| - SUI    | <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> | 5 |  |  |  |  |  | L'octet de plus fort poids a été mis à jour, celui de plus faible poids est affiché avec son contenu.       |
| 5        |   |   |  |  |  |  |  |   |
| - 00     | <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> | 5 |  |  |  |  |  | Le nouvel octet de plus faible poids est affiché.   |
| 5        |   |   |  |  |  |  |  |   |
| - SUI    | <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> | 5 |  |  |  |  |  | L'octet de plus faible poids est mis à jour, celui de plus fort poids est affiché avec son nouveau contenu. |
| 5        |   |   |  |  |  |  |  |   |
| - SUI    | <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> | 5 |  |  |  |  |  | On vérifie que la nouvelle valeur de l'octet de plus faible est bien 00H.                                   |
| 5        |   |   |  |  |  |  |  |   |
| - EXR    | <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>r</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> | r |  |  |  |  |  | Retour au mode EXR pour l'examen ou le changement d'un autre registre.                                      |
| r        |   |   |  |  |  |  |  |   |

#### 4.5. MODE SUIVANT

Cette fonction est essentielle tant pour le mode EXR que pour EXM. Sa procédure d'emploi a déjà été exposée aux paragraphes 3 & 4. On peut cependant la résumer comme suit :

##### 4.5.1. MODE EXM.

- La première action sur SUI permet l'affichage du contenu d'une adresse mémoire.
- La deuxième action, ainsi que les actions subséquentes, forcent le moniteur à effectuer les opérations suivantes :
  - Transcription du contenu affiché par les deux digits de données dans l'adresse mémoire.
  - Incrémentation de cette adresse.
  - Affichage de l'adresse incrémentée.
  - Affichage de son contenu.

##### 4.5.2. MODE EXR.

###### 4.5.2.1. Registres 8 bits :

- La première action sur le B.P. SUI assure l'affichage du contenu du registre.
- La deuxième action permet la transcription du contenu affiché par les deux digits de données dans le registre en question. Le registre alterne est ensuite affiché ainsi que son contenu accompagné du caractère A.
- La troisième action amène le moniteur à mettre à jour le registre alterne et à afficher le contenu du registre de départ. Le cycle recommence.

#### 4.5.2.2. Registres 16 bits.

- La première action sur SUI, permet d'afficher l'octet de plus fort poids contenu dans le registre.
- La deuxième action assure la mise à jour de cet octet, et permet l'affichage de celui de plus faible poids accompagné du symbole "-".
- La troisième action met à jour l'octet de plus faible poids, affiche la nouvelle valeur de celui de plus fort poids, et le cycle recommence.
- Quelques applications de votre choix vous aideraient sûrement à mieux assimiler le fonctionnement du mode SUIVANT.

#### 4.6. EXECUTION

Tout programme est constitué d'une suite d'instructions exécutées séquentiellement dans le temps. Le séquençement est assuré par le compteur ordinal (PC) qui contient à tout instant l'adresse de la prochaine instruction à exécuter dans le programme. Cela implique, qu'avant d'appuyer sur le B.P. EXE, il faut préalablement charger le PC avec l'adresse de la première instruction contenue dans le programme. Une fois l'exécution commandée, le programme gardera le contrôle des opérations jusqu'à la fin, ou jusqu'à ce que la clef REI soit actionnée.

##### 4.6.1. APPLICATION

On veut charger le registre A avec la valeur 40H, additionner à cette valeur la quantité 0FH et mettre le résultat dans l'adresse mémoire 1100H. Le programme qui effectue ces opérations est le suivant :

ADRESSE	CODE MACHINE	MNEMONIQUE	OBSERVATIONS
1000	3E	LDA, 40H <i>modifié</i>	Charger le registre A avec la valeur 40H.
1001	40		
1002	06 97	ADDA, 0EH	Additionner 0EH au contenu de A et mettre le résultat dans A.
1003	0E		
1004	32	LD (1100), A	Transférer A à l'adresse mémoire 1100H.
1005	00		
1006	11		
1007	76	HALT	ARRET

Pour entrer ce programme on utilise les modes EXM et SUI, tel qu'exposé au paragraphe 4.3.

- EXM	<table><tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	1						Mode examen mémoire
1								
- 1000	<table><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td></td><td></td></tr></table>	1	0	0	0			Adresse de la première instruction.
1	0	0	0					
- SUI	<table><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>X</td><td>X</td></tr></table>	1	0	0	0	X	X	Contenu de cette adresse = XX
1	0	0	0	X	X			
- 3E	<table><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>3</td><td>E</td></tr></table>	1	0	0	0	3	E	Changement du contenu
1	0	0	0	3	E			
- SUI	<table><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>X</td><td>X</td></tr></table>	1	0	0	1	X	X	Acquisition et incrémentation automatique de l'adresse
1	0	0	1	X	X			
- 40	<table><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>4</td><td>0</td></tr></table>	1	0	0	1	4	0	Octet suivant
1	0	0	1	4	0			



- SUI, C6 

1	0	0	2	C	6
---	---	---	---	---	---

- SUI, OE 

1	0	0	3	0	E
---	---	---	---	---	---

- SUI, 32 

1	0	0	4	3	2
---	---	---	---	---	---

- SUI, 00 

1	0	0	5	0	0
---	---	---	---	---	---

L'octet de plus faible poids d'une adresse est toujours chargé avant celui de plus fort poids, dans un programme.

- SUI, 11 

1	0	0	6	1	1
---	---	---	---	---	---

- SUI, 76 

1	0	0	7	7	6
---	---	---	---	---	---

- SUI 

1	0	0	8	X	X
---	---	---	---	---	---

Activer TOUJOURS SUI pour assurer l'acquisition de la dernière entrée.

Ce programme est à présent dans le RAM et occupe les adresses mémoire 1000H à 1007H. Vérifions le contenu de l'adresse mémoire 1100H qui doit contenir le résultat de l'addition.

- EXM 

--	--	--	--	--	--

- 1100, SUI 

1	1	0	0	X	X
---	---	---	---	---	---

(1100) = XX

On s'aperçoit que le contenu de l'adresse 1100H n'est pas égal à 4EH ( $40H + 0EH = 4EH$ ), pour la simple raison que le programme n'est pas encore exécuté. Notons aussi qu'avant d'exécuter un programme, il est toujours préférable de le vérifier. Une fois la vérification faite, il s'agit d'initialiser le PC à l'adresse de la première instruction (1000H) et d'activer l'exécution :

- EXR 

r					
---	--	--	--	--	--

 Mode examen registre
- PC (5), SUI 

5					X	X
---	--	--	--	--	---	---
- 10 

5					1	0
---	--	--	--	--	---	---

 Initialisation, octet de plus fort poids.
- SUI 

5				-	X	X
---	--	--	--	---	---	---

 Acquisition et passage à l'octet de plus faible poids.
- 00, SUI 

5					1	0
---	--	--	--	--	---	---

 Initialisation de l'octet de plus faible poids et passage au premier.
- EXE 

--	--	--	--	--	--	--

 Exécution : le moniteur n'a plus les commandes, l'affichage n'est donc pas activé.

Pour s'assurer que le programme est bien exécuté, vérifions le contenu de 1100H.

- REI 

□					
---	--	--	--	--	--
- 1100, SUI 

1	1	0	0	4	E
---	---	---	---	---	---

On s'aperçoit cette fois-ci que le contenu de l'adresse mémoire 1100H est bien la somme de 40H et de 0EH.

#### 4.7. ETAPE PAR ETAPE

Cette fonction permet à l'utilisateur d'exécuter son programme UNE INSTRUCTION A LA FOIS. Elle est activée par le B.P. EPE. Après l'exécution de la première instruction, les registres du Z-80 sont transférés à leur registre image dans un champ de mémoire RAM qui leur est dédié. Les commandes sont ensuite renvoyées au moniteur permettant d'examiner le contenu des registres et des mémoires en vue d'un changement éventuel en cours d'exécution. A chaque exécution subséquente, le contenu des registres images est d'abord retranscrit dans les registres du Z-80, l'instruction est ensuite exécutée et les commandes retournent au moniteur qui sauvegarde à nouveau le contenu des registres du Z-80 et affiche l'adresse suivante ainsi que le contenu de l'accumulateur. Cette façon de procéder assure à l'utilisateur une méthode puissante et rapide pour localiser, s'il y a lieu, l'endroit exact où son programme fait défaut.

##### 4.7.1. APPLICATION

Reprenons le même programme et exécutons le une instruction à la fois. Nous changerons en cours d'exécution, le nombre hexadécimal 40 par 35H.

- EXR	<table><tr><td>r</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	r						Mode examen registre
r								
- PC, SUI	<table><tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td>X</td></tr></table>	5				X	X	
5				X	X			
- 10, SUI	<table><tr><td>5</td><td></td><td></td><td>-</td><td>X</td><td>X</td></tr></table>	5			-	X	X	Initialisation du compteur ordinal.
5			-	X	X			
- 00, SUI	<table><tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td>0</td></tr></table>	5				1	0	
5				1	0			

- EPE      

1	0	0	2
---	---	---	---

4	0
---	---

La première instruction est exécutée, le moniteur affiche l'adresse de l'instruction suivante ainsi que le contenu de l'accumulateur (registre A).

- EXR, A      

A			
---	--	--	--

--	--

- SUI, 35      

A			
---	--	--	--

3	5
---	---

Changement 40H par 35H.

- SUI      

A			A
---	--	--	---

X	X
---	---

Acquisition : (A) = 35

- EPE      

1	0	0	4
---	---	---	---

4	3
---	---

La deuxième instruction est exécutée, le contenu de l'accumulateur est affiché, (résultat de l'addition : 35H + 0EH = 43H), le PC pointe l'adresse de la prochaine instruction à exécuter.

- EPE      

1	0	0	7
---	---	---	---

4	3
---	---

Le contenu de l'accumulateur est transféré à l'adresse mémoire 1100H, le compteur ordinal pointe l'adresse de la dernière instruction à exécuter (HALT).

- EXM      

□			
---	--	--	--

--	--

Retour en mode EXM pour vérification du contenu de l'adresse 1100H.

