

Text

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT ELECTRONIQUE

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

PROJET DE FIN D'ETUDES

S U J E T

**AUTOMATISATION D'UN
BANC D'EVAPORATION**

Proposé par :

Mr M. HADDADI

Etudié par :

AZZOUZ Dalila
ZEMOUR Karima

Dirigé par :

Mr M. HADDADI

PROMOTION :
Janvier 1986

ECOLE NATIONALE
POLYTECHNIQUE

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
المكتبة — BIBLIOTHEQUE
Ecole Nationale Polytechnique

DEPARTEMENT ELECTRONIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

AUTOMATISATION D'UN BANC

D'EVAPORATION

Proposé par:
M. HADDADI

Etudié par:
AZZOUZ . DALILA
ZEMOUR . KARIMA

Dirigé par:
M. HADDADI

PROMOTION :
JANVIER 1986.

) E D I C A C E S .

0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

A ma chère mère, à laquelle je dois toute ma reconnaissance;

A, mon cher père .

A, ma famille, avec toute mon affection.

A, tous mes amis (ies).

A, tous ceux qui me sont chers.

D A L I L A .

Je dédie ce travail.

_ A mon père qui, le premier, me témoigna une totale confiance, et du courage pour m'avoir assistée durant tout mes études.

_ A ma chère mère, pour son courage, et son grand cœur illuminé, par une foi profonde.

_ A mes frères et soeurs, avec toute mon affection.

_ A, tous ceux qui me sont chers.

K A R I M A .

0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

INTRODUCTION.

CHAPITRE : I

- I.1 Notion generales sur le recuit.
 - I.1.1 Definition du recuit.
 - I.1.2 Principe du recuit.
- I.2 Automatisation de l'opération de recuit .
 - I.2.1 Technique du recuit .
 - I.2.2 Automatisation de l'opération de recuit.
 - I.2.3 Schéma synoptique de la carte.

CHAPITRE II.

- A/ Description du système d'automatisation.
 - a) Microprocesseur M C 6802.
 - b) Temporisation programmable M C 6840.
 - c) Circuit d'interface P.I.A M C 6821.
 - d) Convertisseur A/D. ADC 0804.
 - e) Acquisition de données externes.
 - g) Renforcement des BUS.
 - f) E P R O M 2716. mono-tension.
- B/ Traitement des données.
 - a) Décodage d'adresses.
 - b) Programmation du P.T.M.
 - c) Programmation de l'ADC 0804.
 - d) Programmation d'acquisition de données.

CHAPITRE III.

- III.1. Programme général.
- III.2. schéma de la carte.
- III.3. Affichage du temps.

CONCLUSION.

ANNEXE I. Principe de fonctionnement du triac.

ANNEXE II. Brochage de boitiers.

ANNEXE III. Tableau de correspondance Température / Tension.

BIBLIOGRAPHIE.

Le microprocesseur et les circuits logiques qui lui sont associés, représente un moyen très puissant pour la commande. Il permet une amélioration de la logique câblée qui est la logique programmée. Cette nouvelle logique permet de réaliser les mêmes fonctions que la précédente et même plus, tout en rapportant la souplesse de la programmation.

C'est dans cet esprit que nous a été proposé le problème suivant :-

Dans un banc de fabrication de photopiles, il s'agit d'automatiser par microprocesseur un système de recuit sous vide, où l'échantillon à traiter est déposé sur un support chauffé électriquement.

On voudrait de plus pouvoir arrêter le processus de recuit pendant des temps bien déterminés. Ces intervalles de temps seront fixés au départ par l'expérimentateur.

L'automatisme permettra de gérer en toute sécurité et de façon automatique tout le processus de la régulation de température.

L'étude que nous allons entamer comportera trois parties essentielles:

Dans le premier chapitre, on donnera un aperçu sur le recuit et son utilisation, ainsi que le principe utilisé pour l'automatisation.

La description du système d'automatisation du recuit sera présenté dans le deuxième chapitre.

Enfin, le schéma complet de la carte, ainsi que le programme principal feront l'objet du troisième chapitre.

I - 1 NOTIONS GENERALES SUR LE RECUIT

I-1-1 Définition du recuit

Le recuit est un traitement thermique qui consiste à porter un alliage hors d'équilibre pendant un temps suffisamment long à une température "T" de manière à lui permettre d'atteindre l'état d'équilibre. Le terme de recuit, désigne tout traitement qui rapproche le métal de son état d'équilibre, que ce soit sur le plan physicochimique, ou sur le plan purement structural.

Les défauts introduits par trempe, par écrouissage, ou par irradiation peuvent être éliminés par recuit. Ces défauts sont les lacunes, les bilacunes, les auto-interstitiels, leurs associations avec les lacunes et éventuellement avec des atomes étrangers.

A très basse température, on observe des disparitions d'interstitiels soit par recombinaison de "paires proches" lacune - interstitiel, soit par migration des interstitiels et annihilation à des lacunes ou formation de boucles de dislocation.

A plus haute température, on observe la migration des bilacunes puis des lacunes et encore à plus haute température, la disparition des boucles de dislocations créées par la précipitation des défauts ponctuels.

Ces phénomènes sont généralement observés par mesure de la résistivité électrique à basse température. On utilise alors la méthode des recuits isochrones : La résistivité excédentaire s'élimine par paliers au cours des recuits à des températures de plus en plus élevées.

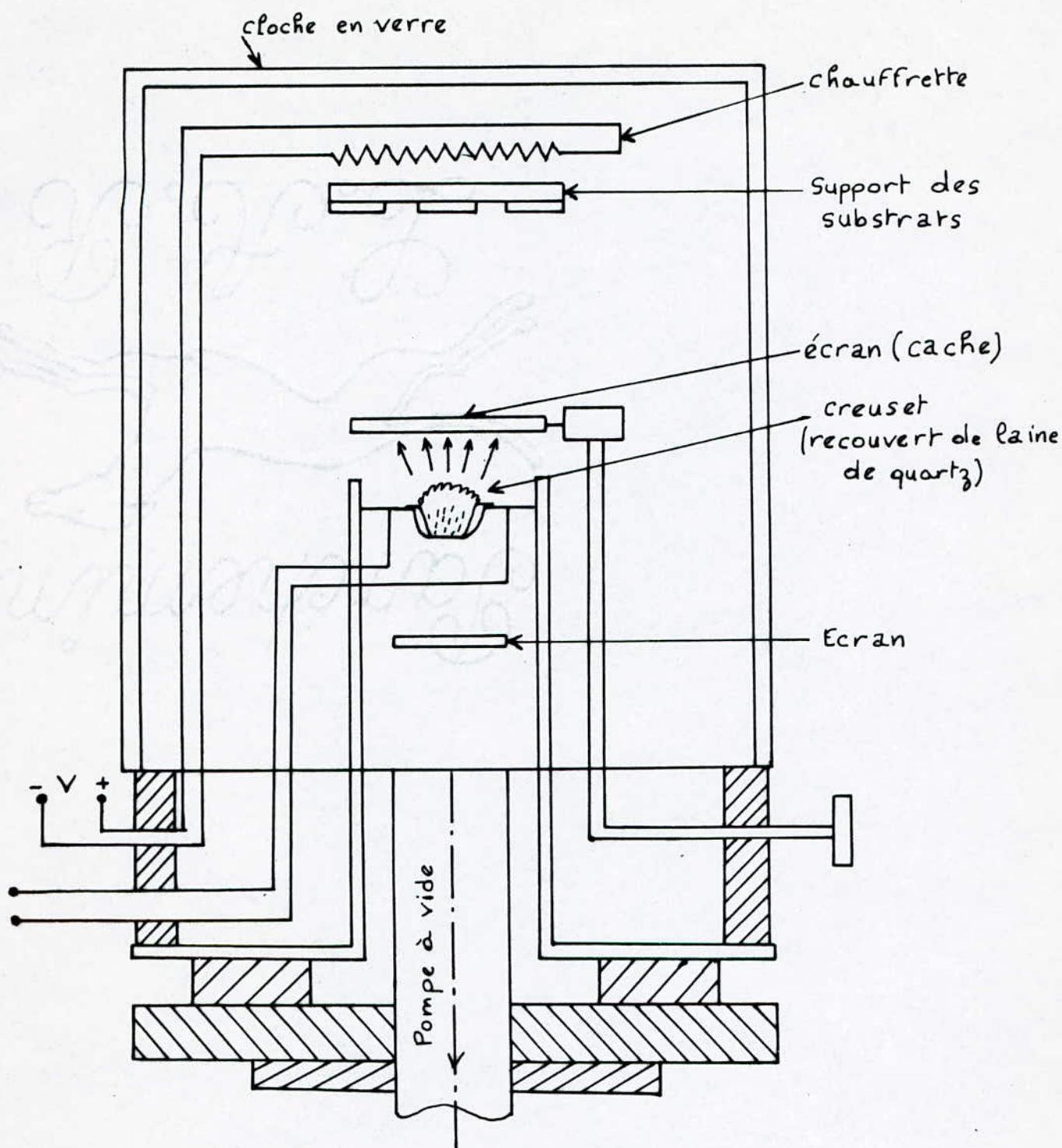
I- 1-2 Principe du recuit

Le recuit se passe dans une enceinte où l'on a préalablement fait du vide. L'échantillon à traiter est déposé sur un support chauffé électriquement à l'aide d'une chauffrette solidaire du support.

L'enceinte dans laquelle se passe l'opération de recuit

L'enceinte dans laquelle se passe l'opération de recuit est représentée sur la figure 1.

L'opération de recuit consiste à augmenter progressivement le courant dans la chauffe, afin d'éviter un chauffage brutal du corps, ce qui diminue l'efficacité de l'opération. Ce courant va jusqu'à 100 A avec une tension d'environ 6 v aux bornes des électrodes de la chauffe.



Systeme de RECUIT

Fig-1-

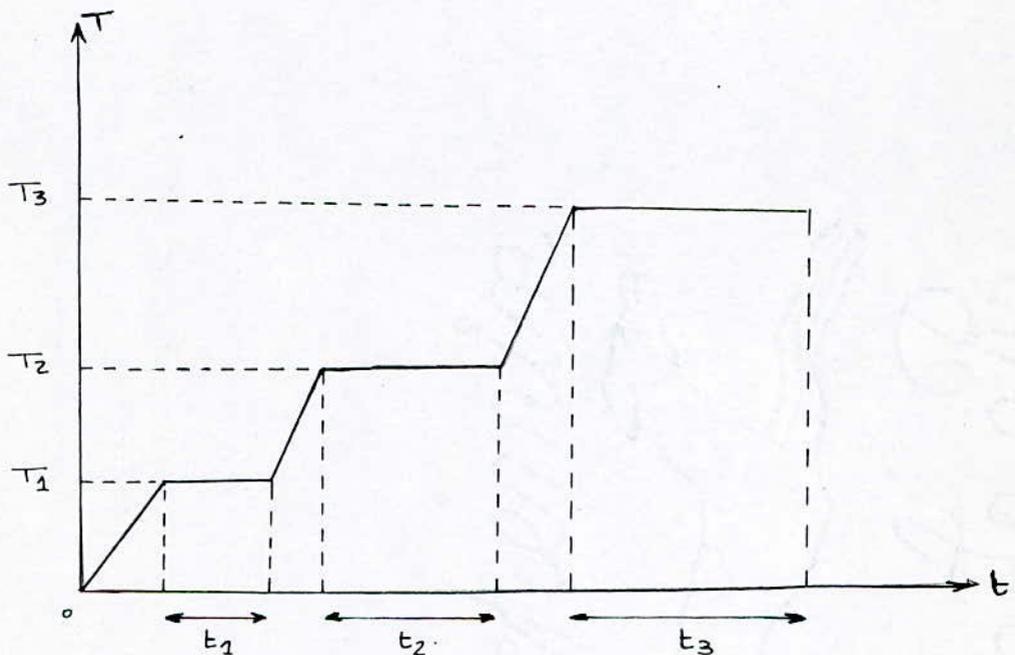
I-2 AUTOMATISATION DE L'OPERATION DE RECUIT

I-2-1 Technique du recuit

Nous avons vu que, dans le but de rendre efficace un opération de recuit, le meilleur moyen est de permettre une augmentation progressive du chauffage.

Ainsi, nous avons abordé une technique de recuit dont le principe est une commande par paquets d'ondes nous permettant d'avoir des paliers de températures.

La courbe suivante résume ce processus



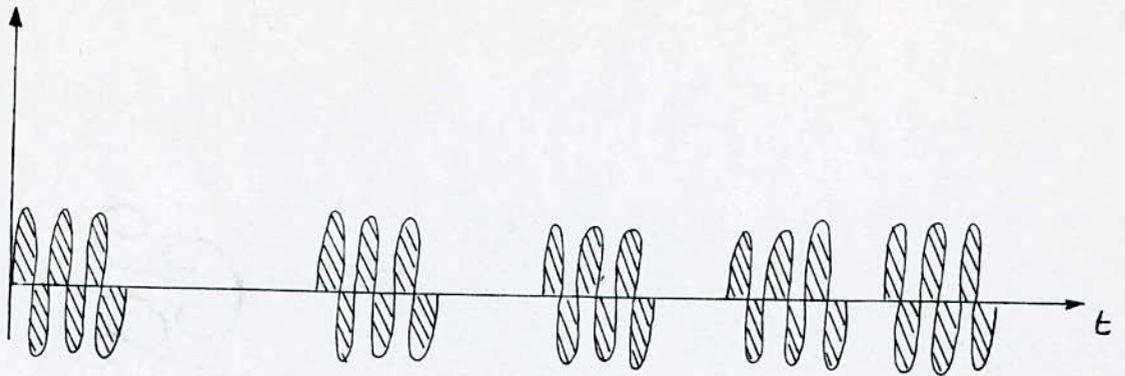
I-2-2 - Automatisation de l'opération

Il s'agit de réaliser un automatisme géré par microprocesseur qui prendra en charge les servitudes décrites ci-dessus.

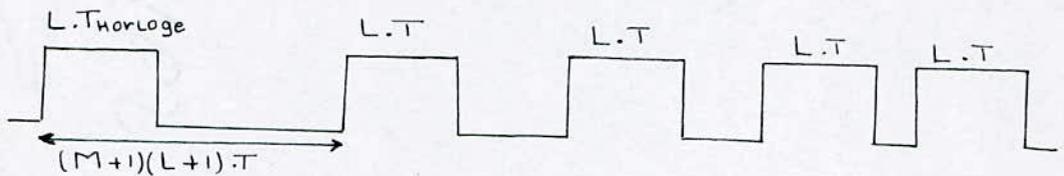
Cela revient à commander d'une manière convenable la gâchette d'un triac.

En effet, en commandant l'angle de passage du triac, on commandera la tension aux bornes du support portant l'échantillon à traiter, donc sa température.

Pour obtenir une augmentation progressive de la température du corps, il faudra lui délivrer une puissance de chauffage graduelle.



Ceci peut être réalisé de la façon suivante :
le TIMER 1 d'un temporisateur programmable MC 6840 est programmé de façon à générer le train d'impulsion suivant :



Celui-ci attaquera la gâchette d'un triac à travers un photocoupleur permettant l'isolement électrique de la logique de commande d'une part et la partie puissance d'autre part. (voir figure 2).

Afin que la puissance de chauffage soit suffisante, le TIMER 1 du PTM fonctionnera avec une horloge de 500 Hz délivrée par le TIMER 3 de ce même PTM.

En premier lieu (pour avoir la 1^{ère} montée du graphe représentant $T = f(t)$), le TIMER 1 du PTM est programmé en mode monostable. Ce qui revient à maintenir l'état haut constant, tandis que l'état bas diminuera au fur et à mesure, jusqu'au moment où la température T atteindra T_1 , la température de recuit qui correspond au premier palier. cela se traduit par une augmentation de la puissance fournie au système.

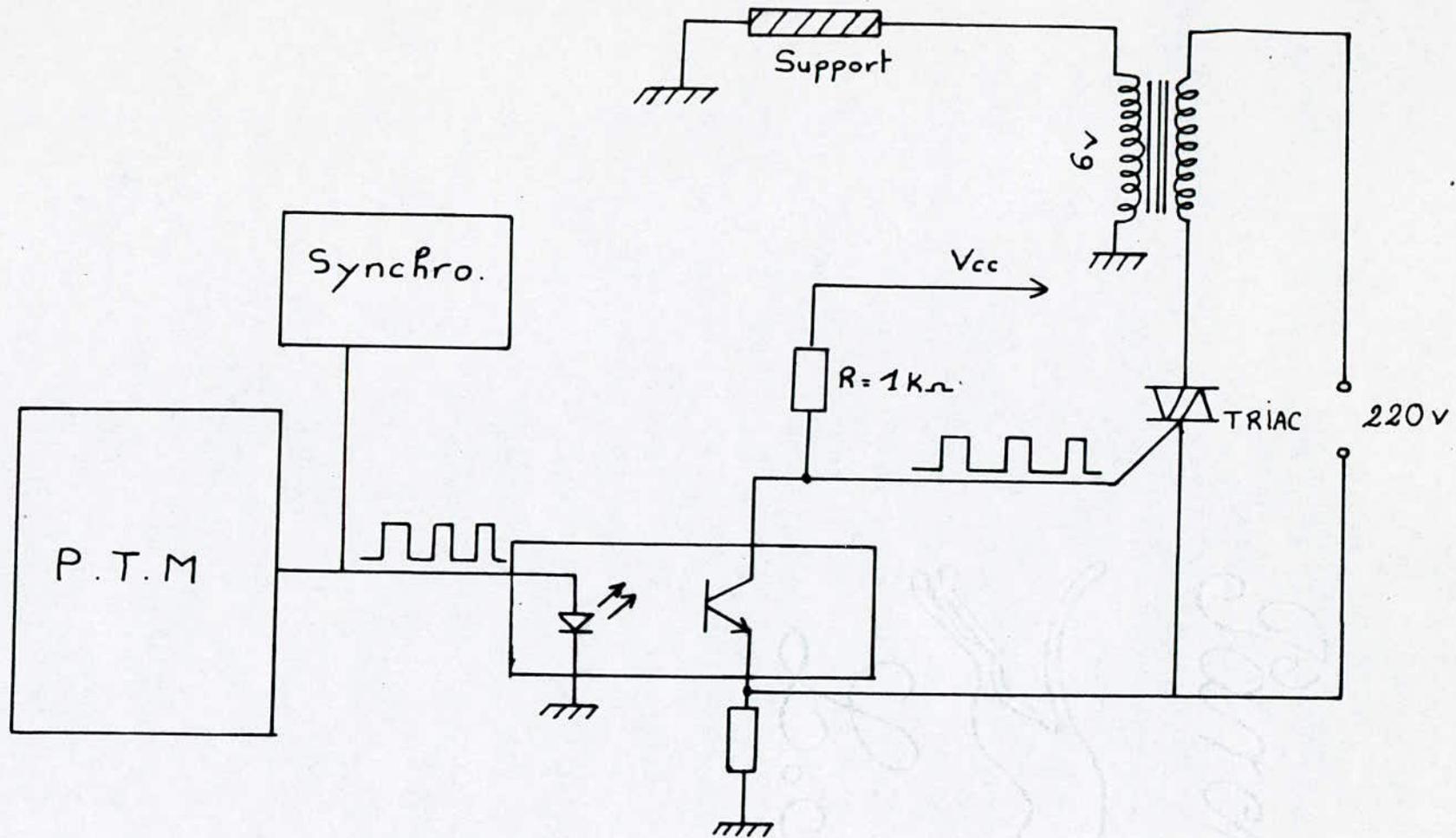


Fig. 2

Schema théorique du système d'automatisation

Le TIMER 1 du PTM est alors programmé en mode astable, permettant de maintenir la puissance constante pendant un temps " t_1 " (durée de recuit). Les oscillogrammes de la page 9 permettent de comprendre le fonctionnement. Or, un corps s'il est chaud, cède de la chaleur à l'air environnant et au corps qui l'entoure, par convection, conduction, ^{et rayonnement.} Les pertes ^{par convection} étant nulles du fait qu'on travaille dans le vide, notre programme prévoit néanmoins des tests qui permettent une stabilisation de la température à cause des pertes par rayonnement et par conduction.

Le processus se répète de la même façon pour les autres recuits de températures T_2 , T_3 et de durées t_2 , t_3 .

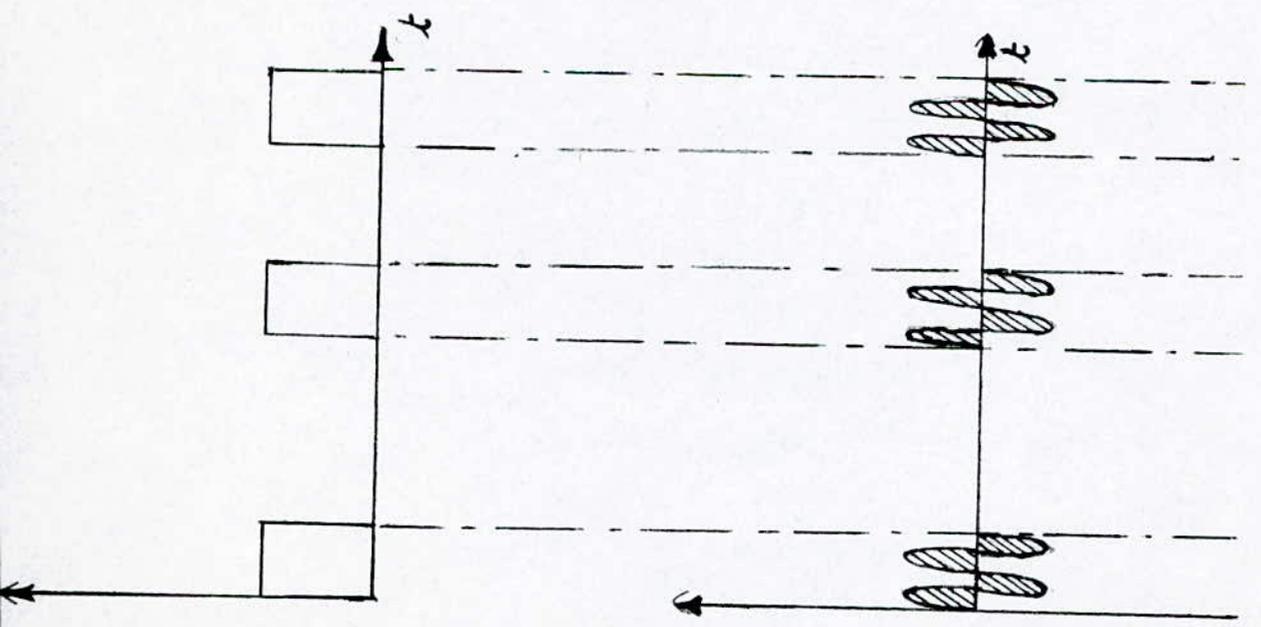
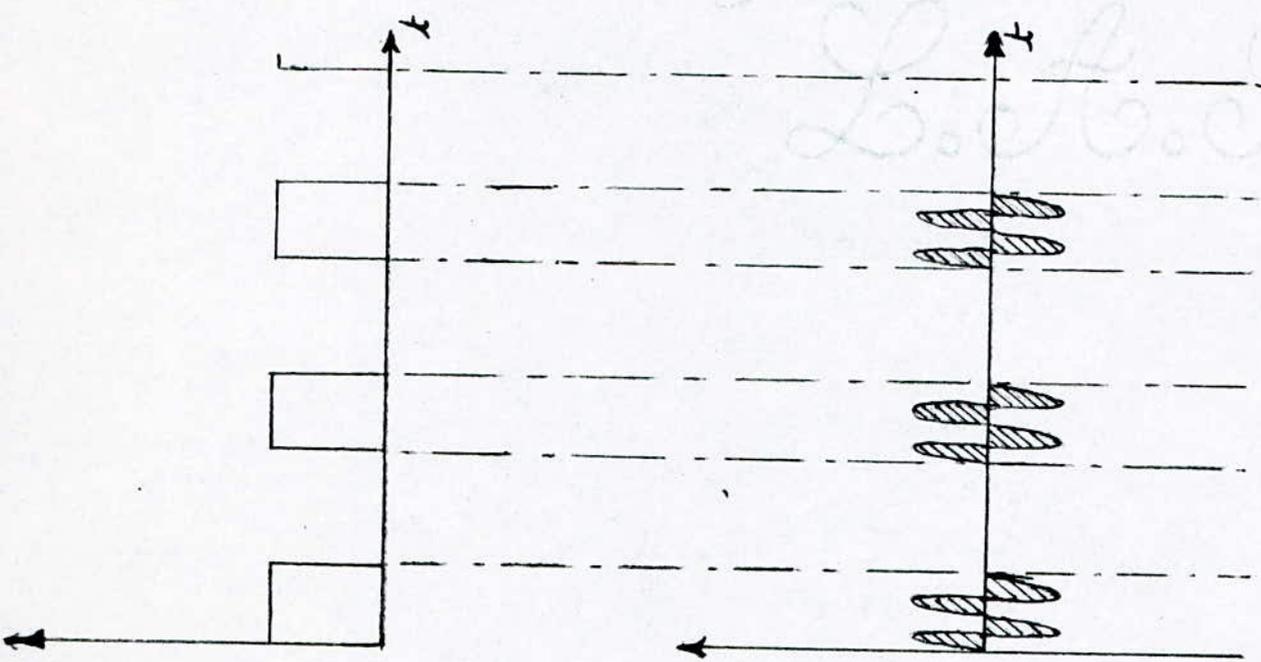
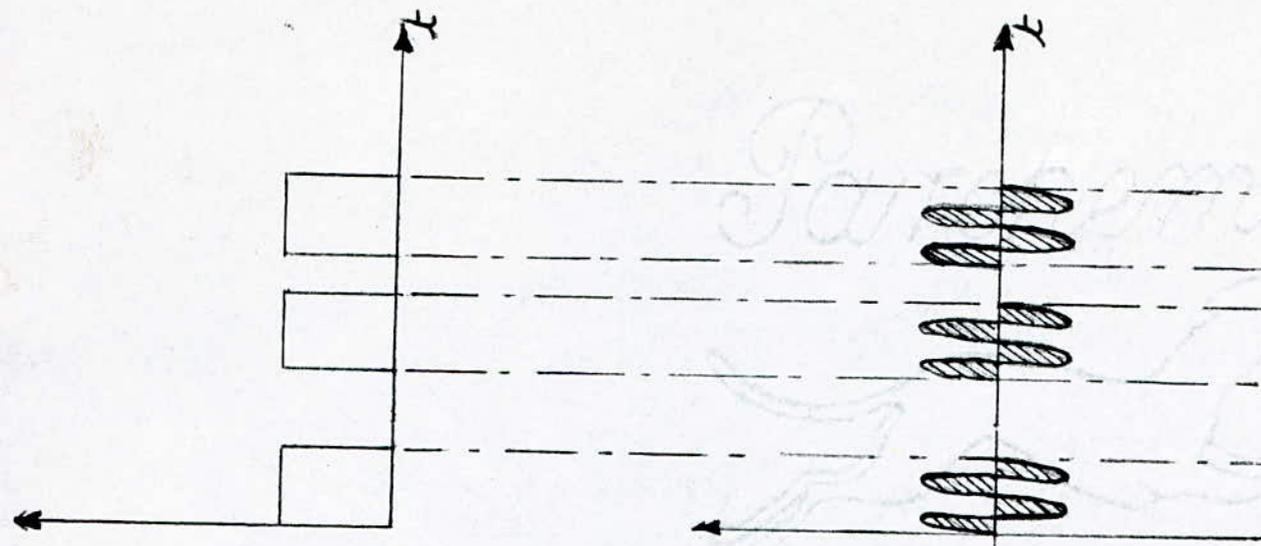
Notons que les temps des différents paliers de températures sont commandés par une horloge temps réel pouvant compter de 00 à 99 mn. Le Timer 2 de notre PTM est programmé pour fonctionner en horloge temps réel.

Schéma synoptique de la carte (Fig: 4).

Des roues codeuses sont utilisées pour introduire les données externes choisies par l'utilisateur (températures de recuits, durées de recuits, vitesses de recuits en rapport avec "L").

La température du système de recuit, relevée progressivement par un thermocouple, est amplifiée dans un rapport 4, afin qu'elle puisse être prise en compte par le convertisseur analogique / digital.

La figure 3 représente le schéma de cet amplificateur.



Sortie du P.T.M.

U charge

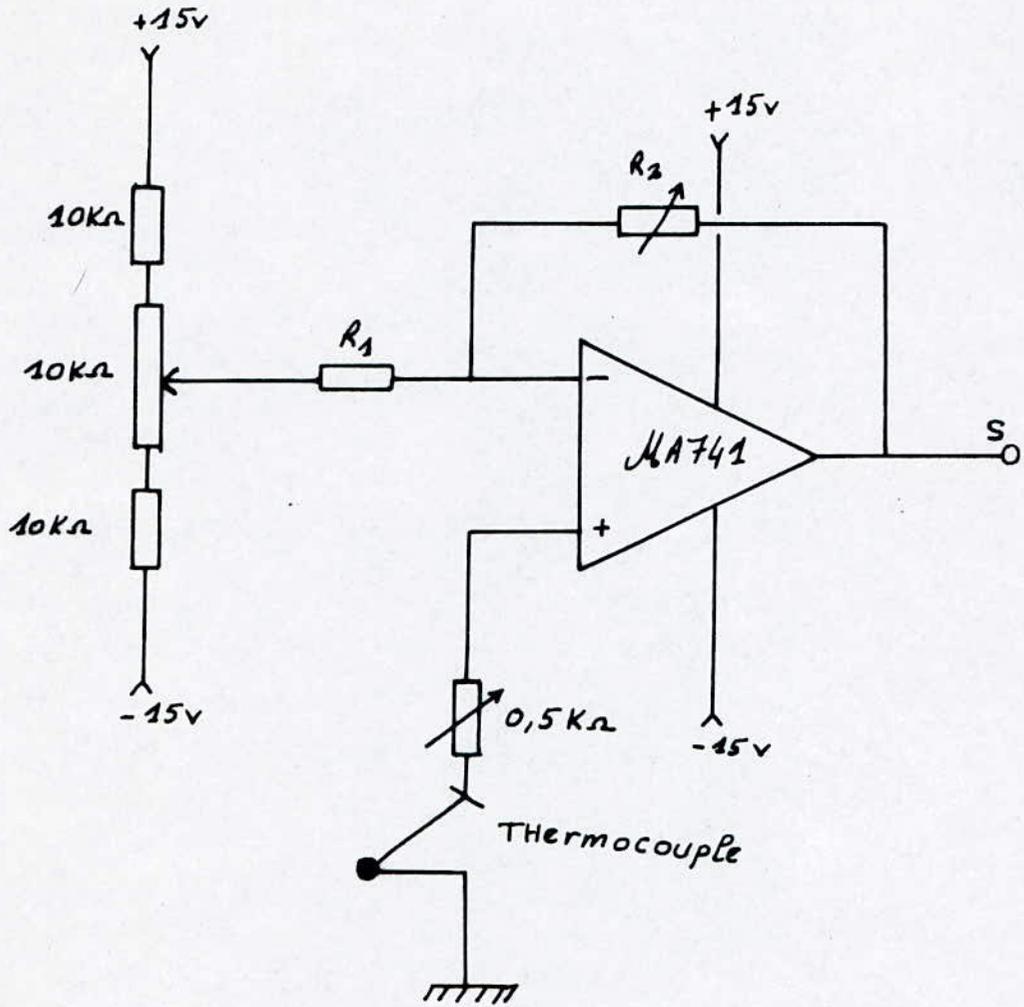


Fig.3. AMPLIFICATEUR POUR THERMOCOUPLE

$$R_1 = 1\text{ K}\Omega$$

$$R_2 = 3,3\text{ K}\Omega$$

$$\Rightarrow G = \frac{R_1 + R_2}{R_1} \approx 4.$$

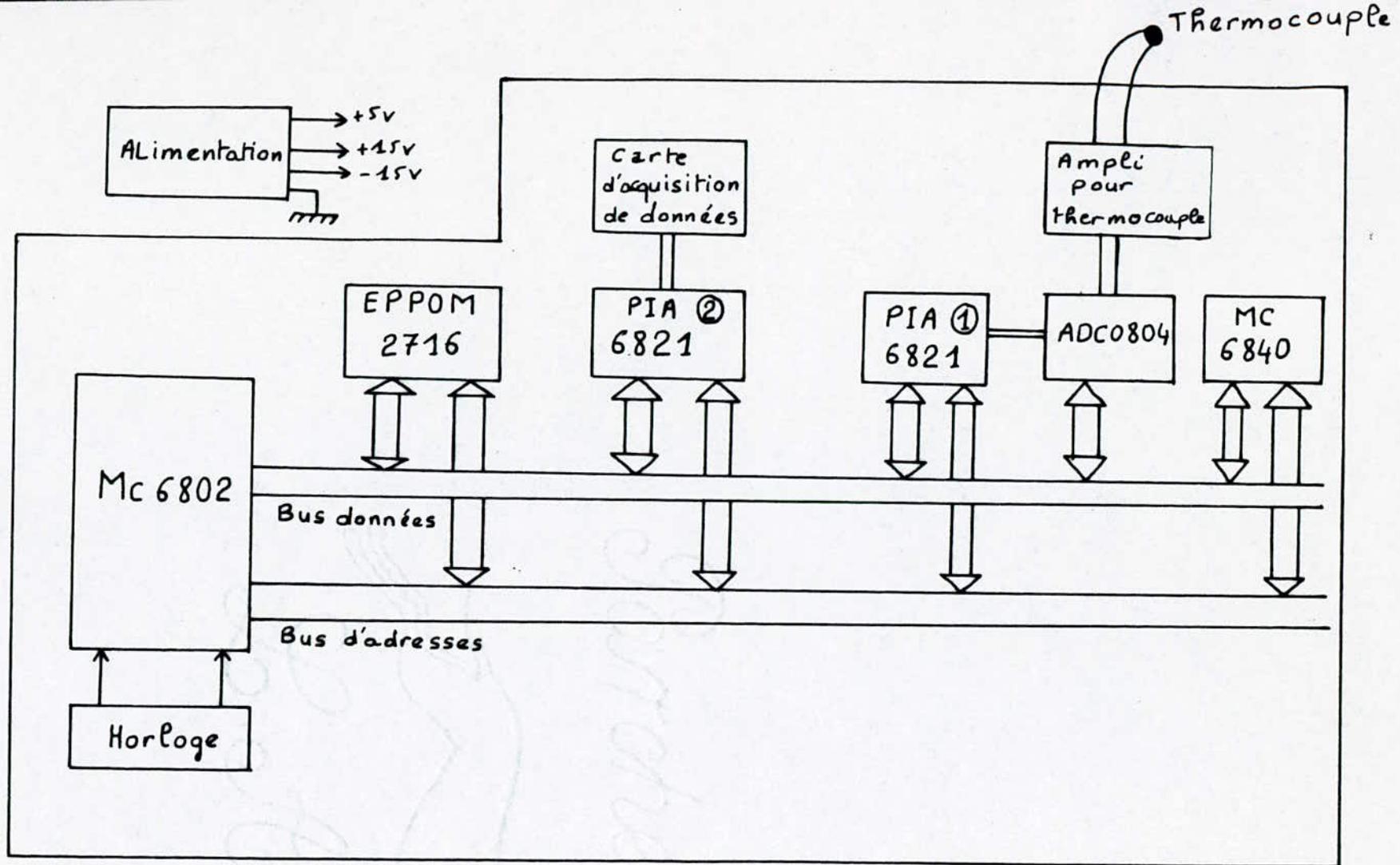


Fig.4 Schema synoptique de la carte.

- 11 -

CHAPITRE II

A / Description du système d'automatisation

a / Microprocesseur 6802

Le processeur 6802, conçu par Motorola appartient à la famille 6800. Il contient une horloge avec diviseur par 4 et une mémoire vive de 128 octets d'adresse 00 à 7F.

voir fig: a.1 -

a.1 / Différents registres adressables

- Le compteur de programme :
contient l'adresse courante du programme.
- Le pointeur de pile : (Stack pointer)
contient en permanence la première adresse disponible de la pile.
- Le registre d'index: (Index Register)
sert de pointeur d'adresse dans le mode d'adressage indexé. Il sert de registre intermédiaire. 16 bits,
- Le registre d'état ou registre des codes condition (C C R):
Registre de 8 bits dont les 6 premiers bits seulement sont utilisés. Les 2 autres bits sont mis à 1. Il comporte les indicateurs d'état suivants :

- C : carry ou retenu
- V : overflow ou dépacement de capacité.
- Z : Zéro flag ou indicateur de zéro
indique si le resultat est nul.
- N : Négatif flag ou indicateur de signe
recopie le bit b7 de l'accumulateur
et permet d'interpréter certains
resultats sur des nombres signés.
- I : Interrupt flag ou indicateur d'interruption. Il sera automatiquement positionné à 1 si une demande d'interruption IRQ ou NMI peut être satisfaite.
- H : Half-carry ou demi retenue. Il s'agit de la retenue du bit 4 sur le bit 5.
- Les accumulateurs A et B: ou registres de travail de 8 bits chacun.

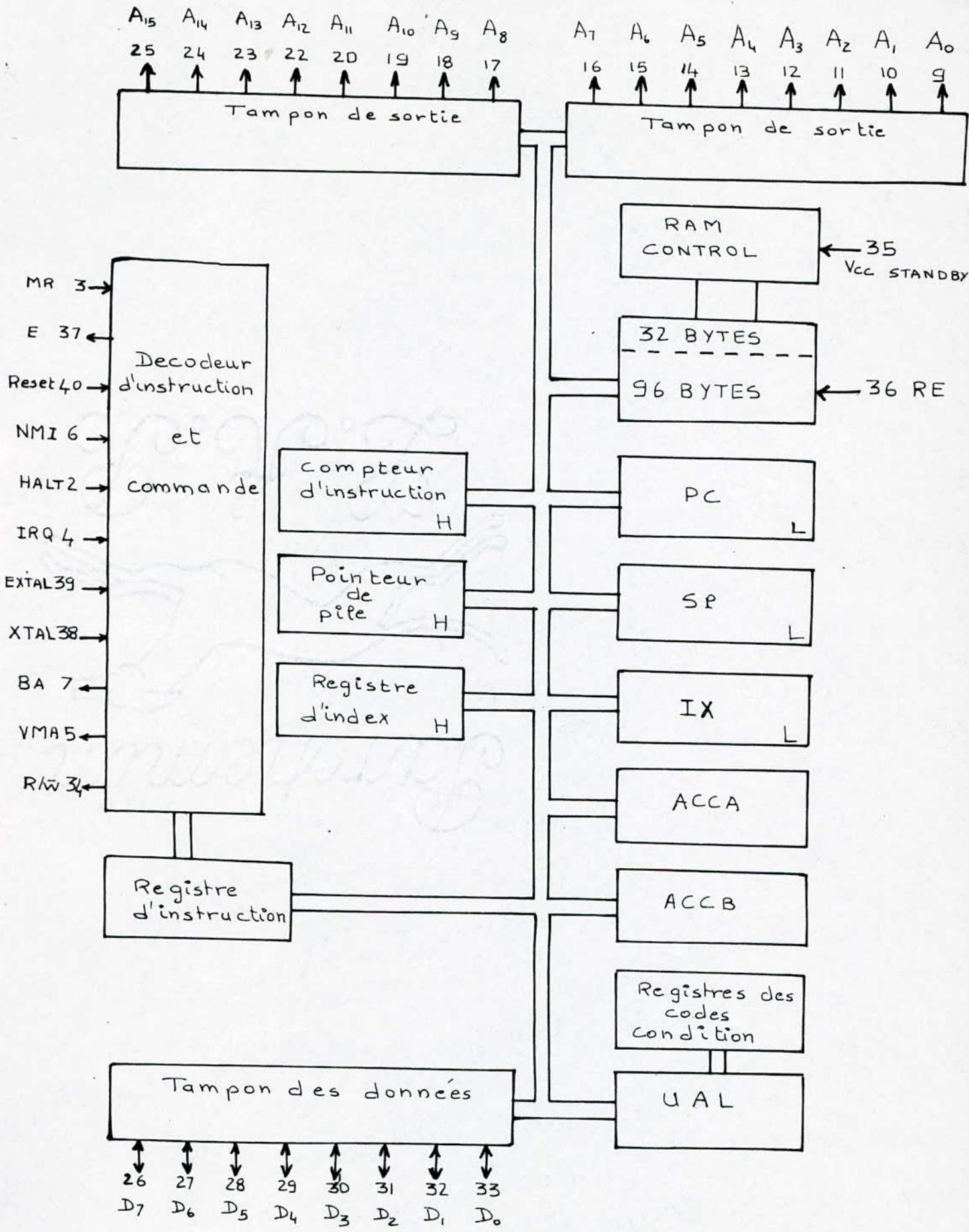


fig:a-1 STRUCTURE INTERNE DU MPU 6802.