- 1100, SUI      

1	1	0	0
---	---	---	---

4	3
---	---

(1100H) = 43H

- EPE      

1	0	0	8
---	---	---	---

4	3
---	---

L'accumulateur n'a effectué aucune autre opération, son contenu demeure le même; le contenu du PC est incrémenté de 1 pour pointer l'adresse mémoire suivante (en dehors du programme).



#### 4.8. ENREGISTREMENT SUR CASSETTE

Le PRO-83 offre un moyen simple et bon marché pour emmagasiner sur une mini-cassette l'information volatile contenue dans le RAM. La plupart des enregistreuses à cassette peuvent être utilisées à cet effet. Si toutefois vous devez en acheter une, nous vous suggérons le modèle 26-1205, CTR-80 de Radio Shack. La procédure de transfert se fait de la façon suivante :

- Relier la borne "AUX" du PRO-83 à l'entrée AUXILIAIRE de l'enregistreuse.
- Rebobiner entièrement la cassette.
- En utilisant le mode EXM, placer l'adresse du dernier octet du programme à enregistrer dans les locations mémoire suivantes :
  - . 13DCH : Octet d'adresse de plus faible poids.
  - . 13DDH : Octet d'adresse de plus fort poids.
- Ne pas oublier d'appuyer sur SUI pour valider la dernière entrée.
- Ajuster le bouton du volume au milieu de sa plage de réglage.
- Activer la fonction ENREGISTREMENT en appuyant sur le bouton ENR.
- Mettre tout de suite après, l'enregistreuse à cassette en mode d'enregistrement; l'unité d'affichage devra alors s'éteindre.
- Le symbole "□" réapparaît dès que l'enregistrement est terminé.

#### 4.9. TRANSFERT CASSETTE-RAM

Pour transférer un programme d'une cassette vers le RAM, on procède de la façon suivante :

- Relier la sortie écouteur (ou moniteur) de votre enregistreuse au connecteur CASS du PRO-83.
- Actionner le bouton REI.
- Mettre l'enregistreuse en mode lecture.
- Ajuster le volume jusqu'à ce que la DEL devienne brillante (souvent vous aurez à travailler avec le volume maximum).
- Activer la fonction lecture en appuyant sur le bouton LEC, l'unité d'affichage sera éteinte durant le transfert.
- Si le transfert est correct, le moniteur revient en mode EXM en affichant le symbole "r".
- Si une erreur est décelée durant le transfert, le moniteur affiche la lettre "r" sur le premier digit à gauche de l'unité d'affichage. Il faudra alors réajuster le volume et répéter la procédure, ou vérifier le programme lu en utilisant le mode EXM et en changeant le ou les octets erronés.

#### NOTES :

- 1- Le lecteur averti se rendra vite compte que c'est un tour de force que de réaliser toutes les fonctions du PRO-83 par un moniteur de 1Koctet seulement. En raison de cet espace restreint, nous n'avons pu permettre cependant l'enregistrement d'un programme situé à n'importe quelle adresse RAM. Tous les programmes à enregistrer sur cassette doivent obligatoirement commencer à l'adresse 1000H.
- 2- Grâce à la DEL qui s'allume en présence des données et s'éteint durant l'espace qui existe entre deux enregistrements successifs l'utilisateur pourra facilement enregistrer ou situer plusieurs programmes sur une même cassette.

## V PROGRAMMES D'APPLICATION

Pour comprendre les programmes proposés dans ce chapitre, le lecteur devra préalablement connaître le jeu d'instructions du Z-80. Ceux qui ont déjà programmé en langage machine pourront utiliser à cet effet le "Micro-Reference Manual" qui donne un résumé de l'ensemble des instructions employées par le Z-80. Ceux qui n'ont pas d'expérience dans le domaine, pourront se référer à notre volume "ELEMENTS DE MICROCOORDINATEURS" ou à tout autre livre qui traite des instructions du Z-80.

### 5.1. JEU DE LUMIERES

L'objectif de cette simulation est de permettre au lecteur de comprendre le fonctionnement de l'unité d'affichage du PRO-83, et d'en faire l'application pour réaliser par logiciel un jeu de lumières tournantes "CHASER".

Le schéma électronique de l'unité d'affichage est représenté à l'annexe I. Une illustration fonctionnelle de cette unité est portée à la figure 5.1.

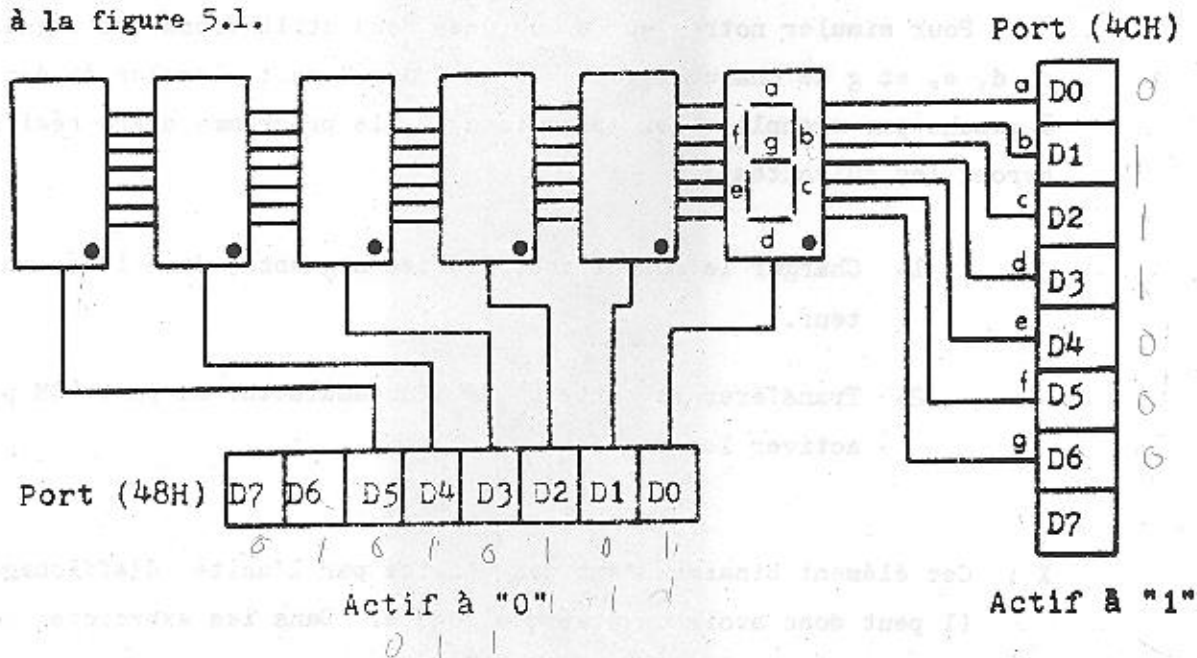


Figure 5.1.: Schéma fonctionnel de l'unité d'affichage.

L'analyse de cette figure nous montre que chaque digit est composé de sept segments dénotés a, b, c, d, e, f et g. Chacun de ces segments peut être allumé en mettant à 1 l'élément binaire qui lui correspond au niveau du port 4CH. La sélection du digit actif se fait par le contenu du port 48H. Ainsi, le premier digit à droite est activé lorsque l'élément binaire de poids "0" est à l'état logique "0", le deuxième digit, lorsque l'élément binaire de poids 1 est à l'état "0", et ainsi de suite. Si par exemple, on veut que le premier digit de droite affiche un 9, il nous faut avoir :

Port 4CH	X	1	1	0	1	1	1	1	= (6FH)
Port 48H	X	X	1	1	1	1	1	0	= (3EH)

Exercice : Le deuxième digit de droite doit afficher un 3, donner les contenus des ports.

Réponses : (Port 4CH) = 4FH

(Port 48H) = 3DH

Pour simuler notre jeu de lumières nous utiliserons les segments c, d, e, et g de chaque digit. Si ce "Carré" doit circuler de droite à gauche par exemple, les opérations que le programme devra réaliser seront les suivantes :

- 1- Charger le mot de contrôle des segments, dans l'accumulateur.
- 2- Transférer le contenu de l'accumulateur au port 4CH pour activer les segments.

X : Cet élément binaire n'est pas utilisé par l'unité d'affichage, il peut donc avoir un état quelconque. Dans les exercices, nous l'avons mis arbitrairement à "0".



- 3- Charger le mot de contrôle des digits dans l'accumulateur (FEH).
- 4- Transférer le contenu de l'accumulateur au port 48H pour activer le premier digit à droite.
- 5- Créer un délai d'affichage.
- 6- Décaler d'une position à gauche le contenu de l'accumulateur pour pouvoir activer le digit suivant.
- 7- "Boucler" la procédure à l'étape 4 pour que le décalage s'effectue de façon indéfinie.

NOTE :

Le délai d'affichage est nécessaire pour que l'opérateur ait le temps de voir la circulation des digits. Si nous supprimons ce délai, le microordinateur opère tellement vite que tous les digits nous paraîtraient allumés.

Pour créer ce délai, nous pouvons par exemple, occuper le processeur à décrémenter un registre préalablement chargé à une valeur qui détermine le temps du délai. Quand le contenu du registre devient nul, le processeur reprend l'exécution du reste du programme. Si le temps passé à décrémenter le registre n'est pas suffisant (comme c'est le cas dans la présente simulation), il nous faudra en utiliser deux.

PROGRAMME

1000	3EDC	<i>La forme</i>	LDA, DCH	Contenu de A = DC
1002	D34C		OUT (4CH), A	Activer les segments c, d, e, g.
1004	3EFE	<i>l'accumulateur</i>	LDA, FEH	(A) = FE
1006	D348	Boucle 3 :	OUT (48H), A	Activer le 1er digit.
1008	0140	<i>deux</i>	LDC, 40H	Initialiser le premier registre de délai.
100A	06FF	Boucle 2 :	LDB, FFH	Initialiser le deuxième registre de délai.
100C	10FE	Boucle 1 :	DJNZ, Boucle 1	Décrémenter B jusqu'à 0.