L.A.R.

a/2. Différents modes d'adressage

6802 dispose de 72 instructions de 7 modes d'adressage

- adressage immédiat
- adressage direct
- adressage étendu
- adressage indexé
- adressage implicite
- adressage relatif

a-3 Signification des différentes lignes et brochage du 6802

La signification des différentes lignes est la suivante

- Bus de donnée D0 - D7
 - Bus d'adresse A0 - A15
 - R/W ligne de lecture / écriture.
 - VMA sortie qui signale une sortie valide sur le bus d'adressage Utilisé généralement pour les circuits périphériques.
- × \overline{NMI} : Ligne d'entrée des demandes d'interruption non masquable.
 - × \overline{HALT} : Ligne d'entrée permettant, sur un niveau bas, d'arrêter le fonctionnement du micro. prévu pour l'exécution de programme pas à pas.
 - × Vcc Standby: Entrée d'alimentation pour la sauvegarde des 32 premiers octets de la RAM interne (4V à 5,25V, 8 mA).
 - × RE (RAMENABLE): Entrée de validation de la RAM interne :
 - RE = 1 RAM interne accessible.
 - RE = 0 RAM interne inhibée.
 - × Extal et Xtal : Entrées externes de quartz. On peut utiliser un quartz fondamental de 4 MHz.
 - × MR (Memory Ready): Entrée permettant l'allongement de la phase d'horloge sortante ϕ 2 pour accéder à certaines mémoires lentes :
 - * si MR = 1 fonctionnement normal

* si $MR = 0$ E est allongé ^{de N} de N demi périodes avec N entier.

- * E (Enable) Sortie fournissant le signal d'horloge pour l'extérieur.
- * Reset: Elle active à l'état bas. Quand le système est mis sous tension le microprocesseur est prévenu par l'entrée Reset.

Notre programme commence à partir de l'adresse F 800 cette adresse étant logée au préalable dans les pointeurs (FFFE et FFFF). Voir fig a.2.

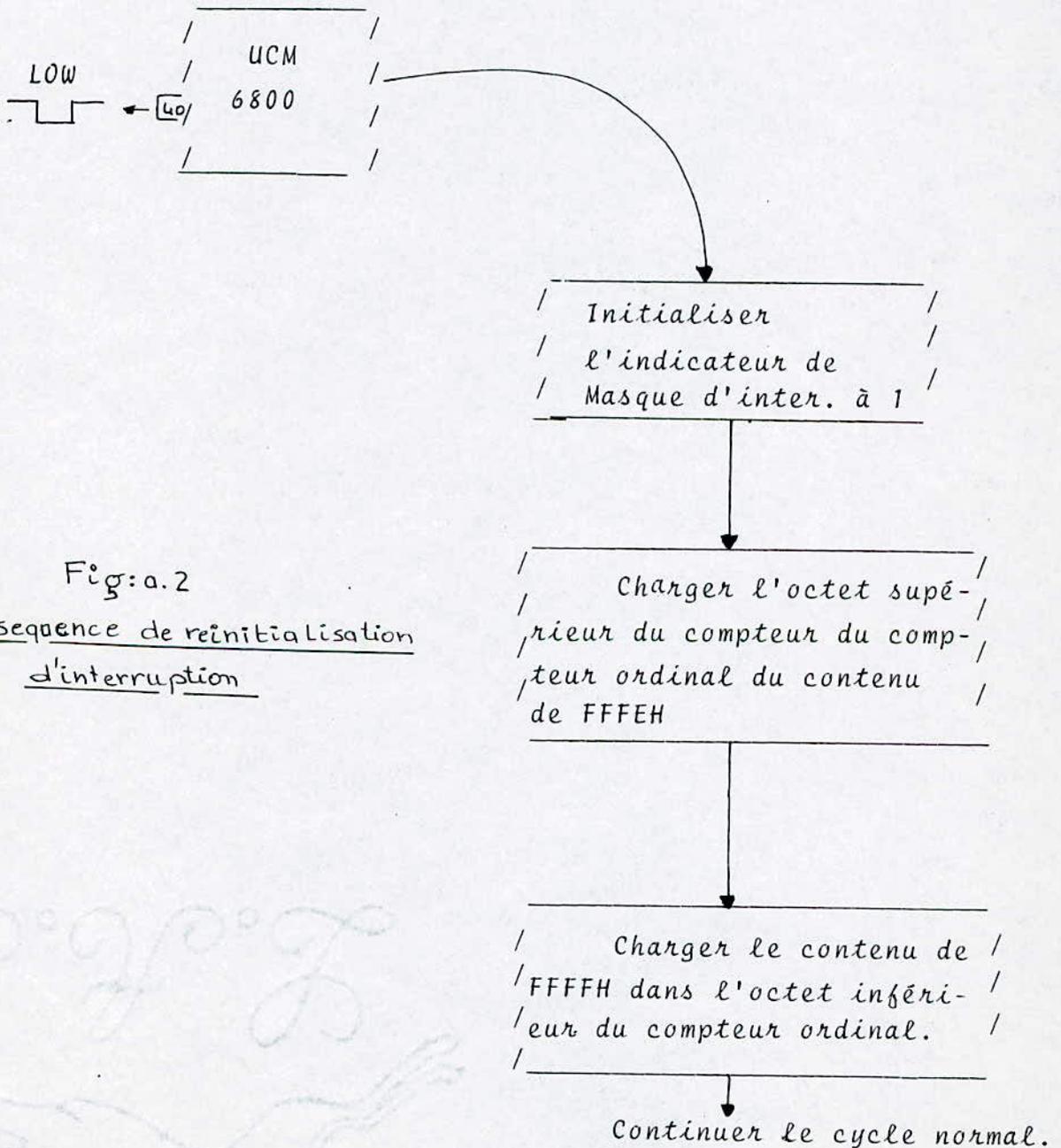


Fig: a.2
sequence de reinitialisation
d'interruption

× \overline{IRQ} : Ligne d'entrée des demandes d'interruption masquable. Un état bas, sur l'entrée IRQ du microprocesseur correspond à une demande d'interruption qui se déroule comme suit.

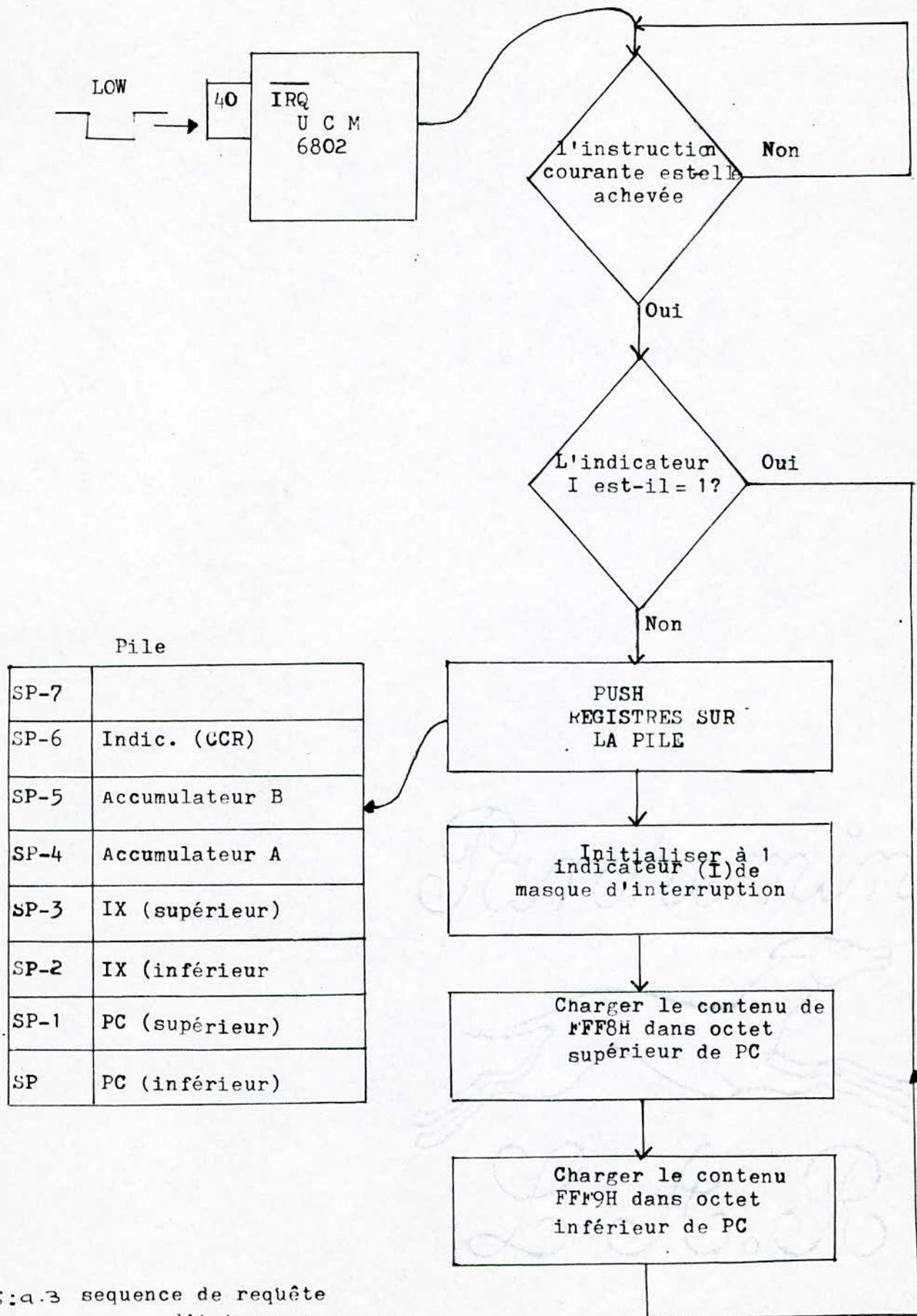


Fig: a.3 sequence de requête d'interruption.

b/- TEMPORISATEUR PROGRAMMABLE (PTM)

MC 6840

b-1- Généralités :-

Le 6840 est un temporisateur programmable de la famille 6800 qui peut être utilisé comme :

- Générateur d'interruption.
- Générateur de signaux périodiques : multivibrateur, trains d'impulsions de durée et de période programmable.
- Générateur de signaux non périodiques : monostable.
- Chronomètre : mesure d'intervalle de temps.
- Fréquence mètre : mesure de durée d'impulsion.
- Compteur d'événements.

Il comporte essentiellement 3 compteurs à 16 bits, dont le fonctionnement est commandé par 3 registres de commande. C'est un circuit 28 broches, monotension (+5v) réalisé en technologie M-MOS et entièrement compatible TTL dont les autres caractéristiques sont :

- Fonctionnement à partir de l'horloge du microprocesseur ou d'une horloge externe.
- 3 entrées \overline{C} pour horloges externes et 3 entrées C de déclenchement sont synchronisées à l'intérieur du timer.
- Fréquence maximum externe 4 MHz uniquement sur le timer 3.
- 3 sorties marquables.
- Les compteurs accessibles par lecture indiquent le temps qui sépare de la fin de la période programmée.

b-2- Lignes de liaison au MPU :-

Les échanges du PTM avec le microprocesseur se font par l'intermédiaire :

- Du bus de données D0-D7 pour programmer les registres de contrôles (CR1, CR2 et CR3), les registres tampon LSB et MSB de chaque timer, lire les registres tampon ou le registre d'Etat.

- De 2 lignes de validation du boîtier CS0 et CS1 qui permettent l'adressage physique du boîtier.

- De 3 entrées de sélection de registre RS0, RS1, RS2 qui permettent de distinguer les registres internes en conjonction avec le fil R/W, puisque 7 registres sont à lecture seule et 9 registres à écriture seule. Les entrées reçoivent nécessairement les bits A0, A1 et A2 du bus d'adresse pour qui le M.P. voit le temporisateur comme 8 positions mémoire consécutives.

- De l'entrée ENABLE qui reçoit l'horloge $\phi 2$ du M.P., afin de synchroniser les échanges.

- De l'entrée R/W qui fixe le sens des transferts : écriture du temporisateur ou lecture.

- D'une ligne d'interruption IRQ permet d'interrompre le programme en cours.

- D'une entrée d'initialisation externe RESET.

Adressage du temporisateur

Les 3 entrées RSx ne suffisent pas pour adresser les 9 registres à écriture seule, le bit 0 du registre de contrôle 2 (CR20) permet de différencier les registres de contrôle 1 et 3 qui ont donc la même adresse.

Les 7 autres registres, à lecture seule, auront la même adresse mais seront différenciés par R/W qui sera alors à 1 (lecture). Les adresses étant consécutives, RS0, RS1, RS2 reçoivent resp A0, A1, A2 du bus d'adresse.

. / .

Tableau 1 - adressage des registres internes du
temporisateur

ENTREE DE SELEC-			OPERATIONS	
TION DES REGISTRES				
RS2	RS1	RS0	R/W = 0	R/W = 1
/	/	/	CR20=0 écriture	
0	0	0	du registre de	
/	/	/	commande n°=3	pas de lecture
/	/	/	(CR3)	possible
/	/	/	CR20=1 écriture	
/	/	/	du registre de	
/	/	/	commande n°=1	
/	/	/	(CR1)	
/	/	/	écriture du	
0	0	1	registre de	lecture du registre
/	/	/	commande n° 2	d'Etat.
/	/	/	(CR2)	
/	/	/	écriture du	
0	1	0	registre tam-	lecture du comp-
/	/	/	pon:MSB1	teur MSB1
/	/	/		
/	/	/	écriture du	
0	1	1	registre tam-	lecture du comp-
/	/	/	pon : LSB1	teur LSBA
/	/	/		
/	/	/	écriture du	
1	0	0	registre tam-	lecture du comp-
/	/	/	pon : MSB2	teur MZB2
/	/	/		
/	/	/	écriture du	
1	0	1	registre tam-	lecture du comp-
/	/	/	pon LSB2	teur LSB2
/	/	/		
/	/	/	écriture du	
1	1	0	registre tamp-	lecture du comp-
/	/	/	pon : MSB3	teur MSB3
/	/	/		

b 3 - Organisation interne du temporisateur programmable

Il comprend essentiellement 3 compteurs à 16 bits, pouvant fonctionner en 2x8 bits, ce qui permet de générer des signaux de rapport cyclique variable fig. b.4.

Les données sont transférées des registres tampon dans les compteurs proprement dits lors d'un cycle d'initialisation des compteurs. Les compteurs sont décrémentés à chaque impulsion d'horloge (interne ou externe). Suivant le mode de fonctionnement spécifié, le compteur s'arrête ou recommence un nouveau cycle lorsqu'il arrive à zéro. 3 registres de commande définissent le mode de fonctionnement de chacun des compteurs : astable, monostable, comparateur de fréquence, comparateurs de largeurs d'impulsions. Les registres de commande sont accessibles par un ordre d'écriture par l'intermédiaire du bus de données.

Un registre d'Etat à lecture seule nous fournit les indications d'interruption de chacun des timers (interruptions indépendantes) et de n'importe lequel d'entre eux.

b.3-1 Registres de commande

Ils précisent le mode de fonctionnement de chaque temporisateur. Ce sont des registres à écriture seule, de 8 bits tous les bits homologues ont la même signification dans chacun des registres excepté pour le bit n° 0 de plus, comme la table des adresses le montre, seul le registre de commande n° 2 est adressable directement, pour écrire dans les registres de commande n° 1 et n° 3, il faut auparavant positionner le bit "0" du registre de commande n° 2.

La figure (Fig. b.9) montre la programmation des registres de contrôle du P.T.M.

b 3-2 Registre d'Etat

C'est un registre à lecture seule comportant quatre indicateurs d'interruptions.

- Les bits SR0, SR1 et SR2 sont respectivement affectés aux temporisateurs 1, 2 et 3 en tant que bits d'interruption indépendants.