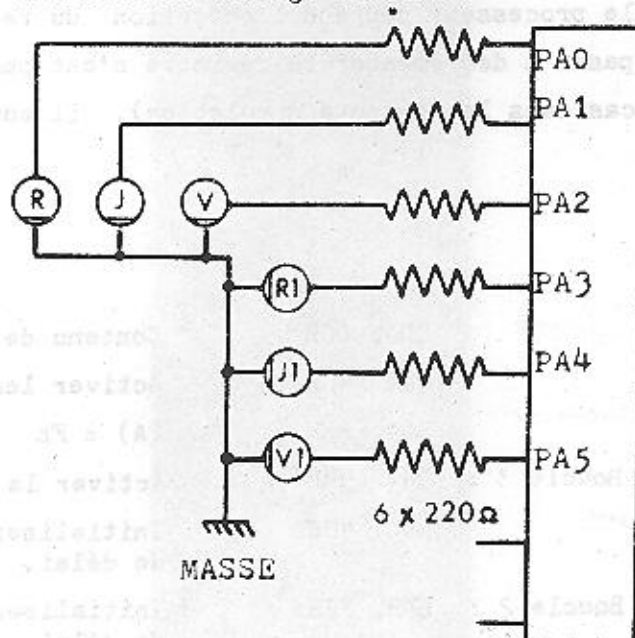
100E	OD	DECC	Décrémenter C de 1.
100F	20F9	JRNZ, Boucle 2	Sauter à la boucle 2.
1011	07	RLCA	Passer au digit suivant.
1012	18F2	JR Boucle 3	Sauter à la boucle 3.

Analyser ce programme et le charger en utilisant le mode EXM.  
Trouver un moyen simple de :

- 1- Diminuer la vitesse de circulation.
- 2- Remplacer le symbole "□" par un autre de votre choix.

## 5.2. FEUX DE CIRCULATION

Encore là, nous pourrions utiliser l'unité d'affichage pour simuler les lumières, mais ce serait manquer une belle occasion pour employer le PIO du PRO-83. Nous vous suggérons donc, de trouver deux dels<sup>(1)</sup> rouges, deux dels jaunes, deux dels verts et six résistances 220Ω ½ W. pour réaliser le montage suivant :



(1) del : Diode électroluminescente.

La séquence à réaliser sera la suivante :

- a- Initialisation : R et VI allumées.
- b- Grand délai.
- c- R et JI allumées.
- d- Petit délai.
- e- RI et V allumées.
- f- Grand délai.
- g- RI et J allumées.
- h- Petit délai.
- i- Boucle vers (a).

#### a- Initialisation

Avant de procéder à l'initialisation, il faudra configurer le registre A du P.O. comme port de sortie. Son registre de contrôle (port 42H) devra avoir le contenu suivant (cf. Micro-Reference Manual, P. 25).

Port (42H)

0	0	X	X	1	1	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---

(Registre de contrôle de A).

D0, D3 doivent être à "1" et D7 à "0" pour la configuration en port de sortie. D4 et D6 peuvent avoir n'importe quel état. Nous prendrons le mot de contrôle 00001111 (0FH).

L'initialisation du registre A peut dès lors se faire. Les diodes R et VI doivent être allumées donc X0 et D5 devront être à l'état "1". Les autres lignes seront à l'état "0" à l'exception de D6 et D7 qui peuvent prendre n'importe quel état puisqu'elles ne sont pas utilisées. Le registre A (Port C) aura donc le contenu suivant:

Port A (00H)

0	0	1	0	0	0	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---

(21H)

A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0

## b- Grand Délai

Etant donné que nous aurons souvent à utiliser des délais, il vaudrait mieux réaliser une "routine délai" que nous appellerons une fois pour un petit délai et n fois pour un grand délai.

## c- R et J1 Allumées

Les lignes données D0 et D4 doivent être actives, toutes les autres seront mise à zéro. Le nouveau mot de contrôle transféré au port A sera le suivant :

Port (40H) 

0	0	0	1	0	0	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---

 (11H)

Quand R1 et V devront être allumées, nous enverrons le mot OCH au port A et quand viendra le tour de R1 et J, nous enverrons OAH au port A.

## PROGRAMME

1000	3E 0F	— LDA, 0FH	Configuration du registre A
1002	D3 42	— OUT (42H), A	en port de sortie.
1004	3E 21	BR3 : — LDA, 21H	
1006	D3 40	— OUT (40H), A	Activer R et V1
1008	06 0A	— LDB, 0AH	grand délai.
100A	CD 2A10	BR1 : CALL DELAI	
100D	10 FB	— DJNZ, BR1	
100F	3E 11	— LDA, 11H	
1011	D3 40	— OUT (40H), A	Activer R et J1
1013	CD 2A10	— CALL DELAI	petit délai.
1016	3E 0C	— LDA, 0CH	



1018	D3 40	OUT (40H), A	Activer R1 et V
101A	06 0A <sup>03</sup>	LDB, OAH	grand délai.
101C	CD 2A10	BR2 : CALL DELAI	
101F	10 FB	DJNZ, BR2	
1021	3E 0A	LDA, OAH	
1023	D7 40	OUT (40H), A	
1025	CI 2A10	CALL DELAI	Petit délai
1028	1E DA	JR, BR3	Boucle

#### ROUTINE DELAI

102A	C5	PUSH B	Sauvegarde B & C
102B	0E 0B	LDC, OB	Initialisation premier compteur.
102D	06 FF	BR5 : LDB, FF	Initialisation deuxième compteur.
102F	10 FE	BR4 : DJNZ, BR4	Décrémenter de B jusqu'à "0".
1031	0D	DEC C	Décrémenter de C.
1032	20 F9	JRNZ, BR5	Test C = 0.
1034	C1	POP B	Récupération B & C.
1035	C9	RET	Retour

### 5.3. HORLOGE DIGITALE

Nous avons vu au paragraphe 5.1. comment activer un digit de l'unité d'affichage. Si, à présent, nous voulons que plusieurs digits paraissent allumés en même temps, il nous faudra utiliser la technique de multiplexage temporel. Cette technique consiste à afficher séquentiellement un digit après l'autre, et à répéter la séquence à une fréquence suffisamment grande pour que l'oeil n'arrive plus à discerner les instants de temps où ces digits passent par l'état éteint. Rappe-

lons à ce sujet que la tension alternative du secteur en Amérique du Nord, s'annule 120 fois par seconde. Ainsi, toute lampe au néon branchée sur le secteur s'éteint 120 fois par seconde. Pourtant, elle nous paraît continuellement allumée parce que les instants d'allumage sont beaucoup plus grands que ceux d'extinction, et parce qu'à cette fréquence, la rétine n'est plus capable de discerner les moments d'extinction, et devient plutôt sensible au niveau moyen de l'intensité de la lumière émise.

Le programme de simulation de l'horloge sera réalisé en deux étapes : la première consiste à écrire une routine d'affichage qui ira chercher le contenu d'une mémoire tampon, en fera la conversion nécessaire pour générer et afficher le caractère requis.

La deuxième étape sera consacrée à la mise au point d'un programme qui utilisera cette routine d'affichage pour simuler le fonctionnement d'une horloge digitale.

#### ROUTINE D'AFFICHAGE :

Il s'agit de définir dans un premier temps, une table de correspondance qui permet de générer les caractères de contrôle nécessaires pour activer les segments de chaque digit ( 0 à 9 ). Si par exemple nous prenons l'adresse de départ 1200H, nous aurons la table suivante :

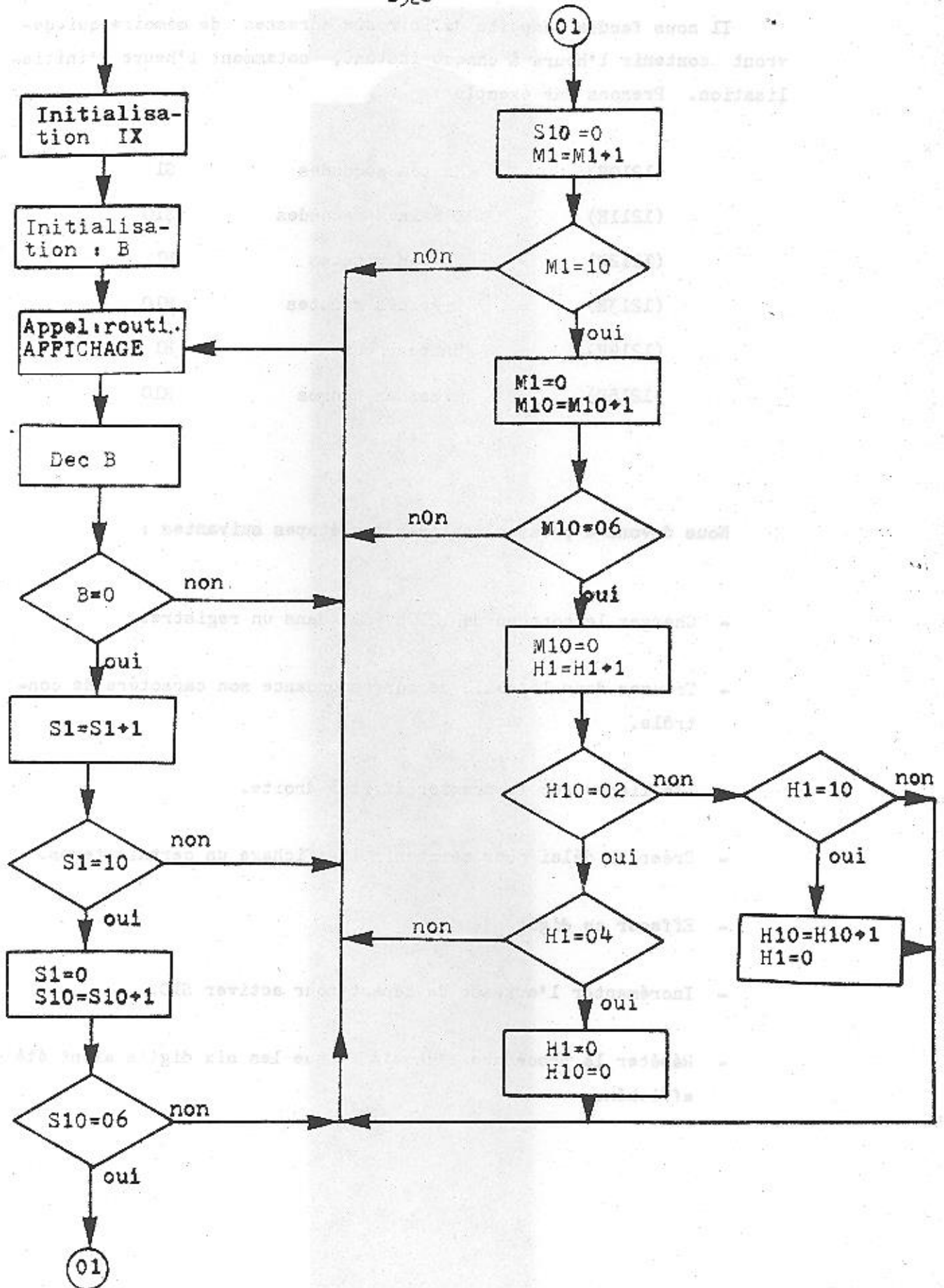
ADRESSE	CARACTERE DE CONTROLE	DIGIT
1200H	3FH	0
1201H	06H	1
1202H	5BH	2
1203H	4FH	3
1204H	66H	4
1205H	6DH	5
1206H	7DH	6
1207H	07H	7
1208H	7FH	8
1209H	6FH	9