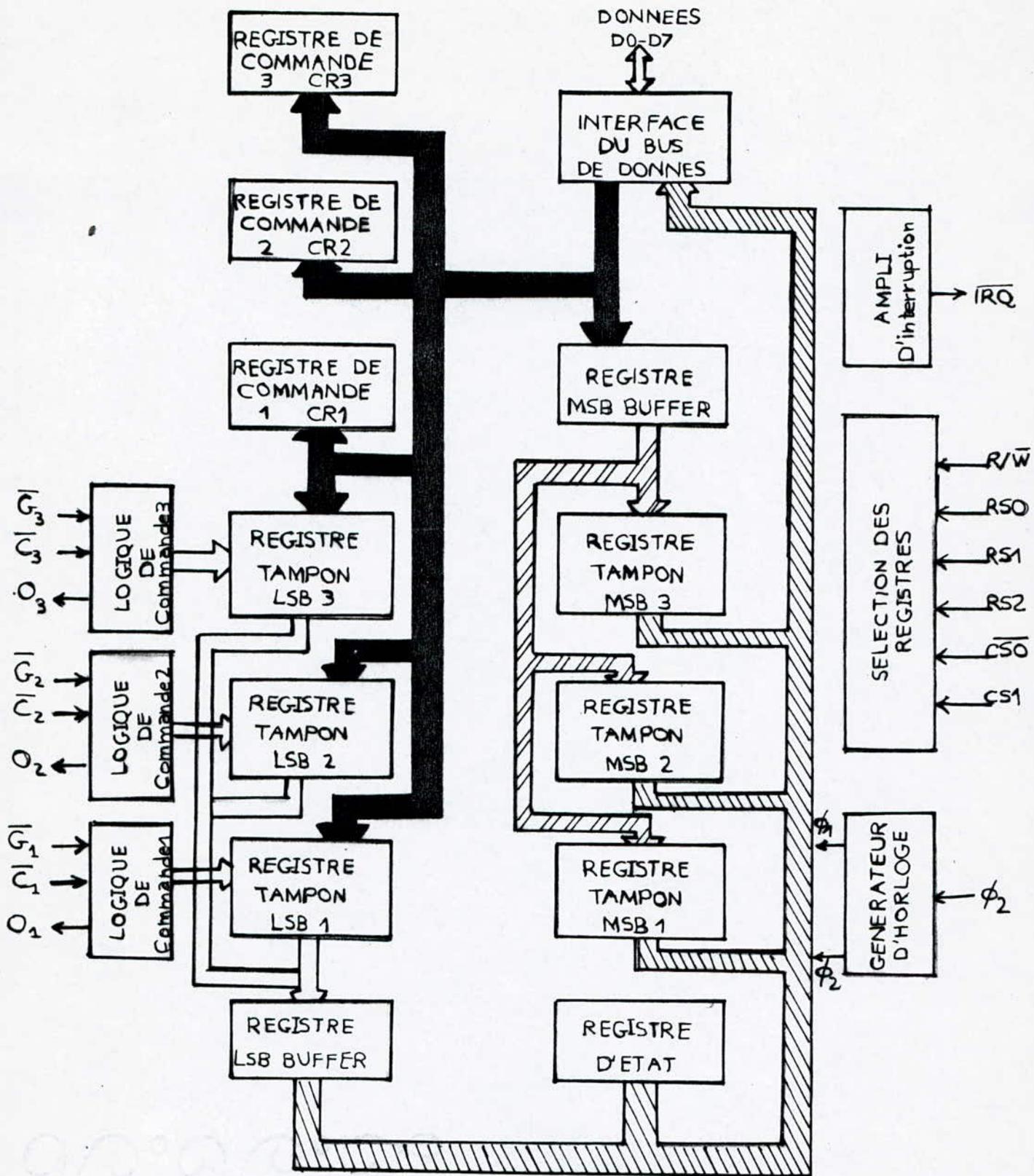
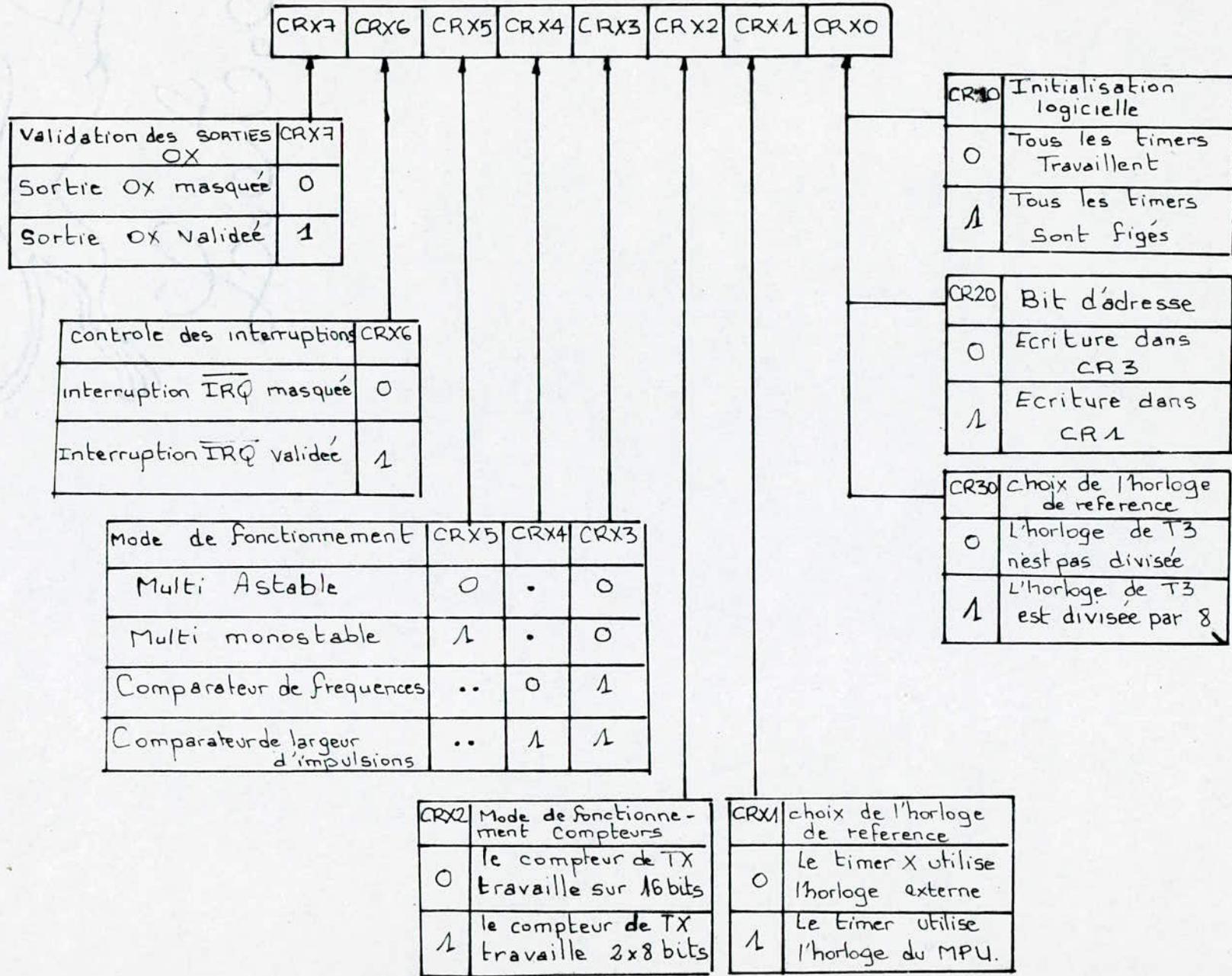


fig: b.1 DIAGRAMME FONCTIONNEL DE PTM

Fig. 9. PROGRAMMATION DES REGISTRES DE
 CONTRÔLE DU PTM.



- En appliquant un niveau actif sur RESET ou CR10 = 1.
- Lors d'une commande d'écriture des registres tampons.
- Par application d'une transition descendante sur l'entrée GATE.

b-3-4 Entrée asynchrones et sorties

b-3-4-1 Entrées horloges externes : C1, C2, C3.

Ces entrées sont compatibles avec les niveaux T.T.L. La fréquence appliquée peut aller du continu à la fréquence d'horloge appliquée sur ENABLE. Ces entrées sont prises en compte par l'horloge du micro-processeur. Trois périodes de l'horloge du microprocesseur sont nécessaires pour synchroniser et traiter l'horloge externe.

L'horloge du temporisateur 3 peut-être divisée par 8, mais elle est traitée de façon identique à $\overline{C1}$ et $\overline{C2}$

b-3-4-2 Entrées GATE : G1, G2, G3.

Ces entrées sont compatibles avec des signaux T.T.L. non synchrones de l'horloge du microprocesseur. 3 impulsions d'horloge sont nécessaires pour les prendre en compte. Ces entrées sont directement liées aux compteurs 16 bits.

b-3-4-3 Sorties des temporisateurs : 01, 02, 03.

Elles peuvent commander deux charges T.T.L. seuls les fonctionnements en mode astable ou monostable permettent d'obtenir des signaux définis. En mode chronomètre ou fréquencemètre, des signaux apparaissent en sortie si $CRx7 = 1$ mais leur forme est imprévisible.

b- 4 Modes de fonctionnement du temporisateur

Parmi les modes de fonctionnement du temporisateur programmable cités précédemment, le mode multivibrateur astable et le mode monostable sont ceux utilisés dans notre cas.

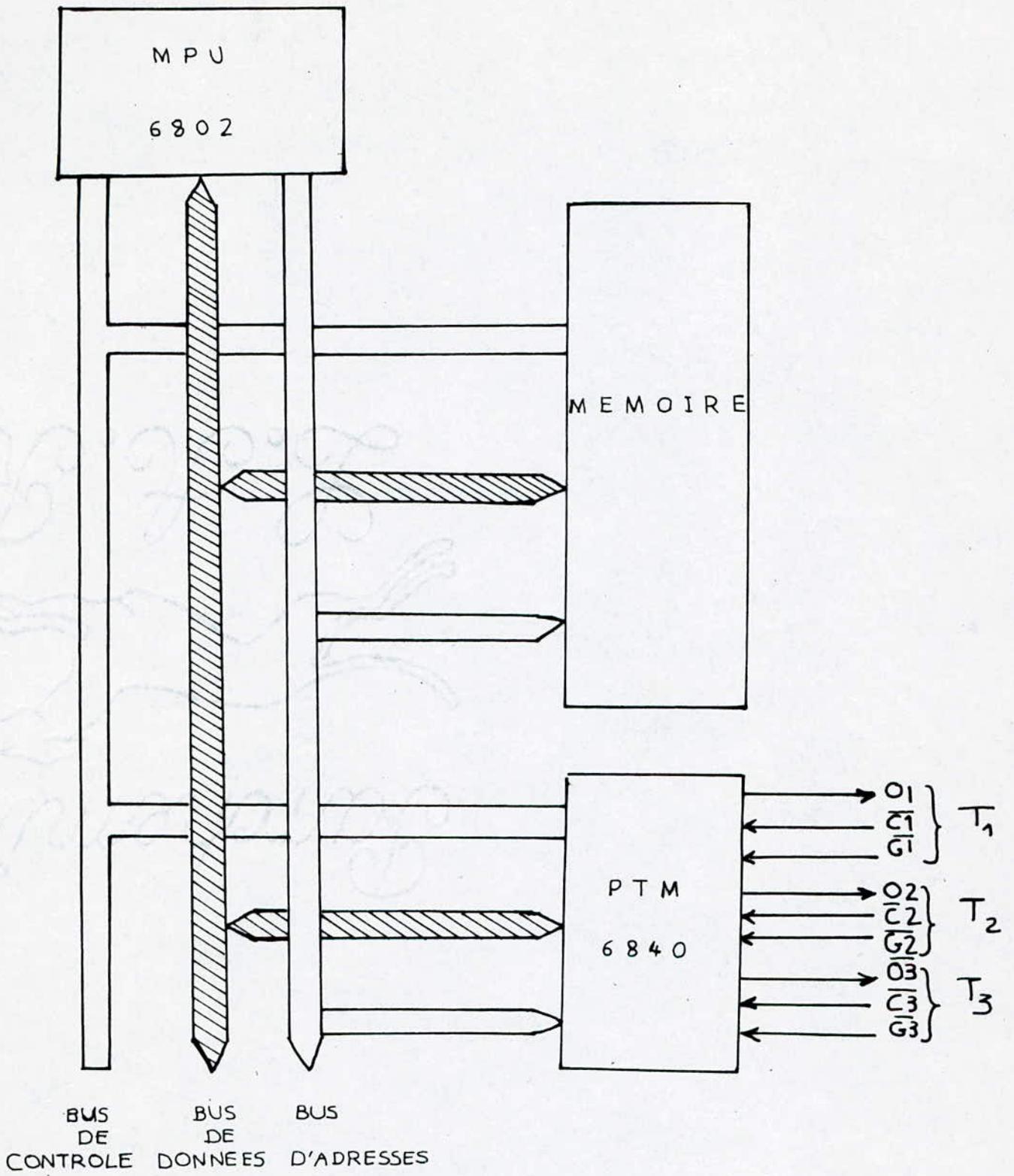


fig:b3. LIAISONS AVEC LA PERIPHERIE

b 4-1 Mode multivibrateur astable (FIG. b4)

Ce mode est utilisable par les 3 temporisateurs. Le signal apparaît sur la sortie OX si celle-ci est validée, l'on obtiendra un signal carré si l'on travaille en 16 bits ($CRx2=0$), ou un signal rectangulaire en 2×8 bits ($CRx2=1$). L'initialisation d'un compteur peut se faire par remise à zéro du temporisateur des 3 façons suivantes :

- Niveau bas sur \overline{RESET} .
 - $CR10 = 1$
 - Transition descendante sur l'entrée \overline{GATE} : Gx.
- d'autre part, si $CRx4 = 0$, on aura une initialisation du compteur à chaque commande d'écriture dans le registre tampon.

* Fonctionnement en 2×8 bits

Le compteur LSB étant utilisé en décompteur, chaque fois que celui-ci passe par zéro, le compteur MSB est décrémenté d'une unité. Quand le LSB = 0, le MSB est inchangé. Sur le coup d'horloge suivant, le LSB est remis à sa valeur initiale - chargé dans le registre tampon - puis le MSB est décrémenté. La sortie si elle est autorisée, revient à l'état bas pendant et après l'initialisation et y reste jusqu'à ce que le compteur MSB soit à zéro. La sortie passera à l'état haut au début de la prochaine impulsion d'horloge, elle restera à l'état haut jusqu'à ce que les compteurs LSB et MSB ^{soient tous deux à zéro au début de la prochaine} impulsion d'horloge, on atteindra la fin d'un cycle et la sortie repassera à l'état bas.

* Fonctionnement en 16 bits

Il est indispensable pour le fonctionnement des compteurs que l'entrée \overline{GATE} soit maintenue à l'état bas. En fonctionnement sur 16 bits, la sortie du compteur, si elle est validée, est à l'état bas pendant toute la phase de mise à l'état initial et y restera ensuite pendant tout le temps de décrementation de compteur. Cette sortie passera ensuite à l'état haut et s'y maintiendra pendant la même période de temps, et ainsi de suite.

b- 4-2 Mode monostable

Ce mode est identique au précédent à trois exceptions près. La première est qu'après le premier time out, la sortie reste à l'état bas jusqu'au prochain cycle d'initialisation.

Comme en fonctionnement multivibrateur, l'on peut travailler sur 16 bits ou en 2x8 bits.

Comme la figure b~~5~~ le montre, le fonctionnement du compteur interne reste cyclique dans le fonctionnement en monostable. Chaque time out du compteur positionne à "1" l'indicateur d'interruption indépendant du registre d'état, ainsi que la réinitialisation du compteur.

La seconde différence est qu'il suffit d'appliquer une transition sur l'entrée GATE pour déclencher le monostable.

La 3^{ème} différence a lieu lorsque $L = M = 0$, en 2x8bits ou $N = 0$ en 16 bits ; la sortie tombe à l'état bas sur cette 1^{ère} impulsion d'horloge reçue pendant ou après l'initialisation du compteur. La sortie reste à l'état bas jusqu'à ce que l'on change le mode de fonctionnement ou que l'on rentre des données différentes de zéro dans les registres tampons. on a toujours un time out à la fin de chaque période d'horloge.

En fonctionnement normal sur 16 bits, le compteur sera décrémenté jusqu'à zéro au bout de $(N+1)$ périodes d'horloges "N" étant la donnée de 16 bits contenue dans le registre tampon

En fonctionnement sur 2x8 bits, le time out dure $(L+1) \times (M+1) T$, L et M étant toujours les données sur 8 bits contenu respectivement dans les registres tampons LSB et MSB. La sortie si elle est validée, est à l'état bas pendant toute la phase d'initialisation et y reste jusqu'à ce que le MSB soit à zéro.

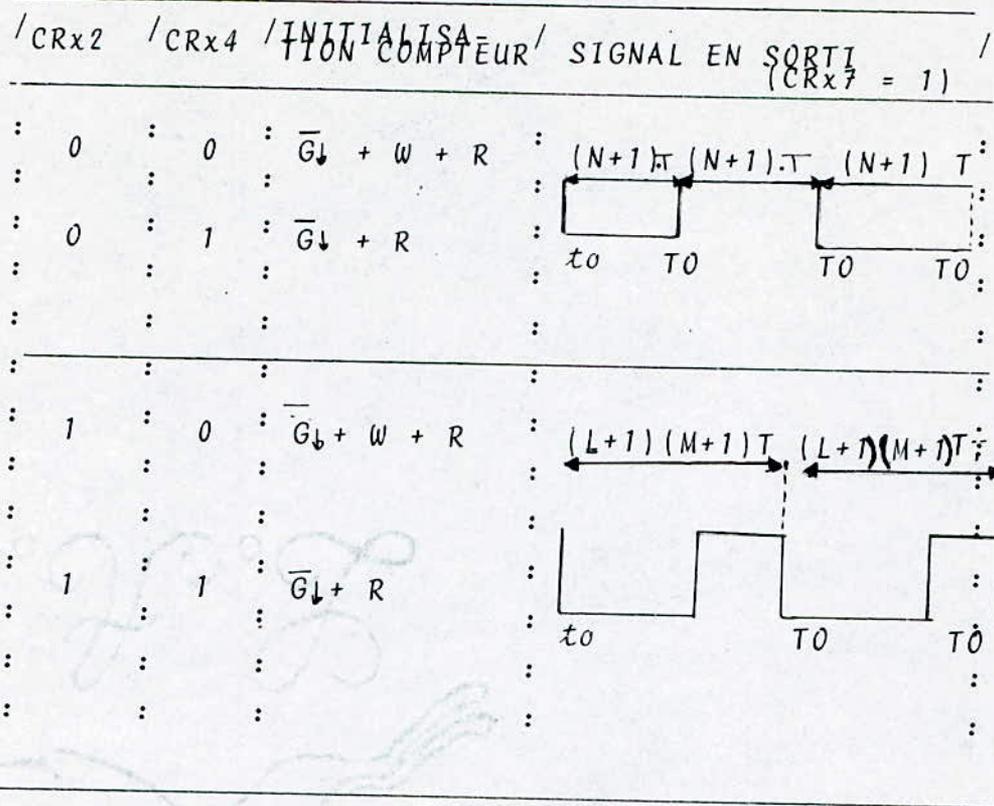


FIG. b.4 Mode astable CRx3 = 0 et CRx5 = 0

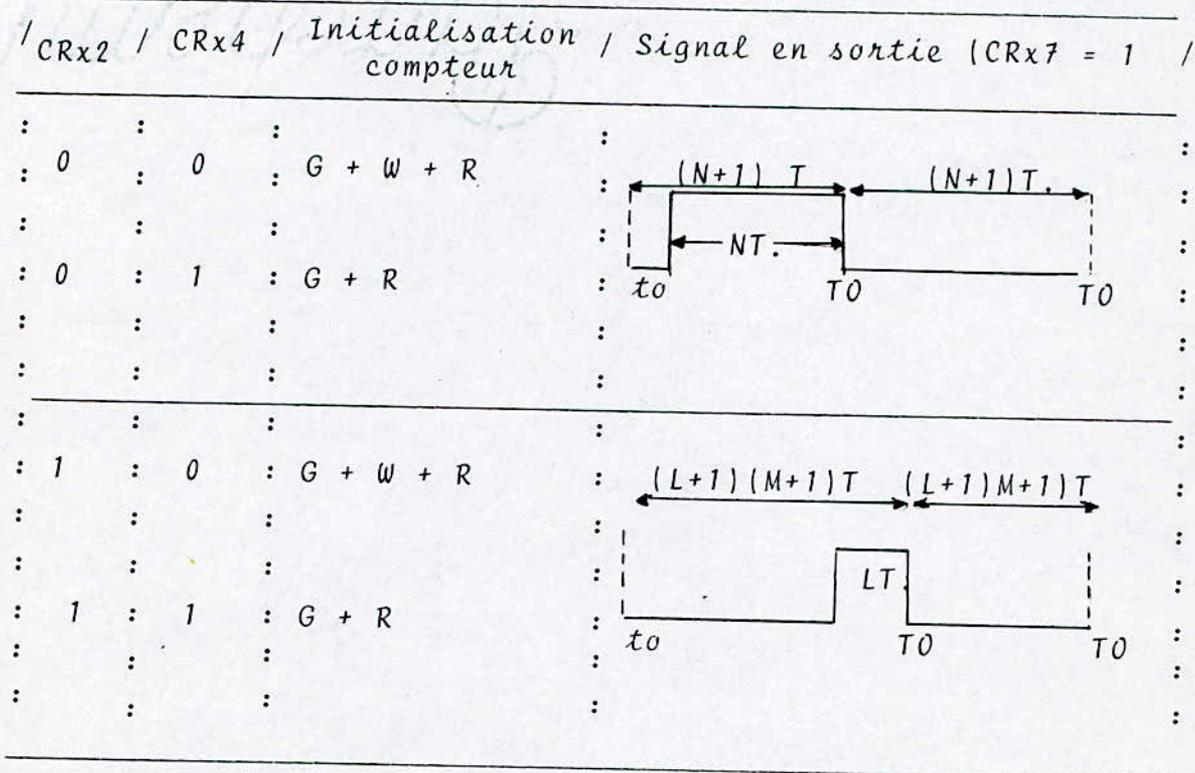


FIG. b.5 Mode monostable CRx3 = 0, CRx5 = 1

- \bar{G} :> Transition négative sur l'entrée \bar{G}
 \bar{W} :> Commande d'écriture dans les registres tampons du temporisateur.
 R :> Initialisation du temporisateur ($CR10 = 1$ ou \overline{RESET} externe = 0)
 N :> Donnée sur 16 bits dans le registre tampon compteur
 L :> "" "" 8 bits MS "" "" LSB du compteur
 (pds faible)
 M :> Donnée sur 8 bits dans le registre tampon MSB du compteur
 (pds fort)
 T : Transition négative sur l'entrée d'horloge du compteur.
 t_0 : Cycle d'initialisation du compteur.
 T_0 : Fin du temps de comptage.