Il nous faudra ensuite définir six adresses de mémoire qui devront contenir l'heure à chaque instant, notamment l'heure d'initialisation. Prenons par exemple :

(1210H)	=	Unités secondes	S1
(1211H)	=	Dizaines secondes	S10
(1212H)	=	Unités minutes	M1
(1213H)	=	Dizaines minutes	M10
(1214H)	=	Unités heures	H1
(1215H)	=	Dizaines heures	H10

Nous devons à présent réaliser les étapes suivantes :

- Charger le contenu de 1210H (S1) dans un registre.
- Trouver dans la table de correspondance son caractère de contrôle.
- L'afficher sur le premier digit à droite.
- Créer un délai pour maintenir l'affichage un certain temps.
- Effacer ce digit
- Incrémenter l'adresse de départ pour activer S10.
- Répéter la procédure jusqu'à ce que les six digits aient été affichés.





# PROGRAMME DE SIMULATION DE L'HORLOGE

L'algorithme porté à la page 52 donne un résumé du programme qui suit ;

1000	DD211012	LDIX, 1210H	INITIALISATION POINTEUR
1004	0600	LDB, 0 OH	INITIALISATION 1 SECONDE
1006	CD7310	BRL : CALL AFFICHAGE	AFFICHAGE
1009	10FB	DJNZ, BRL	BOUCLE DELAI 1 SEC
100B	DD3400	INC (IX + 0)	INCREMENTATION SEC1
100E	3E0A	LDA, 0AH	
1010	DDBE00	CP (IX + 0)	TEST SEC 1 = 10
1013	20F1	JRNZ, BRL	BOUCLE AFFICHAGE
1015	DD360000	LD (IX + 0), 00H	SEC = 0
1019	DD3401	INC (IX + 1)	INCREMENTATION SEC 10
101C	3E06	LDA, 06H	
101E	DDBE01	CP (IX + 1)	TEST SEC 10 = 06
1021	20E3	JRNZ, BRL	BOUCLE AFFICHAGE
1023	DD360100	LD (IX + 1), 00H	SEC 10 = 0
1027	DD3402	INC (IX + 2)	INCREMENTATION M1
102A	3E0A	LDA, 0AH	
102C	DDBE02	CP (IX + 2)	TEST M1 = 10
102F	20D5	JRNZ, BRL	BOUCLE AFFICHAGE
1031	DD360200	LD (IX + 2), 00H	M1 = 0
1035	DD3403	INC (IX + 3)	INCREMENTATION M10
1038	3E06	LDA, 06H	
103A	DDBE03	CP (IX + 3)	TEST M10 = 06
103D	20C7	JRNZ, BRL	BOUCLE AFFICHAGE
103F	DD360300	LD (IX + 3), 00H	M10 = 0
1043	DD3404	INC (IX + 4)	INCREMENTATION H1
1046	3E02	LDA, 02H	
1048	DDBE05	CP (IX + 5)	TEST H1 = 02
104B	2003	JRNZ, BR2	
104D	C36110	JP, BR3	H1 = 02
1050	3E0A	BR2 : LDA, 0A	
1052	DDBE04	CP (IX + 4)	TEST H1 = 10

1055	20AF	JRNZ, BR1	BOUCLE AFFICHAGE
1057	DD360400	LD (IX + 4), OOH	HL = 0
105B	DD3405	INC (IX + 5)	INCREMENTATION H10
105E	C30610	JP, BR1	BOUCLE AFFICHAGE
1061	3E04	BR3 : LDA, 04H	
1063	DD3E04	CP (IX + 4)	TEST H10 = 04
1066	209E	JRNZ, BR1	BOUCLE AFFICHAGE
1068	DD360400	LD (IX + 4), OOH	HL = 0
106C	DD360500	LD (IX + 5), OOH	H10 = 0
1070	C30610	JP, BR1	

#### ROUTINE AFFICHAGE

1073	0EFE	LDC, FEH	
1075	211012	LDHL, 1210H	INITIALISATION POINTEUR
1078	5E	BR5 : LDE, (HL)	
1079	1612	LDD, 12	(DE) = MOT DE CONTROLE
107B	79	LDA, C	
107C	D348	OUT (48H), A	DIGIT ACTIF
107E	1A	LDA, (DE)	
107F	D34C	OUT (4CH), A	SEGMENTS ACTIFS
1081	3E4B	LDA, 4BH	DELAI D'AFFICHAGE
1083	3D	BR4 : DECA	
1084	20FD	JRNZ, BR4	
1086	D34C	OUT (4CH), A	SEGMENTS ETEINTS
1088	23	INC HL	DIGIT SUIVANT
1089	CB01	RLC, C	
108B	CB71	BIT6, C	TEST FIN AFFICHAGE
108D	20E9	JRNZ, BR5	
108F	C9	RET	RETOUR AU PROGRAMME

MEMOIRE TAMPON

1200	3F	Mots de contrôle pour l'affi-
1201	06	chage des digits 0 à 9.
1202	5B	
1203	4F	
1204	6C	
1205	6D	
1206	7D	
1207	07	
1208	7F	
1209	6F	
1210	SEC 1	Heure Courante
1211	SEC 10	
1212	MIN 1	
1213	MIN 10	
1214	HL	
1215	HL0	