C/ INTERFACE PARALLELE PROGRAMMABLE

P I A 6821

C-1)- GENERALITES

Le P I A (Périphéral interface Adaptor) est l'interface universelle programmable permettant de communiquer avec le microprocesseur.

Le P I A permet l'interface avec :

- Des claviers, codés ou non
- Des afficheurs L E D ou 7 segments ;
- Des imprimantes rapides ;
- Des convertisseurs (C.A.N et C.N.A);
- Des interfaces de puissance de commande d'automatisme à relais ;
- Des tables Traçantes, etc.

Le P I A est un circuit de 40 broches, réalisé en technologie N-MOS et monotension : 5V.

Il est organisé de deux moitiés symétriques A et B ce sont des ports de communication.

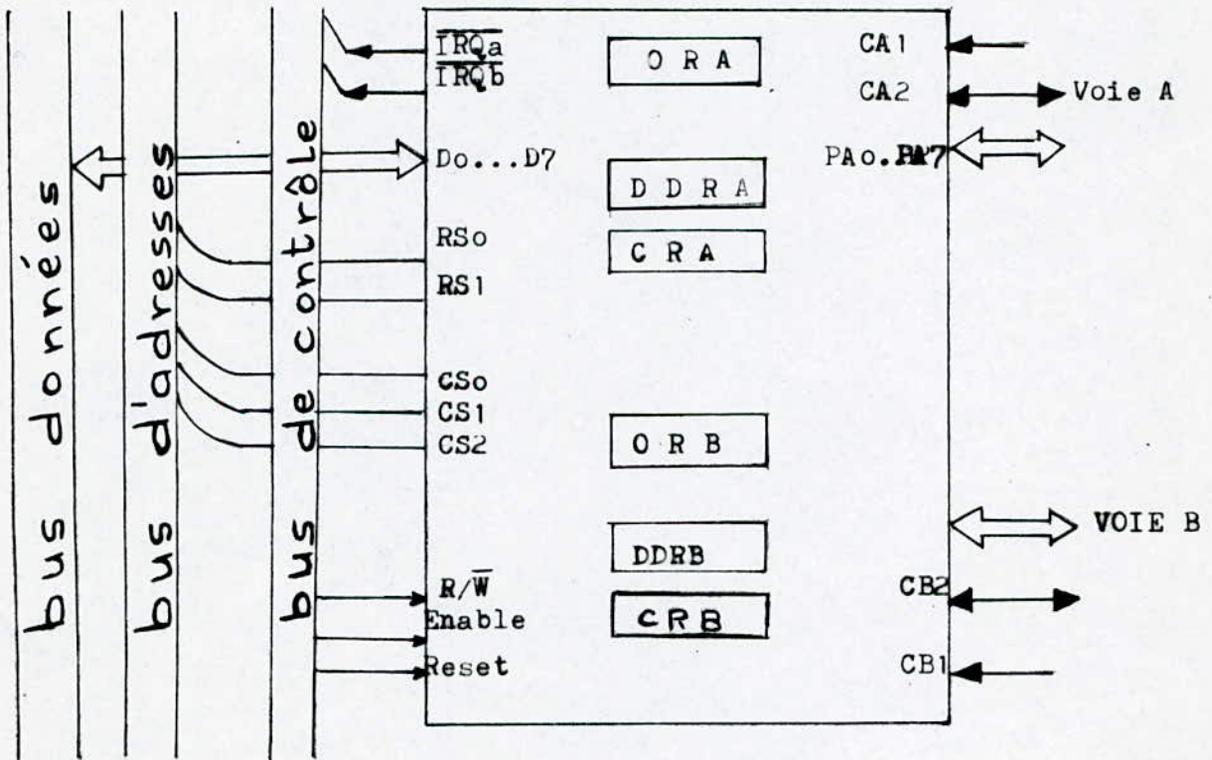
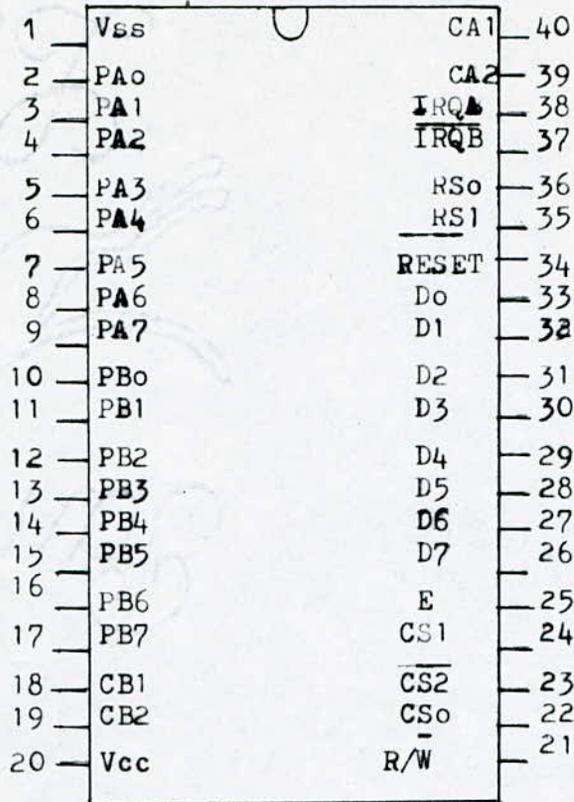
C-2)- ORGANISATION INTERNE DU P.I.A

Le P.I.A se compose de (fig. c1) :

- De deux registres ORA et ORB de donnée en sortie (8bits);
- De deux registres DDRA et DDRB de contrôle de direction pour chacun des 16 bits de données ;
- De deux registres CRA et CRB de contrôle et d'état (8 bits). Il n'y a pas de mémorisation des données lues.

Les registres de sens de transfert de donnée DDRA et DDRB. Ces deux registres permettent de définir le sens de transfert des données.

Chaque bit de ces registres s'il est mis à "1" cela veut dire que ce bit est programmé en sortie, s'il est mis à "0" donc il est en entrée.



Microprocesseur

Peripherique

Fig.1. Organisation interne
Interconnexion du P-I-A

Les registres de contrôle et d'état CRA et CRB permettent au microprocesseur de commander par programme les quatre lignes de contrôles CA1, CA2, CB1 et CB2. Ils permettent aussi d'autoriser les interruptions sur IRQA et sur IRQB et de tester sur les bits 6 et 7 l'état des indicateurs d'interruption (registre d'état). Les bits 0 à 5 de ces registres peuvent être écrits ou lus par le microprocesseur. Les bits 6 et 7 ne peuvent être que lus et sont modifiés par des interruptions externes sur les lignes de contrôle CA1, CA2, CB1 et CB2. (la fig. C.4) résume sous forme de schéma le rôle des différents bits du registre.

C- 3/- INTERCONNEXION DU BOITIER ET ADRESSAGE

Le schéma de la (fig. C-1), montre l'interconnexion du P.I.A avec les bus du microprocesseur et l'extérieur.

ADRESSAGE :

Vis à vis du microprocesseur le P.I.A se comporte comme seulement 4 positions mémoire bien qu'il comporte 6 registres internes. Les instructions utilisés pour les mémoires (DEC, COM, INC, etc...) sont aussi valables pour le P.I.A. En effet les registres de direction de données DDRx et de sortie ORx ont la même adresse, le bit 2 du registre de contrôle correspondant permettra la distinction entre ces deux registres.

Donc avant de programmer ORx ou DDRx il faudra d'abord programmer CRx, quitte à modifier ce dernier par la suite.

La programmation des registres de contrôle du P.I.A. se fait suivant la fig. C-4.

CHOIX de La direc-
-tion de CA2 ou CB2

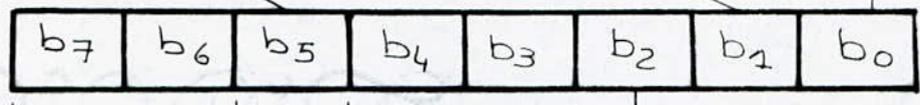
0 : Entrée
1 : Sortie

CHOIX du front
actif de CA1 ou
CB1

0 : front négatif
1 : " positif

INTERRUPTION
relatif au front
actif de CA1 ou CB1

- inhibée si $b_0 = 0$
- Validée si $b_0 = 1$



CRX2	Bit d'adressa- -ge supplémentaire
0	Accès à DDRX
1	Accès à ORX

Bits d'état

- b7 est mis à un par transition active de CA1 ou CB1
- b6 est mis à un par transition active de CB2 ou CA2
- Ces bits sont remis à zéro par lecture du registre de donnée correspondant au par Reset.

Remarques

- Le port A est de préférence en entrée et le port B de préférence en sortie.
- Le choix entre les modes programmé ou interruptible est fixé par b0 (ainsi par b3 si CA2 ou CB2 est une entrée).

Si CA2 ou CB2 est une entrée

Choix du Front actif de CA2 ou CB2	Interruption relative au front actif de CA2 ou CB2
• b4 = 0 Front négatif	• Inhibée si b3 = 0
• b4 = 1 Front positif	• Validée si b3 = 1

Si CA2 ou CB2 est une sortie

b4 b3	mode dialogue réalisé par les signaux CA1/CA2 ou CB1/CB2.
0 0	
0 1	mode « sortie impulsion »
1 0	positionnement à 0 de CA2 ou CB2
1 1	positionnement à 1 de CA2 ou CB2.

Fig. c.4 synoptique de détermination du mot de commande et d'état du P-I-A.

/	/	/	/	/	/	/
/ RS1	/RS0	/CRA-2	/CRB-2	/ADRESSAGE	/	REGISTRE ADRESSE
:	:	:	:	:	:	:
0	0	0	x	ADR	:	Registre de direc- tion (DDRA)
0	0	1	x	ADR	:	Registre de sortie A (ORA)
0	1	x	x	ADR + 1	:	Registre de cont- rôle (CRA)
1	0	x	0	ADR + 2	:	Registre de direc- tion (DDRB)
1	0	x	1	ADR + 2	:	Registre de sortie B (ORB)
1	1	x	x	ADR + 3	:	Registre de con- rôle (CRB)
:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:

x : bit indifférent.

Tableau 1 - TABLE DES ADRESSE

Dans notre carte on a utilisé 2 P.I.A

P.I.A (1)-

PORT A : Utilisé pour activer la guachette du
P.T.M 6840.
: et teste du signal de sortie, du
P.T.M (MC6840).

PORT B : Utilisé pour le convertisseur ADC 804.

P.I.A (2)-

PORT A : Utilisé pour activer les multiplexeurs.

PORT B : Lire la donnée à la sortie du transcodeur
(BCD/Binaire)

L'adressage des 2 P-I-A sera expliqué plus loin.


```

CLRA
STAA   PIA   CRA
STAA   PIA   CRB
STAA   PIA   DRA
COMA
STAA   PIA   DRB
LDAA   ## 04
STAA   PIA   CRA
LDAA   ##14H
STAA   PIA   CRB

```

} Initialisation du P.I.A

```

AT CA.  LDAA   PIA   CRA   } Test de CRA7
        BPL    AT   CAI
        LDAA   PIA   ORA   } Lecture Port A
ATC B2  LDAB   PIA   CRB   } Test de CRB6
        ROLB
        BPL    ATC B2
        STAA   PIA ORB   } Ecriture Port B
        LDAA   PIA ORB   } Lecture fictive de ORB
        BRA    AT   CAI   } Pour 0 ———> CRB6
END

```

Fig. C.6- Exemple d'utilisation des lignes de commande.

Les périphériques d'un ordinateur manipulent des informations à caractère digital, c'est à dire que l'unité centrale (microprocesseur) peut directement les manipuler sans transcodage, c'est pour celà qu'il faut mettre en oeuvre un appareil spécialisé, nommé convertisseur analogique digital celui utilisé ici est l'ADC 0804.

C'est un circuit CMOS 8 bits, facilement interfaçable avec les microprocesseurs tels que : 6800, 6802, Z80,

d-1 Caractéristiques de l'ADC 0804

- Résolution de 8 bits.
- Tension de référence : $U_{réf} = +5v$.
- Temps de conversion : $t_c = 100 \mu s$.
- Temps d'accès : $t_{cc} = 135 ns$.
- La tension de l'échelon correspondant au bit du poids le plus faible (LSB), sera :

$$e = \frac{U_{réf}}{2^n} = \frac{5v}{2^8} = \frac{5v}{256} \approx 19,53 \text{ mv.}$$

l'erreur commise sur la Conversion, est donnée par la formule :

$$\epsilon_0 \leq \frac{1}{2} \cdot \frac{U_{réf}}{2^n}$$

$$\epsilon_0 \leq 9,76 \text{ mv.}$$

Le brochage et le diagramme des temps sont donnés par la fig d.1

d- 2 Interfaçage de l'ADC 0804

Dans la Fig d.2 , l'ADC 0804 est interfacé au microprocesseur 6802 à travers le port B du MC 6821 P.I.A.

Ici, la pîne \overline{CS} du convertisseur A/D est reliée à la masse vu que le P.I.A est déjà sélectionné par le système 6802 le décodage de \overline{CS} n'est donc pas nécessaire.

De même, les lignes de données en sortie du convertisseur A/D sont connectées au bus du microprocesseur sous le contrôle d'un programme à travers le PIA ainsi, la broche

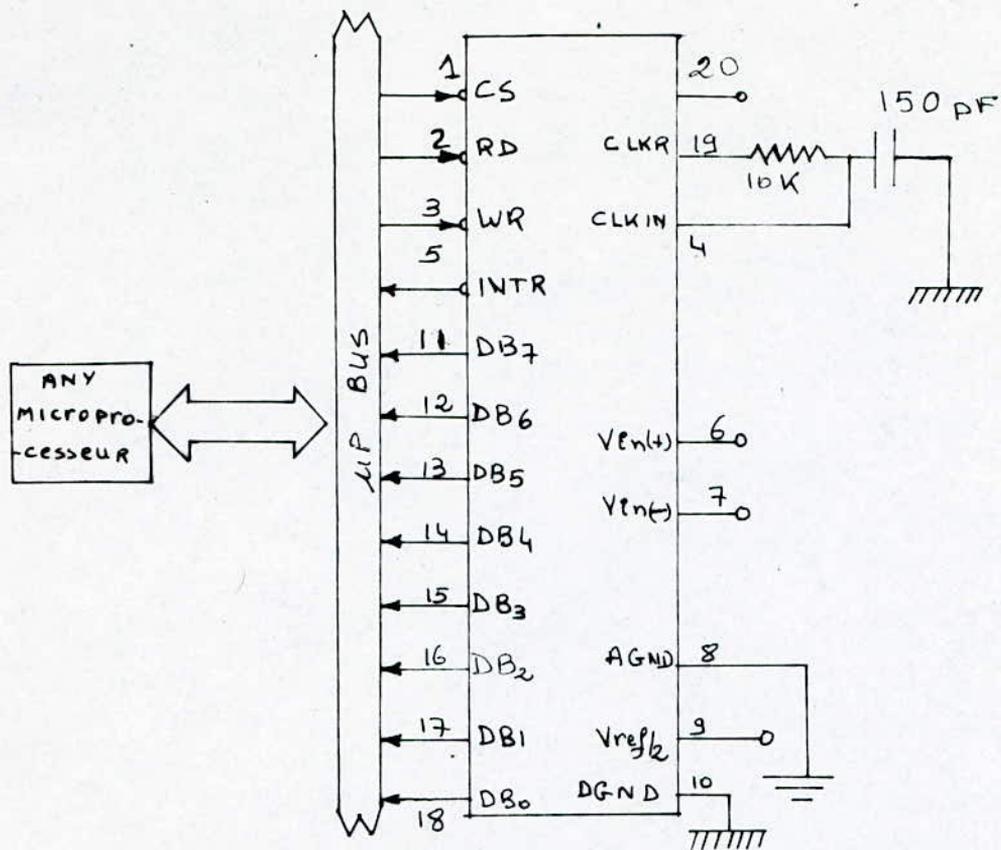
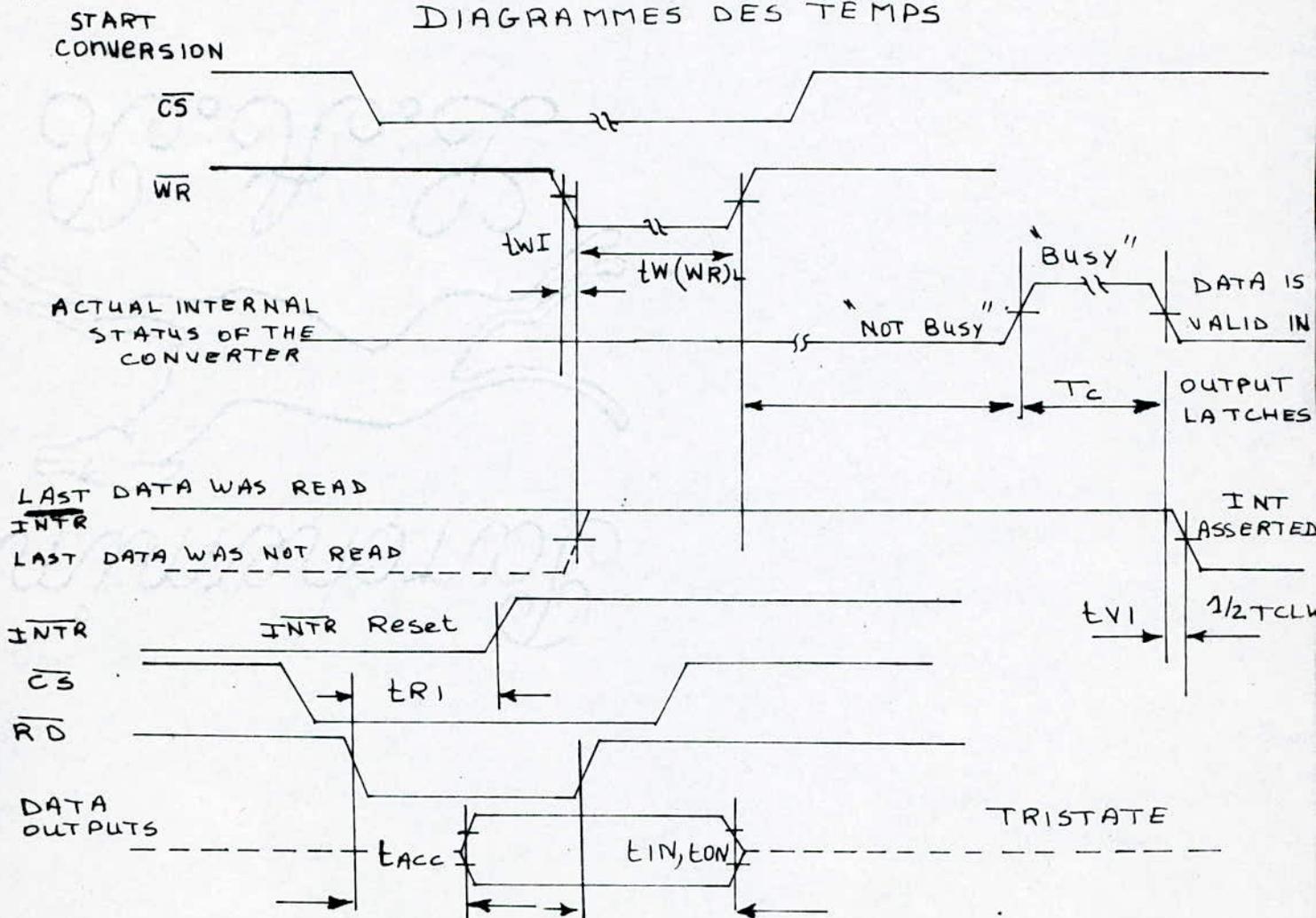


FIG. d.1.