ANNEXE I

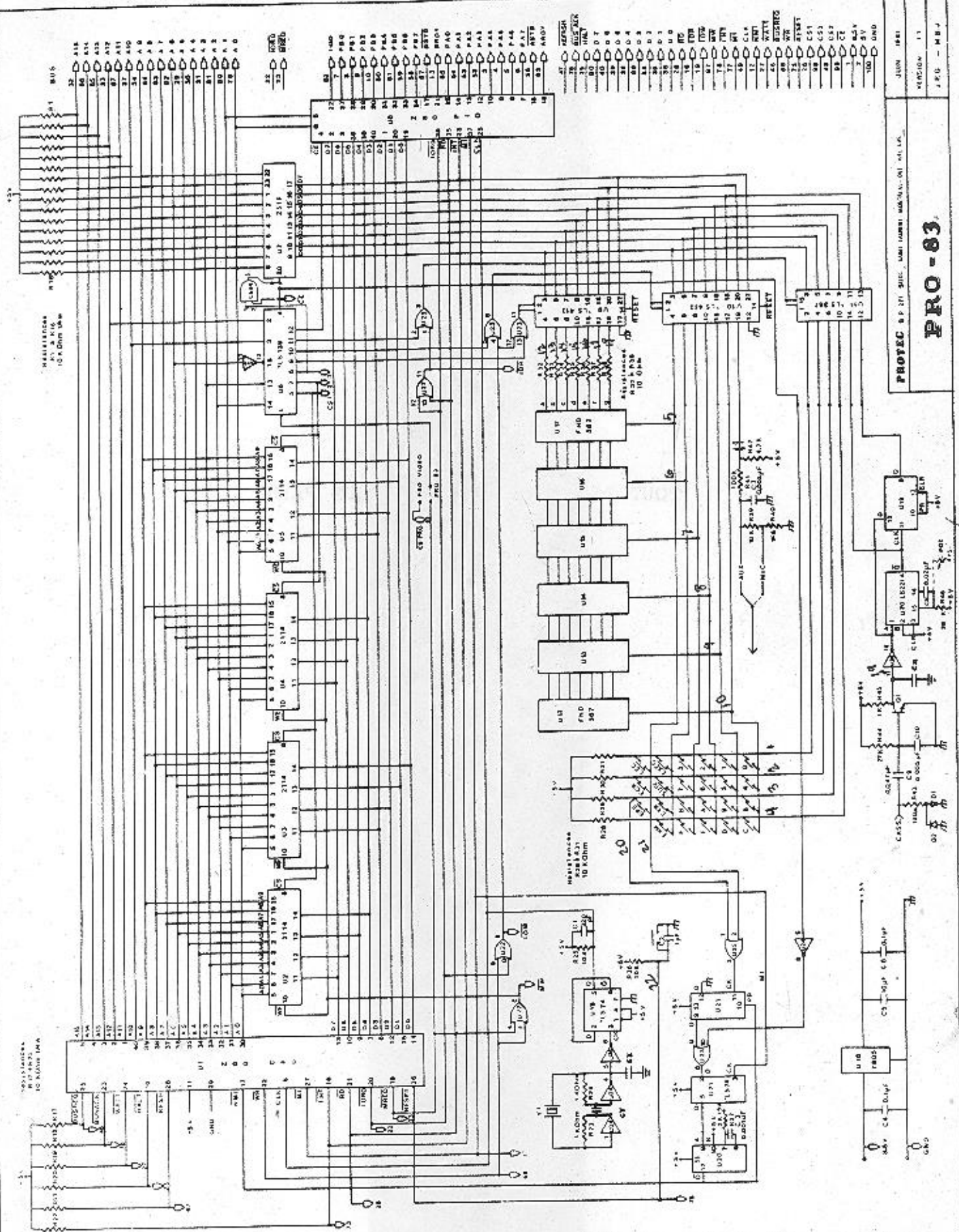
SCHEMA DU PRO-83

TOUT DROIT RESERVE POUR TOUT PAYS

© 1981 PROTEC

2716  
Pin connect  
19 -7 A10  
21 -7 Vcc  
18 -7 GND





ANNEXE II

MONITEUR PRO-83

TOUT DROIT RESERVE PUR TOUT PAYS

© 1981 PROTEC

MONITEUR PRO-83, TOUT DROIT RESERVE © 1981 PROTEC

CARTOGRAPHIE DE LA MEMOIRE RAM

1386		
-		POINTEUR DE PILE (UTILISATEUR)
13A0		
13A1		
-		POINTEUR DE PILE (MONITEUR)
13BA		
13BB		
13BE		
13C1	RST24	ADRESSES D'AIGUILLAGE DES
13C4	RST32	INSTRUCTIONS "RESTART" 8 A 56
13C7	RST40	
13CA	RST48	
13CD	RST56	
13D0	RTD1	
13D1	RTD2	
13D2	RTD3	REGISTRES TAMPON POUR DIGITS D'AFFICHAGE
13D3	RTD4	CONTIENNENT LES VALEURS EN HEX. DES DIGITS
13D4	RTD5	CORRESPONDANTS
13D5	RTD6	
13DC	OCARIN	OCTET INFERIEUR, DERNIERE ADRESSE PROGRAMME A ENREG.
13DD	OCASU	OCTET DE PLUS FORT POIDS, " " "
13DE	TOUCOU	TOUCHE COURANTE
13DF	REGRANG	REGISTRE RANGEE
13E0	POINDIG	POINTEUR DIGIT
13E1	MTD1	
13E2	MTD2	
13E3	MTD3	MEMOIRES TAMPON POUR DIGITS D'AFFICHAGE
13E4	MTD4	CONTIENNENT LES MOTS DE CONTROLE DES SEGMENTS
13E5	MTD5	
13E6	MTD6	
13E7	POINREG	POINTEUR REGISTRE

MONITEUR PRO-83, TOUT DROIT RESERVE © 1981 PROTEC

13E8	RIMPPH	REGISTRE IMAGE POINTEUR DE PILE "HAUT"
13E9	RIMCOH	REGITRE IMAGE COMPTEUR ORDINAL "HAUT"
13EA	RIMIXH	REGITRE IMAGE IX "HAUT"
13EB	RIMIYH	REGISTRE IMAGE IY "HAUT"
13EC	RIML	REGISTRE IMAGE L
13ED	RIMH	REGISTRE IMAGE H
13EE	RIMA	REGISTRE IMAGE A
13EF	RIMB	REGISTRE IMAGE B
13F0	RIMC	REGISTRE IMAGE C
13F1	RIMD	REGISTRE IMAGE D
13F2	RIME	REGISTRE IMAGE E
13F3	RIMF	REGISTRE IMAGE F
13F4	RIMPPB	REGISTRE IMAGE POINTEUR DE PILES "BAS"
13F5	RIMCOB	REGISTRE IMAGE COMPTEUR ORDINAL "BAS"
13F6	RIMIXB	REGISTRE IMAGE IX "BAS"
13F7	RIMIYB	REGISTRE IMAGE IY "BAS"
13F8	RIML'	REGISTRE IMAGE L'
13F9	RIMH'	REGISTRE IMAGE H'
13FA	RIMA'	REGISTRE IMAGE A'
13FB	RIMB'	REGISTRE IMAGE B'
13BC	RIMC'	REGISTRE IMAGE C'
13FD	RIMD'	REGISTRE IMAGE D'
13FE	RIME'	REGISTRE IMAGE E'
13FF	RIMF'	REGISTRE IMAGE F'



MONITEUR PRO-83, TOUT DROIT RESERVE © 1981 PROTEC

\*\* INITIALISATION \*\*

0000	31BA13	LD SP,13BA	POITEUR DE PILES MONITEUR=13BA
0003	21D013	LD HL,RTD1	
0006	1803	JR BRO	HL POINTE REGISTRE TAM.1ER DIGIT
0008	C3E00	JP EXM	SAUT EXM
000B	0630	BRO: LD B,30	
000D	00	NOP	
000E	1803	JR BR1	
0010	C3A202	JP EPE	SAUT EPE
0013	3E00	BR1: LD A,00	
0015	77	BR2: LD(HL),A	ADRESSE POINTEE PAR HL MISE A 0
0016	1803	JR BR3	
0018	C3C113	JP RST 24	SAUT ADRESSE RAM RST24
001B	23	BR3: INC HL	ADRESSE SUIVANTE
001C	10F7	DJNZ,BR2	BOUCLE
001E	1803	JR BR4	
0020	C3C413	JP RST 32	SAUT ADRESSE RAM RST 32
0023	3E13	BR4: LD A,13	
0025	00	NOP	
0026	1803	JR BR5	
0028	C3C713	JP RST 40	SAUT ADRESSE RAM RST40
002B	32E813	BR5: LD(RIMPPH),A	REGISTRE IMAGE PPH=13
002E	1803	JR BR6	
0030	C3CA13	JP RST48	SAUT ADRESSE RAM RST48
0033	3EA0	BR6: LD A,A0	
0035	00	NOP	
0036	1803	JR BR7	
0038	C3CD13	JP RST56	SAUT ADRESSE RAM 56
003B	32F413	BR7: LD(RIMPPB),A	PPB=A0;FIN INITIALISATION

\*\* EXM \*\*

EXAMEN ET CHANGEMENT DU CONTENU DES ADRESSES MEMOIRES

003E	CD7600	EXM: CALL MTBL	LES SIX MEMOIRES TAMPON MISES A 0
0041	3E54	LD A,54	MTDc= " <input type="checkbox"/> "



MONITEUR PRO-83, TOUT DROIT RESERVE © 1981 PROTEC

0043	32E613	LD(MTD6),A	
0046	06DF	LD B,DF	POINTEUR DIGIT=D6
0048	0E00	LD C,00	MODE ADRESSE =00
004A	51	LD D,C	FLAG ADRESSE =00
004B	59	LD E,C	MODE SUIVANT =00
004C	CD8700	EXM1: CALL LECDEC	LECTURE ET DECODAGE CLAVIER
004F	79	LD A,C	
0050	C600	CP A,00	TEST MODE ADRESSE =00
0052	200E	JRNZ,BR8	SAUT MODE ADRESSE =01
0054	CB50	BIT 2,B	TEST POINTEUR DIGIT=DIG.3
0056	2002	JRNZ,02	
0058	1601	LD D,01	FLAG ADRESSE=01
005A	CB48	BIT 1,B	TEST POINTEUR DIGIT=DIG.2
005C	2002	JRNZ,02	
005E	06DF	LD B,DF	POINTEUR DIGIT=DIG.6
0060	180B	JR BR9	
0062	CB78	BR8: BIT 7,B	TEST DEUX DIGITS DONNEES AFFICHES
0064	1803	JR BR10	
0066	C3A202	JP EPE	SAUT ROUTINE ETAPE PAR ETAPE
0069	2002	BR10: JRNZ,BR9	
006B	06FD	LD B,FD	POINTEUR DIGIT=DIG.2
006D	3E00	BR9: LD A,00	
006F	CD 3D01	CALL CHART	TOUCHE ACTIONNEE DANS RT ET MT
0072	CB08	RRC B	DIGIT SUIVANT
0074	18D6	JR EXM1	SAUT LECTURE DECODAGE

\*\* MTBL \*\*

LE CONTENU DES MEMOIRES TAMPON EST MIS A ZERO

0076	F5	MTBL: PUSH A	SAUVEGARDE REGISTRES
0077	E5	PUSH H	
0078	0606	LD B,06	
007A	3E00	LD A,00	
007C	21E613	LD HL,MTD6	INITIALISATION POINTEUR M.T.

MONITEUR PRO-83, TOUT DROIT RESERVE © 1981 PROTEC

007F	77	BR11: LD (HL),A	MEMOIRE TAMPON =00
0080	2D	DEC L	M.T. SUIVANTE
0081	05	DEC B	
0082	20FB	JRNZ,BR11	TEST FIN MISE A ZERO
0084	E1	POP H	RECUPERATION REGISTRES
0085	F1	POP A	
0086	C9	RET	

\*\* LECDEC \*\*

# LECTURE ET DECODAGE DU CLAVIER

0087	C5	LECDEC: PUSH B	SAUVEGARDE REGITRES UTILISES
0088	E5	PUSH H	
0089	21E613	BR12: LD HL,MTD6	INITIALISATION POINTEUR MT
008C	3EDF	LD A,DF	
008E	32E013	BR13: LD(POINDIG),A	INITIALISATION POINTEUR DIGIT
0091	0E00	LD C,00	FLAG CLEE=0(NON ACTIONNEE)
0093	D348	OUT(DIG),A	ACTIVER DIGIT
0095	DB44	BR14: IN(CLAV),A	LECTURE COLONNE
0097	00	NOP	
0098	E60F	AND OF	BITS 4A7 MASQUES
009A	CB41	BIT 0,C	TEST FLAG CLEE=1
009C	2003	JRNZ,BR15	
009E	32DF13	LD(REGRANG),A	TRANSFERT AU REGISTRE RANGEE
00A1	FE0F	BR15: CP A,OF	TEST CLEE ACTIONNEE
00A3	280B	JRZ,BR16	
00A5	0E01	LD C,01	FLAG CLEE =1
00A7	0620	LD B,20	
00A9	CD3301	BR18: CALL DEL	DELAI ANTIREBONDISSEMENT
00AC	10 FB	DJNZ,BR18	
00AE	18E5	JR BR14	SAUT VERIFICATION SI CLEE ENCORE
00B0	CB41	BR16: BIT 0,C	ACTIONNEE
00B2	2015	JRNZ,BR17	SAUT DECODAGE
00B4	7E	LD A,(HL)	AFFICHAGE DIGIT COURANT
00B5	D34C	OUT(SEG),A	