DIAGRAMMES DES TEMPS



\overline{RD} du convertisseur A/D peut être reliée à la masse.

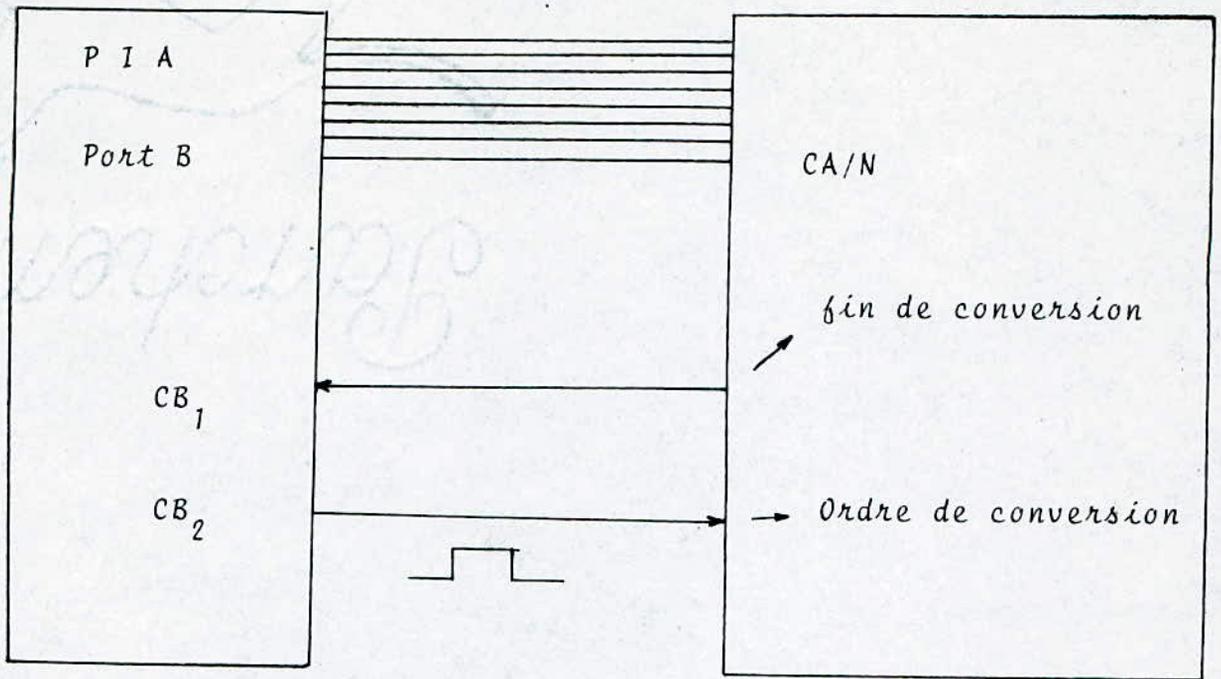


Fig. d.2 - COMMANDE D'UN CAN.

Notons que notre cas ne nécessite pas l'utilisation d'un échantillonneur bloqueur, vu que le signal analogique varie lentement au cours du temps, ce qui revient à considérer que la donnée analogique est constante durant le temps de sa conversion.

e/- ACQUISITION DE DONNEES EXTERNES

Etant donné que la courbe $T : f(t)$ doit répondre aux exigences de l'utilisateur (vitesses de montée et durées des paliers). Des données doivent être nécessairement introduites de l'extérieur, et envoyées dans la R-AM du microprocesseur pour cela, nous avons choisi d'utiliser des roues codeuses.

Les 10 chiffres décimaux 0,1,2,...,9 sont disposés sur un cylindre de 2,5 cm de diamètre environ, enfermé dans une boîte rectangulaire avec une fenêtre sur la partie supérieure. Cette fenêtre laisse apparaître l'un des 10 chiffres décimaux et le code BCD de ce chiffre est alors présent sur cinq bornes de sortie à la partie inférieure de la roue codeuse (4 bits 1.2.4.8 et le commun). Pour changer de chiffre, il suffit de tourner le cylindre grâce à une roue dentée associée à ce cylindre. Ceci étant un type de roue codeuse spécifique.

La roue codeuse est un organe d'entrée destiné à être lu par le microprocesseur.

Nous utilisons pour chaque donnée 2 roues codeuses placées en parallèle (voir fig. E-1).

Un transcodage BCD binaire est indispensable avant l'envoi de la donnée au microprocesseur qui exécutera la comparaison entre la tension provenant du C.A.N codé en binaire et les tensions introduites par les roues codeuses.

Afin d'utiliser un seul transcodeur ainsi qu'un seul circuit d'entrée-sortie, un aiguillage des données est nécessaire. Pour cela, on utilise des multiplexeurs.

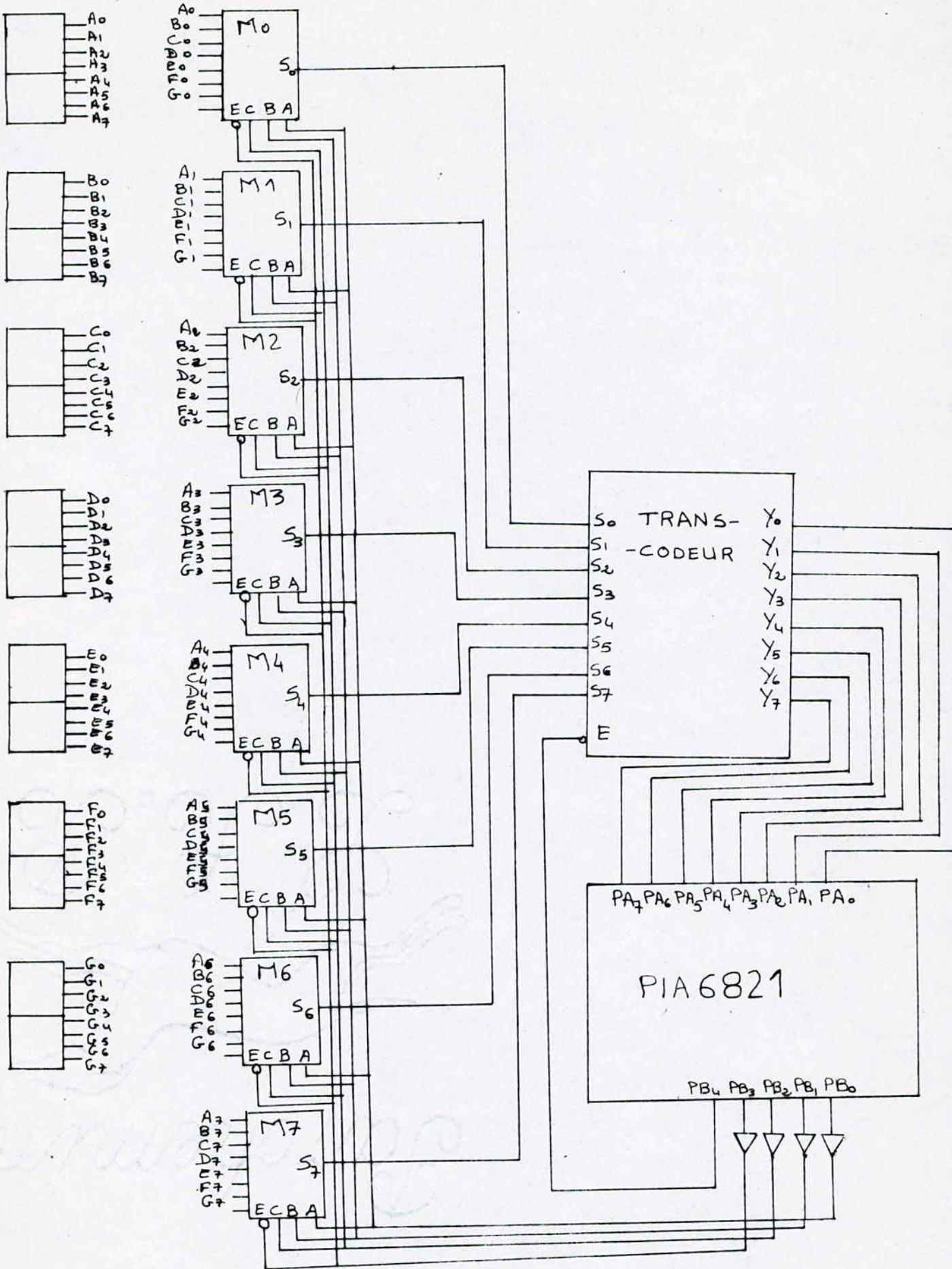
La donnée en binaire est envoyée sur un port du PIA qui la transmettra à son tour au microprocesseur (voir fig. E-1).

• Commande du temps.

D'après notre programme, le temps est introduit en minutes. Il variera entre 00 mn et 99 mn ce qui correspond aux durées des paliers.

• Commande de la température.

La tension étant introduite à travers 2 roues codeuses,



fig,e1 Carte acquisition de données.

celle ci variera entre 5mv et 54mv.

La correspondance tension température sera donnée en annexe sur une table .

La limite supérieure de la tension est prise égale à 54 mv, cette valeur représente la tension maximale délivrée par le thermocouple.

La valeur minimale que peut prendre la tension pour être prise en considération par le convertisseur est de 5mv. Celle ci étant au préalable multipliée par 4 par programme. Et cela afin d'avoir le premier palier à la plus petite température possible ($T = 120^{\circ}\text{C}$).

• Commande de la vitesse de montée.

La vitesse de montée de la température en fonction du temps étant commandée par la valeur de "L", celle-ci est choisie par l'utilisateur. Elle est introduite dans le système à travers deux roues codeuses. Ce qui lui permet de prendre des valeurs allant de 00 à 99. Ces valeurs étant ensuite multipliées par 2, elles peuvent aller de 0 à 198, correspondant ainsi à un paquet d'ondes variant de 0 à 20 périodes secteur.

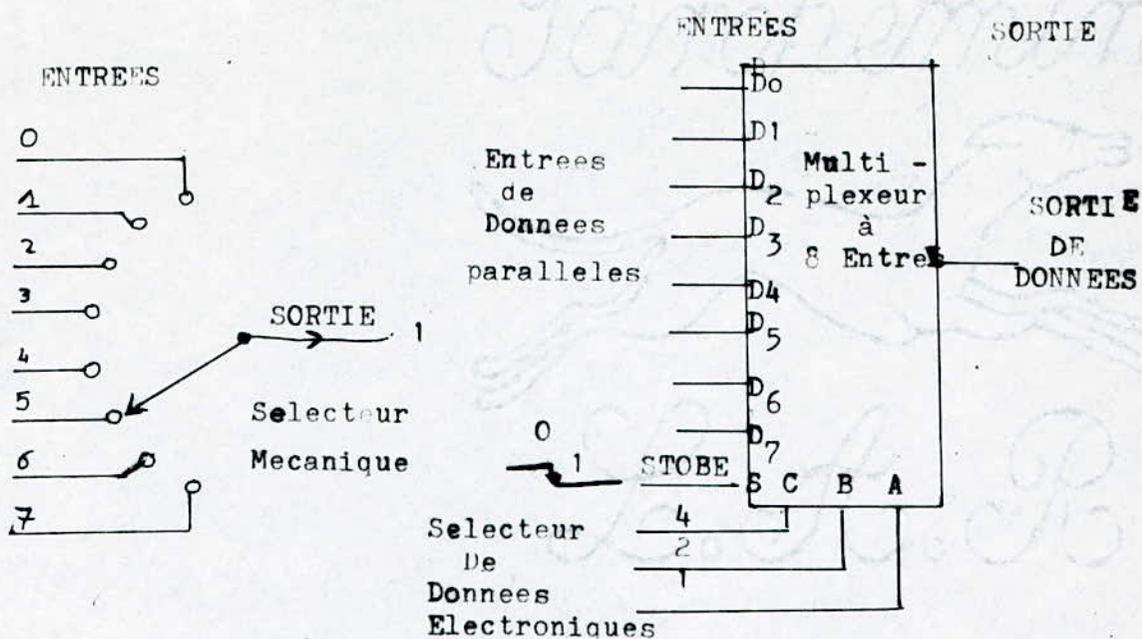
ADRESSAGE DES MULTIPLEXEURS

Le multiplexeur est également appelé un selecteur de données. L'action du commutateur mécanique représenté est identique à celle d'un selecteur de données / multiplexeur électronique.

Le commutateur rotatif possède 8 entrées et une sortie unique. La fig. 3.b représente le diagramme logique d'un multiplexeur selecteur de données à 8 entrées parallèles D0-D7 et à sortie unique y. Nous constatons également que cette unité possède une entrée d'activation: STROBE.

Au bas du diagramme logique nous notons, la présence des entrées de selection de données. A, B, c.

Les données binaires présentées à ces entrées déterminent l'entrée qui sera connectée à la sortie selon la table de vérité du multiplexeur choisi.



(a) Commutateur mécanique analogue au multiplexeur / selecteur de données.

(b) Multiplexeur à 8 entrees

Pour STROBE (Validation=0)
(Invalidation=1)

fig,e.2

ENTREES			SORTIES		
S E L E C T			STROBE (Enable) S	Y	W
C	B	A			
X	X	X	H	L	$\overline{D_0}$
L	L	L	L	D ₀	$\overline{D_1}$
L	L	H	L	D ₁	$\overline{D_2}$
L	H	L	L	D ₂	$\overline{D_3}$
L	H	H	L	D ₃	$\overline{D_4}$
H	L	L	L	D ₄	$\overline{D_5}$
H	L	H	L	D ₅	$\overline{D_6}$
H	H	L	L	D ₆	$\overline{D_7}$
H	H	H	L	D ₇	$\overline{D_7}$

- Table de vérité du multiplexeur 74LS 151

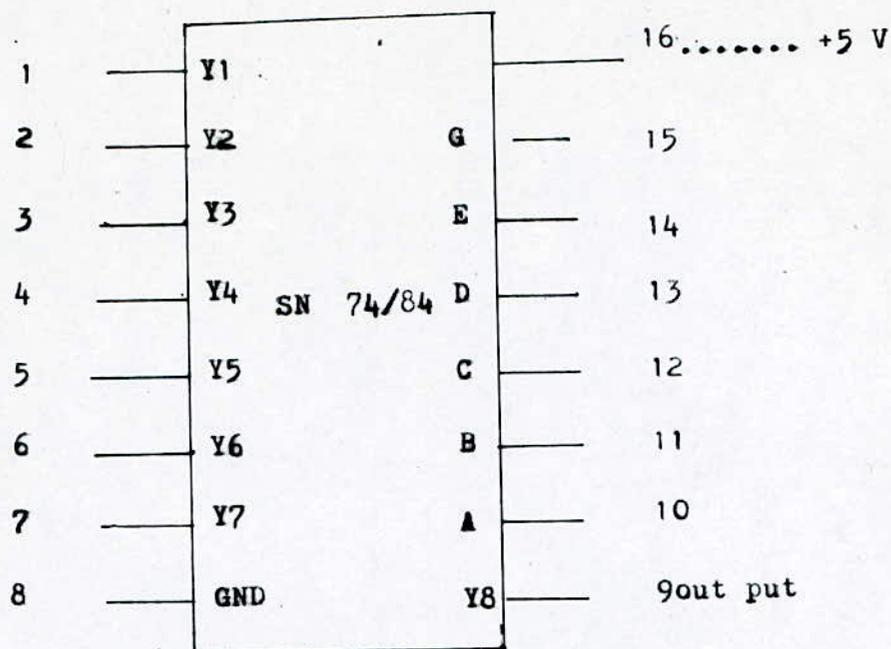
Dans notre cas, on utilise le SN 74 LS 151.
Les entrées de selection du multiplexeur sont commandées à partir de 3 lignes du port B du P.I.A.

Une quatrième ligne est utilisée pour l'activation de l'entrée STROBE.

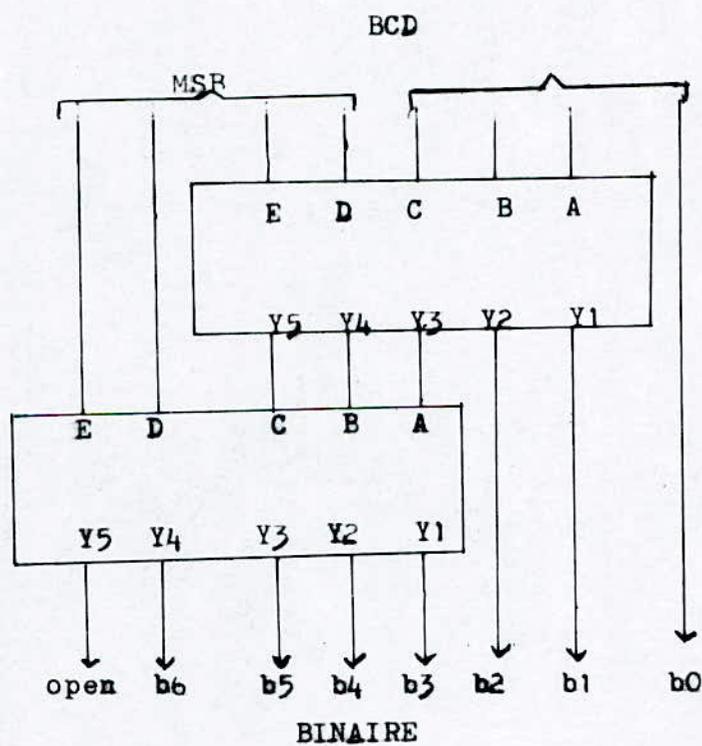
TRANSCODEUR

A partir de 2 transcodeurs 74 184 (4 bits) on réalise un circuit de transcodage B-C-D - binaire (8bits) suivant la fige.3.

Il possède une entrée d'activation strobe que nous activons en la reliant à la ligne PB4 du PIA.



TRANSCODEUR B.C.D/ Binaire (4bits/ 4bits)



Figes TRANSCODEUR B.C.D / Binaire(8bits/8bits)

f /- EPR0M (electrically programmable ROM)

L'EPR0M figure parmi les composants importants constituant notre carte. elle contient le programme qui permet de gérer notre appareil.

L'EPR0M utilisée pour notre carte est une 2716 monoton (+5v) de la technologie N-MOS sa capacité est de : 2Kx8 bits.

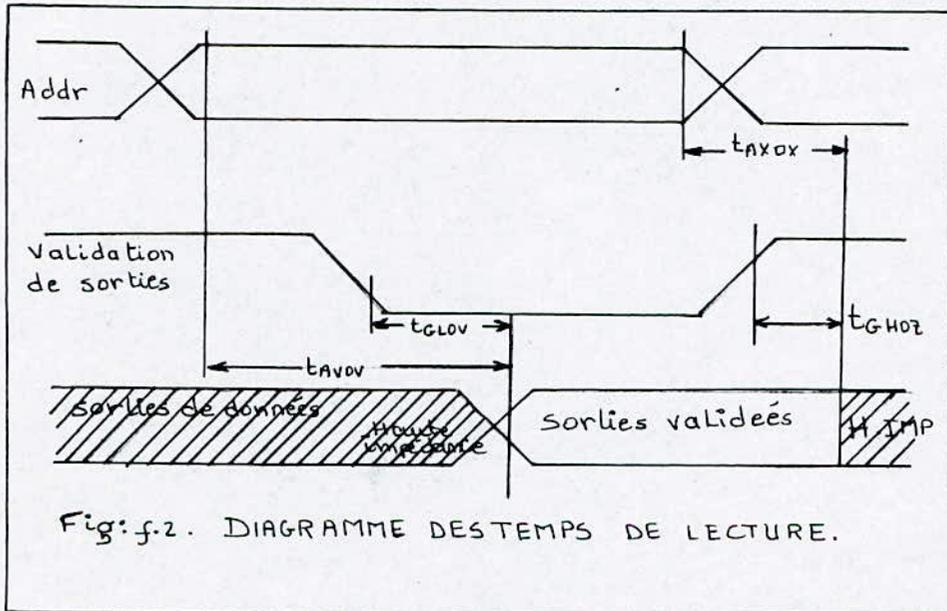
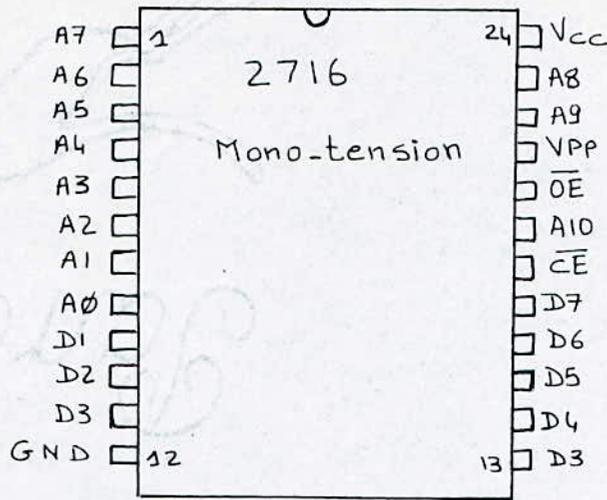
Caractéristiques

- 1- Brochage : - voir fig; f-1.
- 2- conditions statiques de lecture :-

Elles sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Paramètre	: SYM.	: MIN.	: NOMI	: MAX.	: UNI.
	: BOLE	:	:	:	:
tension d'alimentation	: Vcc	: 4,75	: 5	: 5,25	: v
	: Vpp	: Vcc+0,6	: 5	: Vcc+0,6	: v
tension d'entrée à l'état bas	: VIL	: 0,1	: /	: 0,8	: v
tension d'entrée à l'état haut	: VIH	: 2	: /	: Vcc+1	: v

BROCHAGE DE L'EPROM fig: f.1



g/ RENFORCEMENT DES BUS

Dès qu'un système à microprocesseur dépasse les 3 à 4 boîtiers, si ceux ci sont en T-T-L, ou les 5 à 6 boîtiers, si ceux ci sont en M.O.S, les amplis de bus sont quasiment obligatoires et sont montés sur toutes les cartes du système qu'elle qu'en soit la fonction. Et pour plus de précaution le renforcement des bus est nécessaire.

Deux standards de fait existent à cet égard. D'abord le 74 LS 244 pour les liaisons à sens unique telle que les lignes d'adressage et les lignes de contrôle.

Pour les bus des données, on pourrait aussi s'en servir ; on préfère en général le 74 LS 245 c'est un buffer bidirectionnels.

Les amplis de bus unidirectionnels sont validés en permanence, tandis que les lignes de données passent par un ampli de bus bidirectionnel validé en permanence et dont le sens de transfert est commandé par la sortie R/\bar{W} du microprocesseur. (voir fig 9-1)

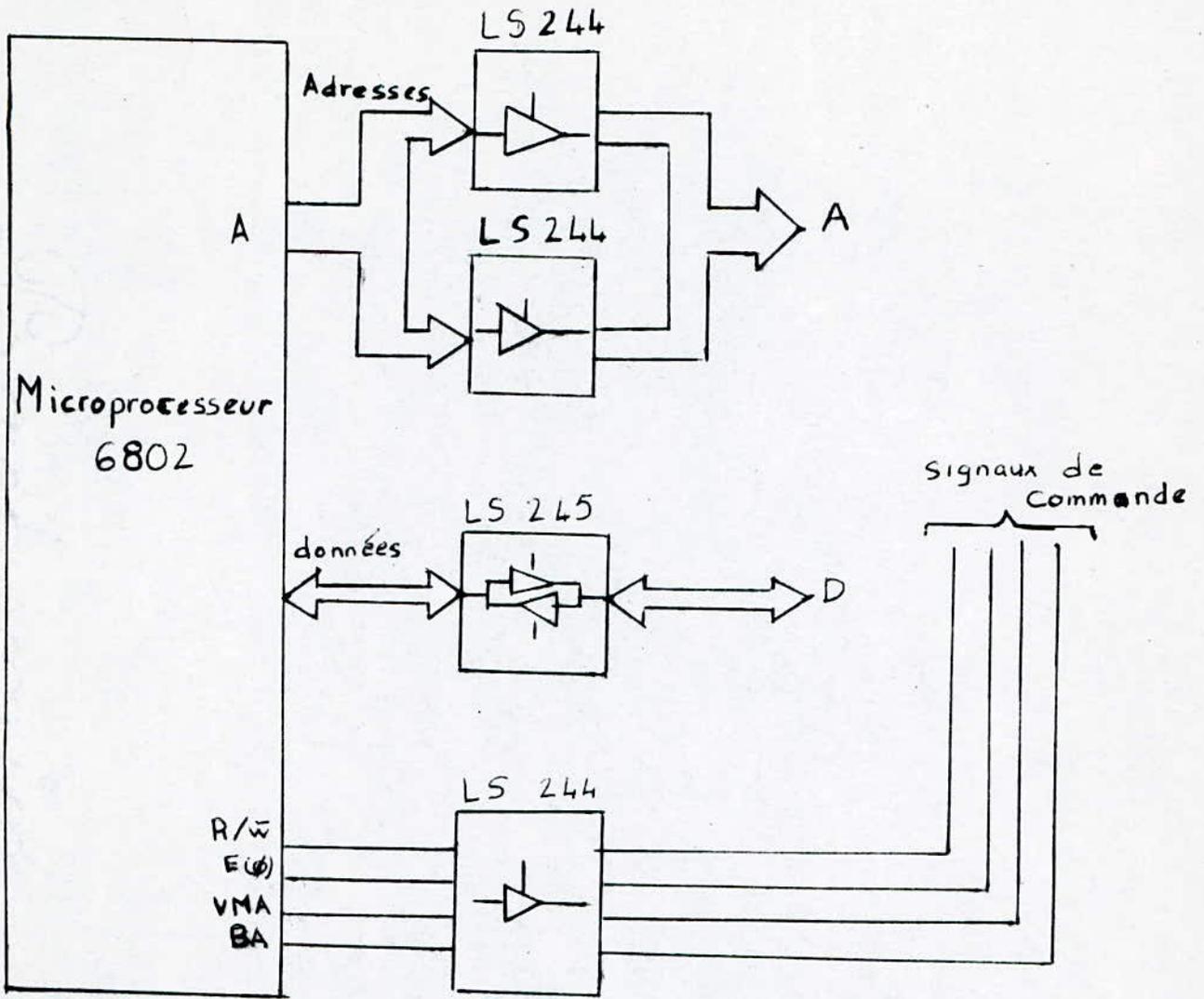
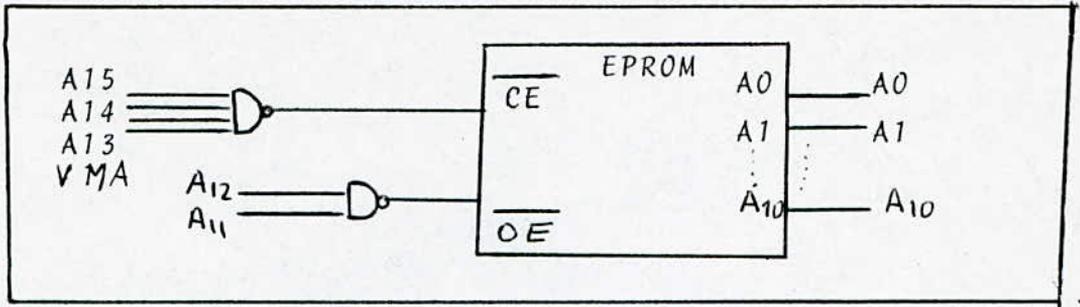


Fig : 9-1

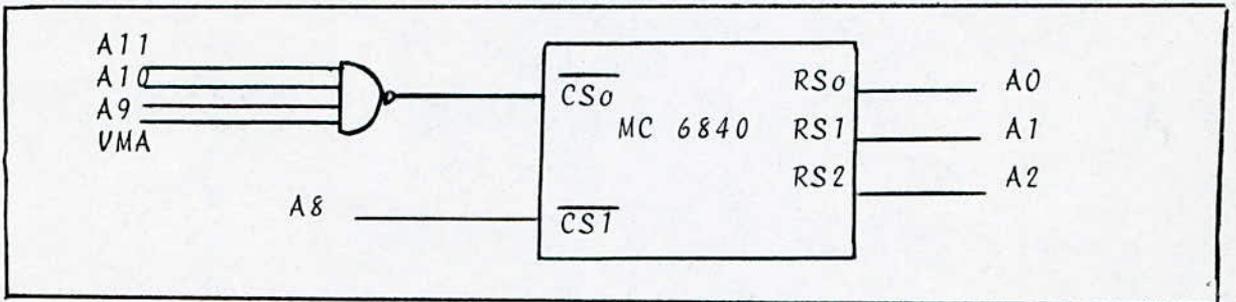
Les 16 bits du bus d'adresses seront utilisés pour chaque boîtier, par l'intermédiaire des circuits à portes.



L'adresse de l'eprom est : F 800

Adressage du P.T.M.:

Le P.T.M Mc 6840 possède 2 entrées chip select $\overline{CS0}$ et $\overline{CS1}$ et 3 entrées RS_0 , RS_1 , RS_2 qui seront reliées respectivement à A_0 , A_1 et A_2 .



L'adresse du P.T.M est : 0 F00

Le temporisateur programmable aura pour adresses :

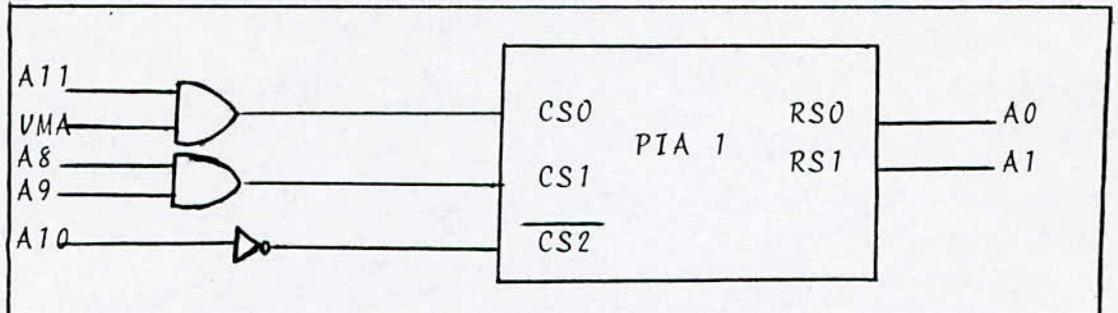
- 0F00 : CR1 et CR 3 suit CR20
- 0F01 : CR2
- 0F02 : Registre tampon et compteur MSB1 suivant R/W
- 0F03 : " " " " LSB1 " "
- 0F04 : " " " " MSB2 " "
- 0F05 : " " " " LSB2 " "
- 0F06 : " " " " MSB3 " "
- 0F07 : " " " " LSB3 " "

... / ...

Adressage des P I A

Les P I A 6821 possèdent 3 entrées chip-select (CS0, CS1 et $\overline{\text{CS}} 2$) et 2 entrées RS0 et RS1 qui seront affectées à A0, A1, respectivement.

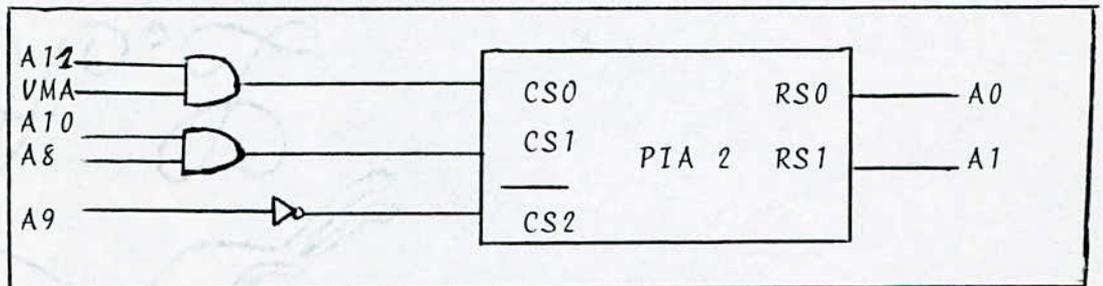
Premier PIA : (PIA (1))



Les registres du PIA 1, auront les adresses suivantes :

0B00	:	Registre de direction	DDRA	ou		
		"	"	sortie	ORA	
0B01	:	"	"	Contrôle	CRA	
0B02	:	"	"	Direction	DDRB	ou
		"	"	sortie	ORB	
0B03	:	"	"	contrôle	CRB	

Deuxième P.I.A (PIA (2))



Les registres auront les adresses suivantes :

0D00	:	Registre de direction	DDRA	ou		
		"	"	sortie	ORA	
0D01	:	"	"	contrôle	CRA	
0D02	:	"	"	direction	DDRB	ou
		"	"	sortie	ORB	
0D03	:	"	"	contrôle	CRB.	

. . . / . . .

Adressage de la RAM interne 6802 :

Le micro-processeur MC 6802 possède une entrée de validation RE de la RAM interne si :

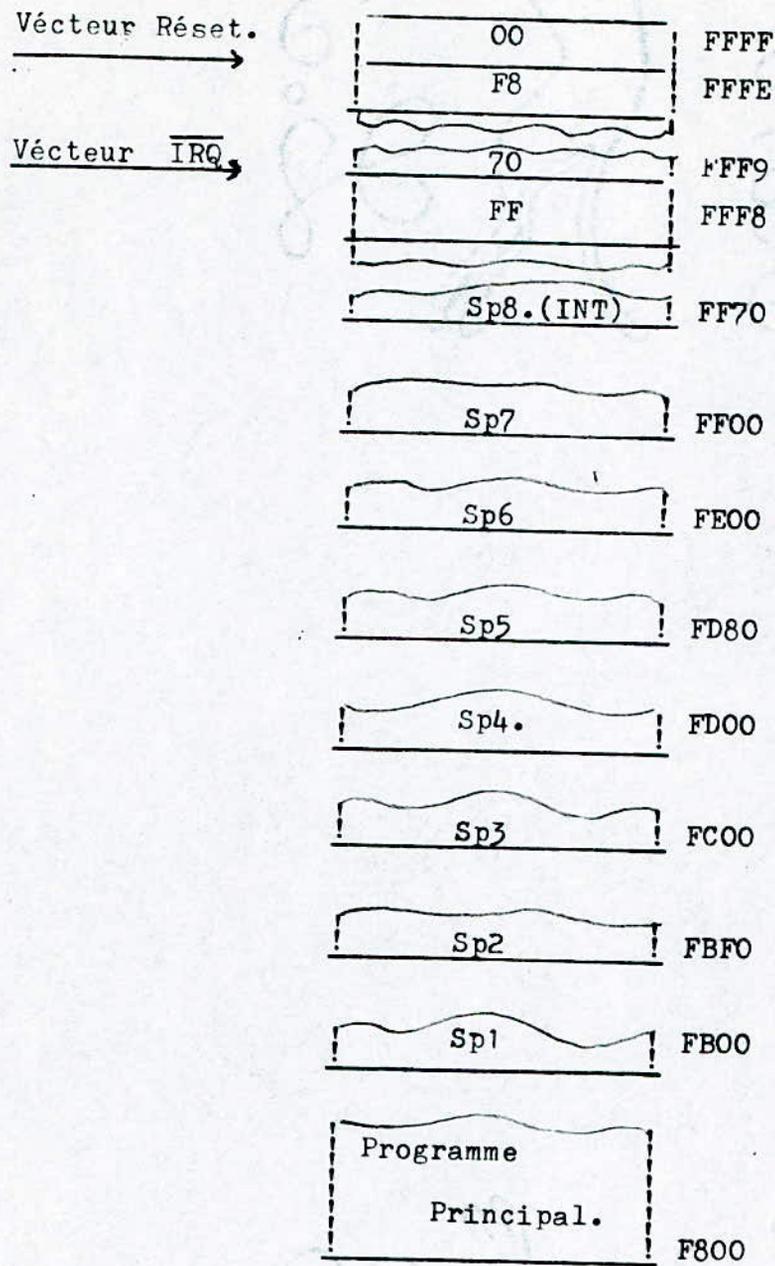
- . RE = 1, RAM interne accessible ;
- . RE = 0, RAM interne inhibée ;

La RAM est de 128 octets, d'adresse 00 à 7F.

TABLEAU RECAPITULATIF

BOITIER	A15A14A13A12	A11A10A9A8	A7A6A5A4	A3A2A1A0	A D R E S S E
Eprom	1 1 1 1	1 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0	F 8 0 0
	1 1 1 1	1 1 1 1	1 1 1 1	1 1 1 1	F F F F
P.T.M	0 0 0 0	1 1 1 1	0 0 0 0	0 0 0 0	0 F 0 0
	0 0 0 0	1 1 1 1	0 0 0 0	0 1 1 1	0 F 0 7
P:I.A 1	0 0 0 0	1 0 1 1	0 0 0 0	0 0 0 0	0 B 0 0
	0 0 0 0	1 0 1 1	0 0 0 0	0 0 1 1	0 B 0 3
P.IA 2	0 0 0 0	1 1 0 1	0 0 0 0	0 0 0 0	0 D 0 0
	0 0 0 0	1 1 0 1	0 0 0 0	0 0 1 1	0 D 0 3
RAM interne	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0
	0 0 0 0	0 0 0 0	0 1 1 1	1 1 1 1	0 0 7 F

Détermination de l'espace mémoire: —



b/- Programmation du PTM

Comme cela a été expliqué précédemment, les trois timers indépendants du temporisateur programmable peuvent être utilisés pour des fonctions différentes.

TIMER N° 1/-

Il génère le signal variable qui attaque la gachette du triac programmé en mode monostable puis en mode astable ce timer délivre le signal nécessaire permettant la commande de température (Voir chapitre I).

Ce timer fonctionne avec une horloge externe de 500 Hz délivrée par le timer N°3.

TIMER N° 2 /-

Programmé en mode astable avec autorisation des interruptions, ce timer sera utilisé en compteur de 00 à 99 minutes, délivrant ainsi des signaux de périodes 1 mn. L'interruption est transmise au microprocesseur au bout de chaque minute.

Le principe utilisé avec ce timer est celui d'une horloge temps réel qui permet de compter les durées des recuits.

L'horloge de fonctionnement de ce timer est aussi celle délivrée par le timer N°3 (Horloge de 500Hz).

TIMER N° 3 /-

Programmé en mode astable, ce timer sera utilisé en horloge de 500Hz avec laquelle fonctionneront les Timers 1 et 2.

Notons que ce timer fonctionne avec l'horloge interne du microprocesseur divisée par 8.