MONITEUR PRO-83, TOUT DROIT RESERVE © 1981 PROTEC

00B7	CD3301	CALL DEL	DELAI AFFICHAGE
00BA	3E00	LD A,00	EXTINCTION
00BC	D34C	OUT(SEG),A	
00BE	2D	DEC L	MEMOIRE TAMPON SUIVANTE
00BF	3AE013	LD A,(POINDIG)	
00C2	CB47	BIT 0,A	TEST FIN AFFICHAGE
00C4	28C3	JRZ,BR12	
00C6	0F	RRCA	DIGIT SUIVANT
00C7	18C5	JR BR13	SAUT BALAYAGE
00C9	E1	BR17: POP H	RECUPERATION REGISTRES
00CA	C1	POP B	
00CB	33	INC SP	
00CC	33	INC SP	
00CD	3AE013	LD A,(POINDIG)	
00D0	CB47	BIT 0,A	TEST POINTEUR DIGIT=DIG.1
00D2	2012	JRNZ ,BR20	
00D4	3ADF13	LD A,(REGRANG)	
00D7	CB47	BIT 0,A	TEST POINTEUR RANGE= RANG.1
00D9	2003	JRNZ,BR19	
00DE	C38303	JP LEC	SAUT LECTURE CASSETTE
00DE	CB4F	BR19: BIT 1,A	TEST DEUXIEME RANGE
00E0	C25402	JPNZ,EXEC	SAUT ETAPE PAR ETAPE
00E3	C31303	JP ENR	SAUT ENREGISTREMENT SUR CASSETTE
00E6	CB4F	BR20: BIT 1,A	TEST DEUXIEME COLONNE
00E8	2019	JRNZ,BR23	
00EA	3ADF13	LD A,(REGRANG)	
00ED	CB47	BIT 0,A	TEST PREMIERE RANGE
00EF	2003	JRNZ,BR21	
00F1	C35402	JP EXEC	SAUT ROUTINE EXECUTION
00F4	CB4F	BR21: BIT 1,A	TEST DEUXIEME RANGE
00F6	2003	JRNZ ,BR22	
00F8	C37401	JP SUIV	SAUT ROUTINE "SUIVANT"
00FB	CB57	BR22: BIT 2,A	TEST TROISIEME RANGE
00FD	C23E00	JPNZ,EXM	SAUT EXAMEN MEMOIRE
0100	C3D001	JP EXER	SAUT EXAMEN REGISTRES

MONITEUR PRO-83, TOUT DROIT RESERVE © 1981 PROTEC.

0103	3B	BR23:	DEC SP	
0104	3B		DEC SP	
0105	C5		PUSH B	
0106	CD2401		CALL CONV	A=POIDS DU ZERO DANS POINDIG
0109	CB07		RLC A	
010B	CB07		RLC A	MULTIPLICATION PAR 4
010D	F5		PUSH A	
010E	3ADF13		LD A,(REGRANG)	
0111	CD2401		CALL CONV	A=POIDS DU ZERO DANS REGRANG
0114	47		LD B,A	
0115	F1		POP A	
0116	80		ADDA,B	FORMATION POINTEUR
0117	C6D8		ADD A,D8	
0119	E5		PUSH H	
011A	6F		LD L,A	
011B	2603		LD H,03	
011D	7E		LD A,(HL)	TRANSCODAGE
011E	E1		POP H	
011F	32DE13		LD(TOUCOU),A	TRANSFERT DANS TOUCOU
0122	C1		POP B	
0123	C9		RET	
0124	C5	CONV:	PUSH B	AU RETOUR LE REGISTRE A CONTIENT
0125	47		LD B,A	UN NOMBRE BINAIRE REPRESENTANT LA
0126	3E00		LD A,00	POSITION DU ZERO DANS L'OCTET CON-
0128	CB40	BR24:	BIT 0,B	TENU DANS POINDIG
012A	2002		JRNZ,BR25	
012C	C1		POP B	
012D	C9		RET	
012E	CB08	BR25:	RRC B	
0130	3C		INC A	
0131	18F5		JR BR24	
** DEL **				
ROUTINE DELAI				
0133	C5	DEL:	PUSH B	
0134	06F8		LD B,F8	

MONITEUR PRO-83TOUT DROIT RESERVE © 1981 PROTEC

0136	10FE	DJNZ,FE
0138	05	DEC B
0139	10FE	DJNZ,FE
013B	C1	POP B
013C	C9	RET

\*\* CHART \*\*

LE CONTENU DE LA TOUCHE COURANTE EST TRANSCODE PUIS  
TRANSFERE A LA MEMOIRE TAMPON CORRESPONDANTE

013D	D5	CHART: PUSH D	SAUVEGARDE REGISTRES
013E	E5	PUSH H	
013F	F5	PUSH A	
0140	21D013	BR26: LD HL,RTD1	INITIALISATION POINTEUR R.T.
0143	78	LD A,B	
0144	CD2401	CALL CONV	
0147	85	ADD A,L	
0148	6F	LD L,A	FORMATION NOUVEAU POINTEUR
0149	3ADE13	LD A,(TOUCOU)	
014C	E60F	AND OF	MASQUE DEMI MOT DE PLUS FORT POIDS
014E	77	LD(HL),A	TRANSFERT TOUCHE COURANTE DS R.T.
014F	C6FO	ADD A,FO	FORMATION POINTEUR CODE SEGMENTS
0151	5F	LD E,A	
0152	1603	LD D,03	
0154	3E11	LD A,11	FORMATION POINTEUR MEMOIRE TAMPON
0156	85	ADD A,L	
0157	6F	LD L,A	
0158	1A	LD A,(DE)	
0159	77	LD (HL),A	TRANSFERT CODE SEG. DS MEMOIRE TAM.
015A	F1	POP A	
015B	FE00	CP A,00	TEST AFFICHAGE 10U 2 DIGITS
015D	2812	JRZ,BR27	
015F	3D	DEC A	
0160	F5	PUSH A	
0161	3ADE13	LD A,(TOUCOU)	



MONITEUR PRO-83, TOUT DROIT RESERVE © 1981 PROTEC

0164	E6F0	AND FO	MASQUE DEMI MOT DE PLUS FAIBLE PDS
0166	0F	RRC A	
0167	0F	RRC A	
0168	0F	RRC A	
0169	0F	RRC A	
016A	32DE13	LD(TOUCOU),A	TRANSFERT DANS TOUCHE COURANTE
016D	CB00	RLC B	DIGIT SUIVANT
016F	18CF	JP BR26	
0171	E1	BR27: POP H	RECUPERATION REGISTRES
0172	D1	POP D	
0173	C9	RET	

\*\* SUIV \*\*

AFFICHAGE ET CHANGEMENT DU CONTENU DES ADRESSES MEMOIRE

0174	CB43	SUIV: BIT 0,E	TEST MODE EXR
0176	C20202	JPNZ,SUIV1	
0179	CB42	BIT 0,D	TEST TOUT LES DIGITS ADR. AFFICHES
017B	CA4C00	JPZ,EXM1	
017E	DD21D413	LD IX,RTD5	INITIALISATION POINTEUR RTD.
0182	CDC101	CALL LECDON	LECTURE RTD5 RTD 6
0185	67	LD H,A	TRANSFERT DANS H
0186	DD21D213	LD IX,RTD3	
018A	CDC101	CALL LECDON	LECTURE RTD3,RTD4
018D	6F	LD L,A	TRANSFERT DANS L
018E	06FE	LD B,FE	INITIALISATION POINTEUR DIGIT
0190	CB41	BIT 0,C	TEST MODE ADRESSE
0192	281F	JRZ,BR30	
0194	DD21D013	LD IX,RTD1	
0198	CDC101	CALL LECDON	LECTURE RTD1 , RTD2
019B	77	LD(HL),A	TRANS. DONNEE DS ADRESSE COURANTE
019C	23	INC HL	ADRESSE SUIVANTE
019D	06FB	LD B,FB	POINTEUR DIGIT = DIG.3
019F	7D	LD A,L	TRANSFERT OCTET D'ADR. DS TOUCHE C.
01A0	32DE13	BR28: LD(TOUCOU),A	
01A3	3E01	LD A,01	

MONITEUR PRO-83, TOUT DROIT RESERVE © 1981 PROTEC

01A5	CD3D01	CALL CHART	OCTET D'ADRESSE DANS RT ET MT
01A8	CB00	RLC B	
01AA	CB70	BIT 6,B	TEST FIN AFFICHAGE ADRESSE
01AC	2803	JRZ,BR29	
01AE	7C	LD A,H	TRANSFERT OCTET DE PLUS FORT PDS
01AF	18EF	JR BR28	
01B1	06FE	BR29: LD B,FE	POINTEUR DIGIT = DIG.1
01B3	7E	BR30: LD A,(HL)	
01B4	32DE13	LD(TOUCOU),A	TRANSFERT CONTENU D'ADRESSE DANS
01B7	3E01	LD A,01	REGISTRE DE DONNEES
01B9	CD3D01	CALL CHART	
01BC	0E01	LD C,01	INITIALISATION MODE DONNEE
01BE	C34C00	JP EXM1	

\*\* LECDON \*\*

FORMATION D'UN SEUL OCTET TRANSFERE DANS L'ACCUMULATEUR

01C1	E5	LECDON: PUSH H	
01C2	DD7E01	LD A,(IX+01)	LECTURE PREMIER DEMI-MOT
01C5	0F	RRC A	
01C6	0F	RRC A	DECALAGE A DROITE
01C7	0F	RRC A	
01C8	0F	RRC A	
01C9	67	LD H,A	
01CA	DD7E00	LD A,(IX+00)	LECTURE DEUXIEME DEMI-MOT
01CD	B4	OR H	FORMATION OCTET
01CE	E1	POP H	
01CF	C9	RET	

\*\* EXR \*\*

LECTURE ET CHANGEMENT DU CONTENU DES REGISTRES

01D0	CD7600	EXR: CALL MTBL	LES SIX MEMOIRES TAMPON A ZERO
01D3	3E50	LD A,50	
01D5	32E613	LD(MTD6),A	MEMOIRE TAMPON 6 = r

MONITEUR PRO-83, TOUT DROIT RESERVE © 1981 PROTEC .

01D8	06DF	LD B,DF	POINTEUR DIGIT=DIG.6
01DA	1E01	LD E,01	MODE SUIVANT = 1
01DC	0E00	LD C,00	MODE REGISTRE A ZERO
01DE	1655	LD D,55	INITIALISATION POINTEUR ALTERNE
01E0	CD8700	BR31: CALL LECDEC	LECTURE DECODAGE
01E3	CB41	BIT 0,C	TEST MODE REGISTRE
01E5	280A	JRZ,BR32	
01E7	CB08	RRC B	REGISTRE SUIVANT
01E9	CB78	BIT 7,B	TEST 2 DIGITS DE DONNEE AFFICHES
01EB	2002	JRNZ,02	
01ED	06FD	LD B,FD	REINITIALISATION POINTEUR DIGIT
01EF	180A	JR BR33	
01F1	3ADF13	BR32: LD A,(REGRANG)	
01F4	FE0E	CP A,0E	TEST REGISTRE ACTIONNE
01F6	28E8	JRZ,BR31	REGISTRE INEXISTANT:RETOUR BALAYAGE
01F8	32E713	LD(POINREG),A	REGISTRE ACTIONNE DS POINTEUR REG.
01FB	3E00	BR33: LD A,00	
01FD	CD3D01	CALL CHART	REGISTRE ACTIONNE DANS RT ET MT
0200	18DE	JR BR31	

\*\* SUIV I \*\*

AFFICHAGE ET CHANGEMENT DU CONTENU DES REGISTRES

0202	3AE613	SUIV1: LD A,(MTD6)	
0205	FE50	CP A,50	TEST REGISTRE AFFICHE
0207	CAE001	JPZ,BR31	
020A	CB41	BIT 0,C	TEST MODE REGISTRE =0
020C	2827	JRZ,BR36	
020E	DD21D013	LD IX,RTD1	INITIALISATION POITEUR REGISTRE
0212	CDC101	CALL LECDON	LECTURE DONNEE
0215	77	LD(HL),A	TRANSFERT DON. DS REGISTRE IMAGE
0216	CB02	RLC D	
0218	CB42	BIT 0,D	
021A	2806	JRZ,BR34	TEST REGISTRE ALTERNE
021C	7D	LD A,L	
021D	D60C	SUB A,0C	FORMATION POINTEUR REGISTRES

021F	6F	LD L,A	
0220	181B	JR BR37	
0222	3E0C	BR34: LD A,0C	FORMATION POINTEUR REGISTRE ALT.
0224	85	ADD A,L	
0225	6F	LD L,A	
0226	3AE713	LD A,(POINREG)	TEST REGITRE 16 BITS
0229	CB4F	BIT 1,A	
022B	2804	JRZ,BR35	
022D	3E77	LD A,77	TRANSFERT "A" TROISIEME DIGIT
022F	180E	JR BR38	
0231	3E40	BR35: LD A,40	TRANSFERT "-" TROISIEME DIGIT
0233	180A	JR BR38	
0235	3ADE13	BR36: LD A,(TOUCOU)	FORMATION POINT EUR REGIS.IMAGE
0238	C6E4	ADD A,E4	
023A	6F	LD L,A	
023B	2613	LD H,13	
023D	3E00	BR37: LD A,00	TRANSFERT "BLANC" TROISIEME DIGIT
023F	32E313	BR38: LD(MTD3),A	
0242	06FE	LD B,FE	POINTEUR DIGIT = DIG.1
0244	7E	LD A,(HL)	
0245	32DE13	LD(TOUCOU),A	REGISTRE IMAGE DANS TOUCHE COURANTE
0248	3E01	LD A,01	
024A	CD3D01	CALL CHART	TRANSFERT REGISTRE IMAGE DANS MT
024D	CB08	RRC B	DIGIT SUIVANT
024F	0E01	LD C,01	INITIALISATION MODE REGISTRE=1
0251	C3E001	JP BR31	

\*\* EXEC \*\*

# EXECUTION D'UN PROGRAMME

0254	0604	EXEC: LD B,04	
0256	DD21E813	LD IX,RIMPPH	INITIALISATION IX
025A	DD6600	BR39: LD H,(IX+00)	REGISTRES IMAGE DANS HL
025D	DD6E0C	LD L,(IX+0C)	
0260	CB50	BIT 2,B	
0262	2803	JRZ,BR40	
0264	F9	LD SP,HL	TRANSFERT POINTEUR DE PILES USAGER
0265	1801	JR BR41	

MONITEUR PRO-83, TOUT DROIT RESERVE © 1981 PROTEC

0267	E5	BR40: PUSH H	SAUVEGARDE REGISTRE IMAGE 16BITS
0268	DD23	BR41: INC IX	REGISTRE IMAGE SUIVANT
026A	10EE	DJNZ, BR39	BOUCLE
026C	DD6601	BR42: LD H, (IX+01)	RIMH DANS H
026F	DD6E00	LD L, (IX+00)	RIML DANS L
0272	E5	PUSH H	SAUVEGARDE HL
0273	DD6602	LD H, (IX+02)	RIM A DANS H
0276	DD6E07	LD L, (IX+07)	RIM F DANS L
0279	E5	PUSH H	SAUVEGARDE AF
027A	DD6603	LD H, (IX+03)	
027D	DD6E04	LD L, (IX+04)	
0280	E5	PUSH H	SAUVEGARDE BC
0281	DD6605	LD H, (IX+05)	
0284	DD6E06	LD L, (IX+06)	
0287	E5	PUSH H	SAUVEGARDE DE
0288	04	INC B	
0289	CB48	BIT 1, B	TEST SAUVEGARDE REGITRES TERMINEE
028B	2006	JRNZ, BR43	
028D	DD21F813	LD IX, RIML	
0291	18D9	JR BR42	
0293	D1	BR43: POP D	RECUPERATION REGISTRES ALTERNES
0294	C1	POP B	
0295	F1	POP A	
0296	E1	POP H	
0297	08	EX AF, AF	
0298	D9	EXX	
0299	D1	POP D	RECUPERATION REGITRES ORDINAIRES
029A	C1	POP B	
029B	F1	POP A	
029C	E1	POP H	
029D	FDE1	POP IY	
029F	DDE1	POP IX	
02A1	C9	RET	RECUPERATION COMPTEUR ORDINAL



MONITEUR PRO-83, TOUT DROIT RESERVE © 1981 PROTEC

\*\* EPE \*\*

EXECUTION ETAPE PAR ETAPE

02A2	22EC13	EPE: LD (RIML),HL	H ET L DANS LEUR REGISTRE IMAGE
02A5	21EE13	LD HL,RIMA	
02A8	77	BR44: LD(HL),A	ACCUMULATEUR DANS REGISTRE IMAGE
02A9	23	INC HL	
02AA	70	LD(HL),B	B DANS SON REGISTRE IMAGE
02AB	23	INC HL	
02AC	71	LD(HL),C	C DANS SON REGISTRE IMAGE
02AD	23	INC HL	
02AE	72	LD(HL),D	D DANS SON REGISTRE IMAGE
02AF	23	INC HL	
02B0	73	LD(HL),E	E DANS SON REGISTRE IMAGE
02B1	23	INC HL	
02B2	F5	PUSH A	
02B3	D1	POP D	
02B4	73	LD(HL),E	F DANS SON REGISTRE IMAGE
02B5	7D	LD A,L	
02B6	FEF3	CP A,F3	TEST FIN TRANSFERT REG. 8BITS
02B8	200A	JRNZ,BR45	SAUT FIN TRANSFERT REG. 8BITS
02BA	08	EX AF,AF'	
02BB	D9	EXX	REGISTRES ALTERNES
02BC	22F813	LD(RIML'),HL	H'L' DANS REGISTRE IMAGE
02BF	21FA13	LD HL,RIMA'	H'L' POINTENT REGISTRE IMAGE DE A'
02C2	18E4	JR BR44	BOUCLE TRANSFERT REGISTRES ALTERNES
02C4	FDE5	BR45: PUSH IY	SAUVEGARDE IY
02C6	FD21E813	LD IY,RIMPPH	IY POINTE REGISTRE IMAGE PPH
02CA	E1	POP H	TRANSFERT IY DANS HL
02CB	FD7403	LD(IY+03),L	IY "H" DANS SON REGISTRE IMAGE
02CE	FD750F	LD(IY+0F),L	IY "B" DANS SON REGISTRE IMAGE
02D1	DDE5	PUSH IX	
02D3	E1	POP H	TRANSFERT IX DANS HL
02D4	FD7402	LD(IY+02),H	IX DANS SON REGISTRE IMAGE
02D7	FD750E	LD(IY+0E),L	

MONITEUR PRO-83, TOUT DROIT RESERVE © 1981 PROTEC

02DA	E1	POP H	TRANSFERT COMPT. ORD. DANS HL
02DB	FD7401	LD(IY+01),H	
02DE	FD750D	LD(IY+0D),L	TRANSFERT CO DANS REGISTRE IMA.
02E1	210000	LD HL,0000	
02E4	39	ADD HL,SP	TRANSFERT PP DANS HL
02E5	FD7400	LD(IY+00),H	POINTEUR DE PILES DS REG. IMAGE
02E8	FD750C	LD(IY+0C),L	
02EB	08	EX AF,AF'	
02EC	D9	EXX	ECHANGE REGISTRES
02ED	06FE	LD B,FE	POINTEUR DIGIT = DIG.1
02EF	3AEE13	LD A,(RIMA)	REGISTRE IMAGE A DANS A
02F2	32DE13	BR46: LD(TOUCOU),A	
02F5	3E01	LD A,01	MODE TRANSFERT DEUX DIGITS
02F7	CD3D01	CALL CHART	TRANSFERT A DANS RT ET MT
02FA	CB00	RLC B	DIGIT SUIVANT
02FC	CB50	BIT 2,B	TEST CO"B" CHARGE
02FE	2005	JRNZ,BR47	
0300	3AF513	LD A,(RIMCOB)	CO "B" DANS A
0303	18ED	JR BR46	
0305	CB60	BR47: BIT 4,B	
0307	2005	JRNZ,BR48	TEST CO"H" CHARGE
0309	3AE913	LD A,(RIMCOH)	
030C	18E4	JR BR46	CO"H" DANS A
030E	CD8700	BR48: CALL LECDEC	LECTURE DECODAGE
0311	18FB	JR BR48	

\*\* ENR \*\*

# ENREGISTREMENT SUR CASSETTE

0313	1E00	ENR: LD E,00	VERIFICATEUR DE SOMME =0
0315	06FF	LD B,FF	INITIALISATION COMPTEUR POUR
0317	AF	BR49: AOF A	TRANSMISSION DE ZEROS
0318	CD4A03	CALL TRANSM	
031B	10F9	DJNZ,BR49	TEST FIN TRANSMISSION DE "0"
031D	2ADC13	LD HL,(OCARIN)	ENREGISTREMENT DERNIERE ADRESSE
			DU PROGRAMME

MONITEUR PRO-83, TOUT DROIT RESERVE © 1981 PROTEC

0320	7C	LD A,H	
0321	CD4A03	CALL TRANSM	
0324	7D	LD A,L	
0325	CD4A03	CALL TRANSM	
0328	23	INC HL	
0329	010010	LD BC,1000	INITIALISATION ADRESSE DEPART
032C	E5	BR50: PUSH H	
032E	ED42	SBC HL,BC	
0330	E1	POP H	
0331	2807	JRZ,BR51	TEST FIN DU PROGRAMME
0333	0A	LD A,(BC)	ENREGISTREMENT OCTET
0334	CD4A03	CALL TRANSM	
0337	03	INC BC	
0338	18F2	JR BR50	
033A	7B	BR51: LD A,E	ENREGISTREMENT VERIFICATEUR DE
033B	CD4A03	CALL TRANSM	SOMME
033E	0680	LD B,80	
0340	3E00	BR52: LD A,00	
0342	CD4A03	CALL TRANSM	ENREGISTREMENT DE ZEROS PENDANT
0345	10F9	DJNZ,BR52	5 SEC. ENVIRON
0347	C33E00	JP EXM	

\*\* TRANSM \*\*

TESTE LES BITS A ENREGISTRER, FORME LE PROTOCOLE: 0=octet=0

034A	C5	PUSH B	
034B	0609	LD B,09	INITIALISATION POINTEUR BITS
034D	1600	BR53: LD D,00	BIT A ENREGISTRER=0
034F	CD6803	BR54: CALL GENFREQ	ENREGISTREMENT BIT DE DEPART
0352	1007	DJNZ,BR55	ET BITS SUIVANTS
0354	1600	LD D,00	
0356	CD6803	CALL GENFREQ	ENREGISTREMENT BIT D'ARRET
0359	C1	POP B	
035A	C9	RET	RETOUR
035B	CB7F	BR55: BIT 7,A	TEST BIT "0" ou "1"
035D	2806	JRZ,BR56	

035F	1C	INC E	INCREMENTATION VERIF. SOMME
0360	1601	LD D,01	BIT A ENREGISTRER =1
0362	07	RLC A	BIT SUIVANT
0363	18EA	JR BR54	SAUT ENREGISTREMENT "1"
0365	07	BR56: RLC A	
0366	18E5	JR BR53	SAUT ENREGISTREMENT "0"

\*\* GENFREQ \*\*

GENERE LES FREQUENCES 1200Hz POUR LES "0" ET 2400Hz POUR LES "1"

0368	F5	GENFREQ: PUSH A	SAUVEGARDE REGISTRES
0369	C5	PUSH B	
036A	CB42	BIT 0,D	TEST BIT A ENREGISTRER
036C	2804	JRZ,BR57	SAUT BIT ="0"
036E	3EAA	LD A,AA	BIT ="1"
0370	1802	JR BR58	
0372	3E99	BR57: LD A,99	
0374	0610	BR58: LD B,10	
0376	D348	BR59: OUT(48),A	ENREGISTREMENT
0378	0E18	LD C,18	DELAI 1/2 PERIODE (A2400Hz)
037A	0D	BR60: DEC C	
037B	20FD	JRNZ,BR60	
037D	07	RLC A	1/2 PERIODE SUIVANTE
037E	10F6	DJNZ,BR59	SAUT ENREGISTREMENT
0380	C1	POP B	RECUPERATION REGISTRES
0381	F1	POP A	
0382	C9	RET	

\*\* L E C \*\*

LECTURE D'UN PROGRAMME

0383	1E00	LEC: LD E,00	INITIALISATION VERIF. DE SOMME
0385	010010	LD BC,1000	INITIALISATION ADRESSE DEPART
0388	1601	LD D, 01	LECTURE ET RECONSTITUTION
			DERNIERE ADRESSE DU PROGRAMME



MONITEUR PRO-83, TOUT DROIT RESERVE © 1981 PROTEC

038A	CDAC03	CALL LECFOR	
038D	67	LD H,A	
038E	CDAC03	CALL LECFOR	
0391	6F	LD L,A	
0392	23	INC HL	
0393	CDAC03	BR61: CALL LECFOR	LECTURE ET RECONSTITUTION PROGRAMME
0396	02	LD(BC),A	
0397	03	INC BC	
0398	E5	PUSH H	
039A	ED42	SBC HL,BC	
039C	E1	POP H	
039D	20F4	JRNZ,BR61	TEST FIN PROGRAMME
039F	D5	PUSH DE	
03A0	CDAC03	CALL LECFOR	LECTURE RECONSTITUTION VERIFI
03A3	D1	POP DE	CATEUR DE SOMME
03A4	EB	CP A,E	
03A5	CA3E00	JP Z,EXM	LECTURE CORRECTE
03A8	C3D001	JP EXR	ERREUR
03AB	FF		
		** LECFOR **	
		LECTURE ET RECONSTITUTION D'OCTETS	
03AC	C5	LECFOR: PUSH B	
03AD	0609	LD B,09	INITIALISATION POITEUR BITS
03AF	0E00	LD C,00	INITIALISATION OCTET
03B1	DB44	BR63: IN A,(44)	LECTURE
03B3	CB6F	BIT 5,A	TEST DE SYNCHRONISATION
03B5	28FA	JRZ,BR63	
03B7	CD3301	CALL DEL	DELAI
03BA	CB67	BIT 4,A	TEST BIT=1 OU 0
03BC	280D	JRZ BR65	
03BE	1C	INC E	INCREM. VERIF. DE SOMME
03BF	CB42	BIT 0,D	
03C1	2804	JRZ,BR64	



03C3	CB3A	SRL D	REGISTRE DE TEST = 0
03C5	0605	LD B,05	REINITIALISATION POINTEUR BITS
03C7	3E01	BR64: LD A,01	
03C9	1806	JR BR66	
03CB	CB42	BR65: BIT 0,D	
03CL	20E2	JRNZ, BR63	BOUCLE LECTURE
03CF	3E00	LD A,00	
03D1	B1	BR66: OR C	RECONSTITUTION OCTET
03D2	1005	DJNZ, BR67	TEST FIN RECONSTITUTION
03D4	CD3301	CALL DEL	DELAI BIT D'ARRET
03D7	C1	POP B	
03D8	C9	RET	RETOUR
03C9	CB27	BR67: SLA A	BIT SUIVANT
03DB	4F	LD C,A	
03DC	18D3	JR BR63	BOUCLE LECTURE
03DE	FF		
03DF	FF		

# TABLE DE CORRESPONDANCE

## TRANSCODAGE

03E0	03
03E1	07
03E2	0B
03E3	0F
03E4	02
03E5	06
03E6	0A
03E7	0E
03E8	01
03E9	05
03EA	09
03EB	0D
03EC	00
03ED	04

MONITEUR PRO-83, TOUT DROIT RESERVE © 1981 PROTEC

03EE 08

03EF 0C

TABLE DE CORRESPONDANCE

CODES SEGMENTS

03F0 3F

03F1 06

03F2 5B

03F3 4F

03F4 66

03F5 6D

03F6 7D

03F7 07

03F8 7F

03F9 6F

03FA 77

03FB 7C

03FC 39

03FD 5E

03FE 79

03FF 71

# ANNEXE 3 :

## INSTRUCTIONS RST "RESTART"

Le Z-80 possède huit instructions de renvoi RST . Quand ces instructions sont exécutées, le processeur transfère le contenu du compteur ordinal dans le pointeur de piles, et ordonne un saut vers les adresses représentées au tableau ci-dessous. Ces adresses se trouvent dans le champ de mémoire occupé par le moniteur; aussi y avons-nous placé des renvois vers des adresses RAM afin que l'utilisateur puisse installer, le cas échéant, un autre saut vers une routine de service. Le tableau suivant résume les différents renvois des instructions RST.

Instruction	Adresse moniteur	Adresse RAM
RST0	0000H	----
RST8	0008H (EXM)	----
RST16	0010H (EPE)	----
RST24	0018H	13C1H
RST32	0020H	13C4H
RST40	0028H	13C7H
RST48	0030H	13CAH
RST56	0038H	13CDH

## GARANTIE

PROTEC offre une garantie limitée pour tout appareil monté et testé dans ses locaux. Cette garantie couvre les frais de pièces et de main d'oeuvre relatifs à un défaut de l'appareil, qui surviendrait lors des 90 jours suivant la date d'achat, et qui ne serait pas le résultat d'un abus ou d'une mauvaise utilisation de l'appareil.

Tout produit non fini, vendu en "KIT", porte également une garantie limitée de 90 jours pour les PIECES SEULEMENT. Un tel produit reçu par PROTEC pour réparation, devra être accompagné d'un montant minimum de \$40.00 pour frais de main d'oeuvre. Si les frais s'avèrent être supérieurs au montant reçu, PROTEC vous en avisera par écrit.

Cette garantie n'est valable que pour l'appareil lui-même, et PROTEC ne peut être tenu responsable des dommages ou frais consécutifs à l'utilisation de cet appareil.

La présente garantie devient EFFECTIVE, quand PROTEC aura reçu le bon de garantie dûment rempli et portant le nom du distributeur.

### BON DE GARANTIE

NOM: .....  
ADRESSE: .....  
MODELE DE L'APPAREIL: .....  
NUMERO DE SERIE: .....  
DATE D'ACHAT: .....  
DISTRIBUTEUR: .....

NOTE:

PROTEC se réserve le droit de faire en tout temps et sans avis, toute modification jugée nécessaire au présent manuel et/ou au microordinateur PRO-83.