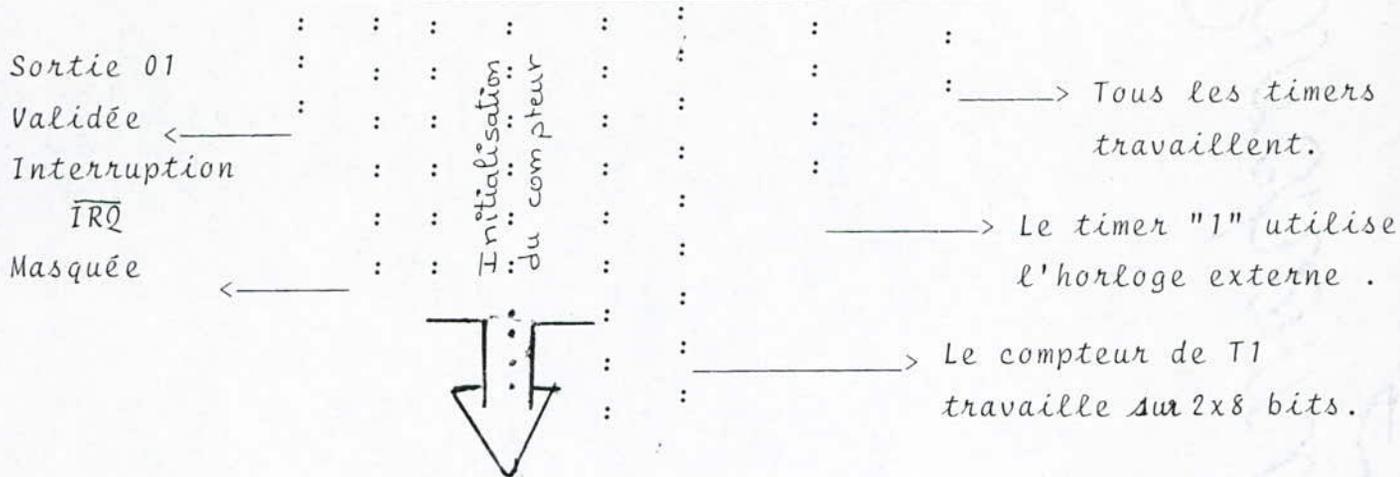
b-1 Programmation du timer n° 1

- Mode monostable :

Déterminons le mot de commande :

/ 1 / 0 / 1 / 0 / 0 / 1 / 0 / 0 /

/ 1 / 0 / 1 / 0 / 0 / 1 / 0 / 0 / ———> \$ A4



MODE MONOSTABLE

PROGRAMME D'INITIALISATION

```
LDAA # $ 01
STAA $ 0F01
LDAA # $ A4.
STAA $ 0F00
LDX $ 0030.
STX $ 0F02
```

* accès à CR1

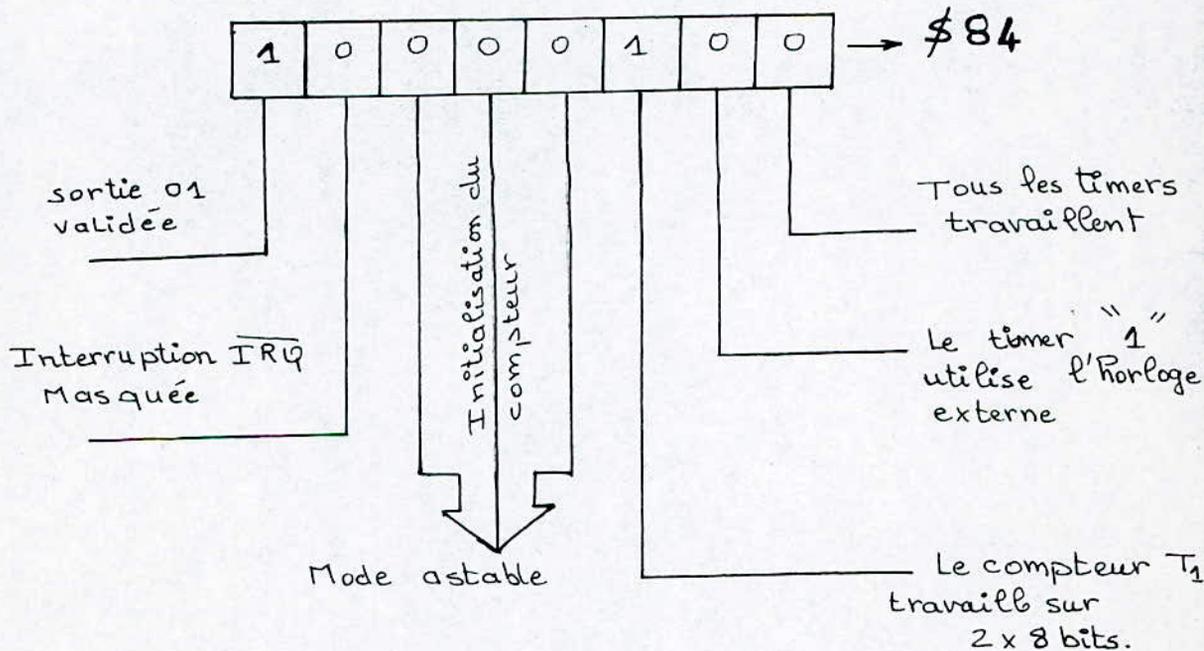
* Initialisation du tempo "1"

* Charger le registre d'index
avec les valeurs M et L.

* Initialisation du registre
tempo N°1.

MODE ASTABLE

Le mot de commande déterminé à partir du registre
de contrôle, sera :



PROGRAMME D'INITIALISATION

```
LDAA # $ 01          * accès à CR1.  
STAA $ 0F01         * Initialisation du temps 1.  
LDAA # $ 84         * Initialisation du registre  
STAA $ 0F00         * Initialisation du registre  
LDX $ 0030          * Initialisation du registre  
                    * tampon N°1  
  
STX $0F02.
```

b- 2 Programmation du TIMER N° 2

On désire obtenir à la sortie de ce timer un signal carré de période 1 mn. On utilisera de ce fait le Timer N°2 sur 16 bits.

Détermination de N

La période du signal étant donnée par la formule :

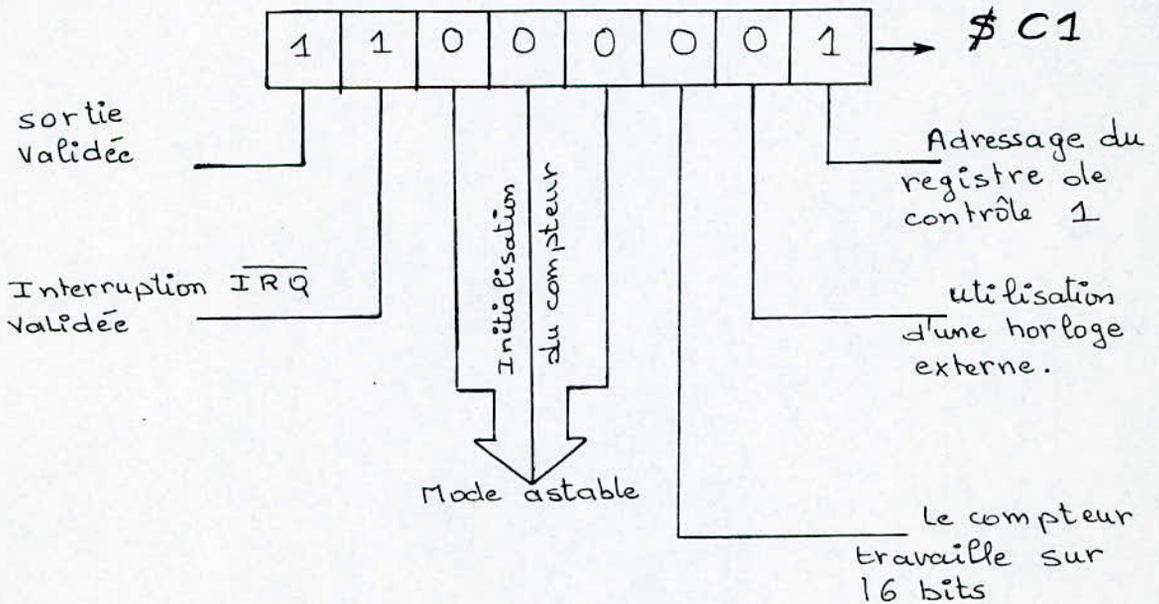
$$2(N+1)T = 1mn.$$

avec : $T = 2ms.$

d'où $N = (14999)$

soit : $N = \$83 A97$

Le mot de commande prendra la valeur



PROGRAMME D'INITIALISATION

LDA # \$ C1

* accès à CR2 initialisation
du tempo 2.

STAA \$ 0F01

LDX # \$ 3A97

* Initialisation du registre
Tempo N° 2

STX \$ 0F04

b- 3 Programmation du Timer N° 3

Le signal à la sortie de ce timer étant un signal carré de période 2 mS, on utilisera ce timer N° 3 sur 16 bits.

Détermination de N

$$2(N+1)T = 2\text{mS}$$

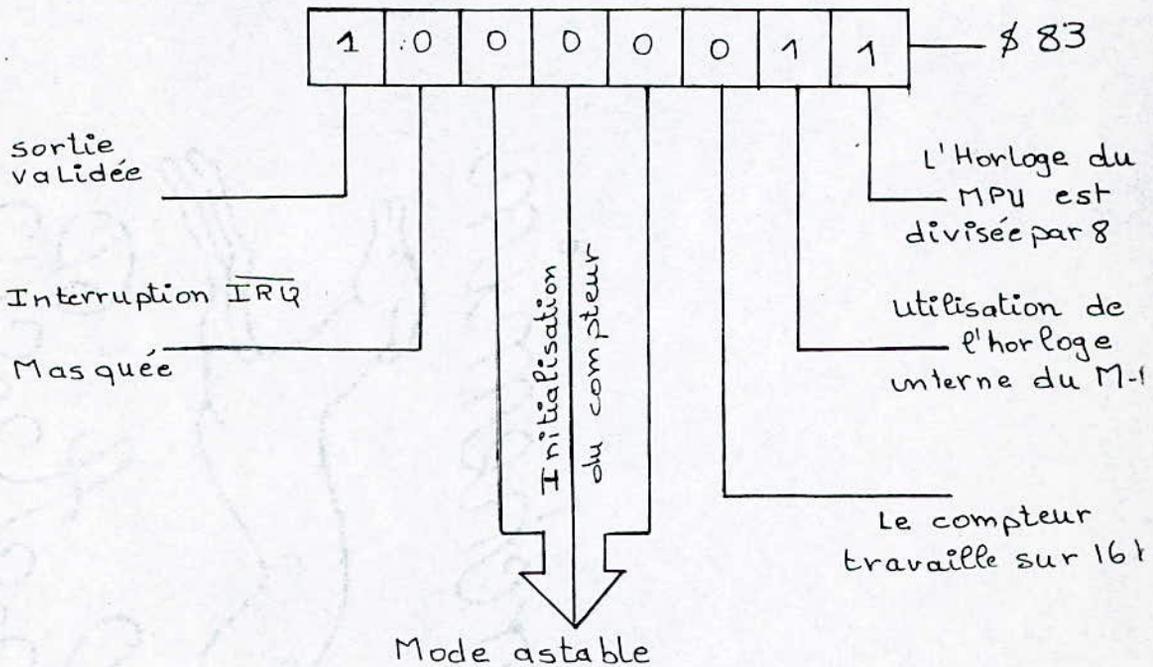
$$\text{et } T = 8\mu\text{S.}$$

$$\text{d'où : } N = (124)_{10}.$$

soit :

$$N = \$ 007C$$

Déterminons le mot de commande :



Programme d'initialisation

LDAA # \$ 01
STAA \$ 0F01
CLRA

* accès à CR1

* Initialisation logiciel-
le de tous les timers.

STAA \$ 0F00
STAA \$ 0F01
LDAA # \$ 83

* accès à CR3

* Initialisation du tempo
3

STAA \$ 0F00
LDX # \$ 007C

* Initialisation du registre
N° 3

STX \$ 0F06

Les explications détaillées concernant la programmation du timer n° 1 en mode monostable puis en mode astable de façon à générer le signal souhaité, sont données respectivement par les organigrammes des figures : Fig.b.1 et Fig.b.2.

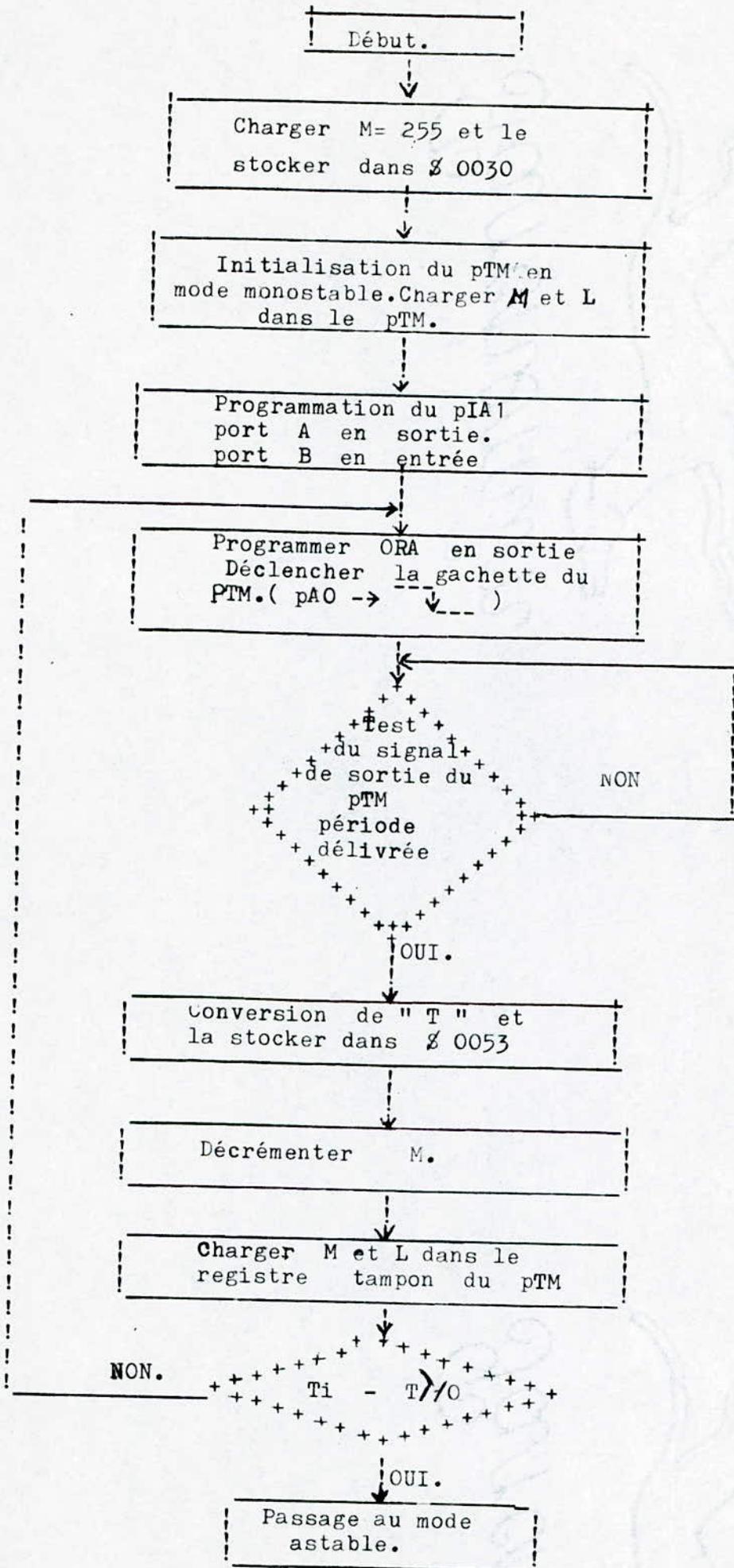


Fig. b.1 ORGANIGRAMME de génération du signal attaquant le Triac. (1ère étape }
("montée de l'")

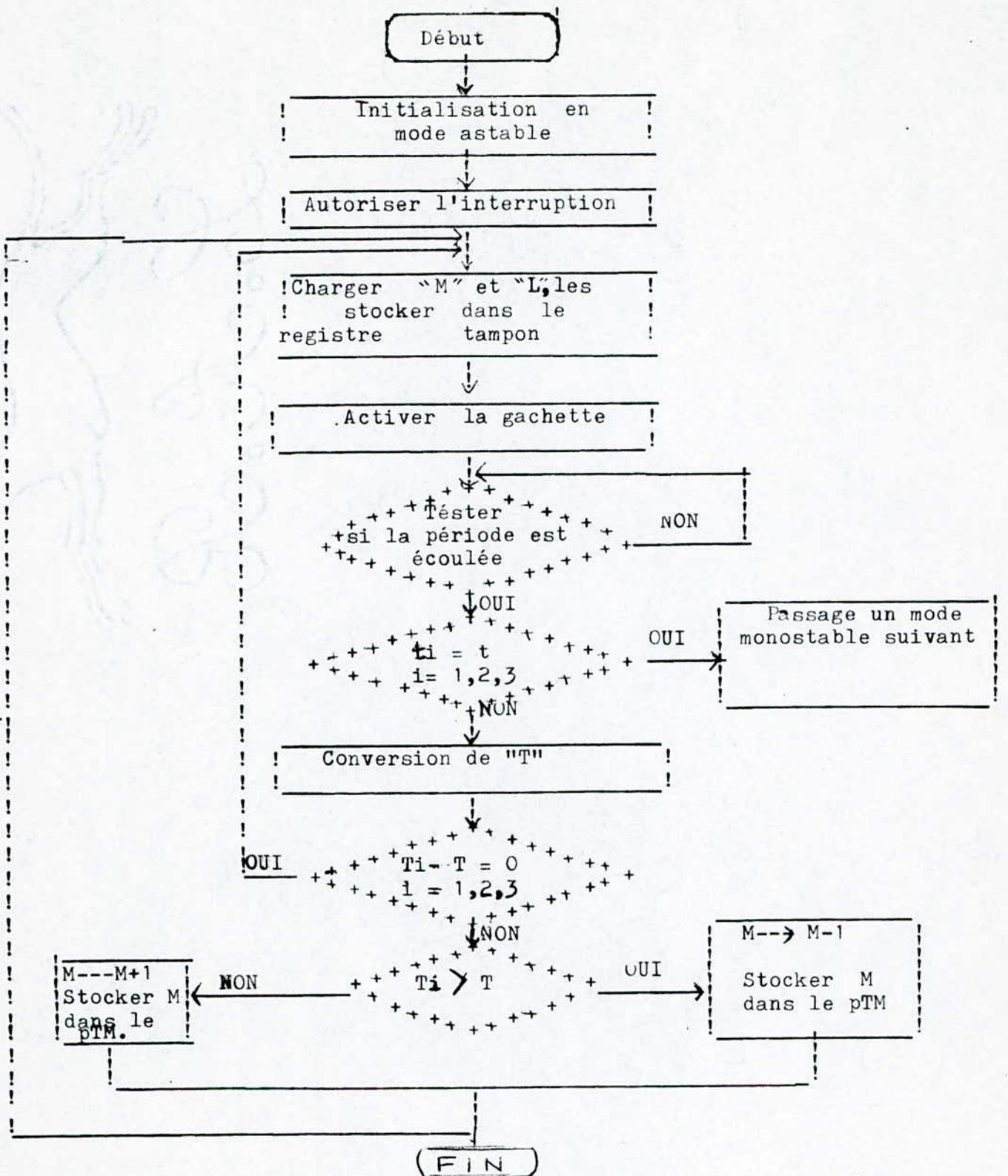


Fig: b.2 Organigramme de Génération du signal attaquant le triac (2^{ème} étape)
(palier de T)

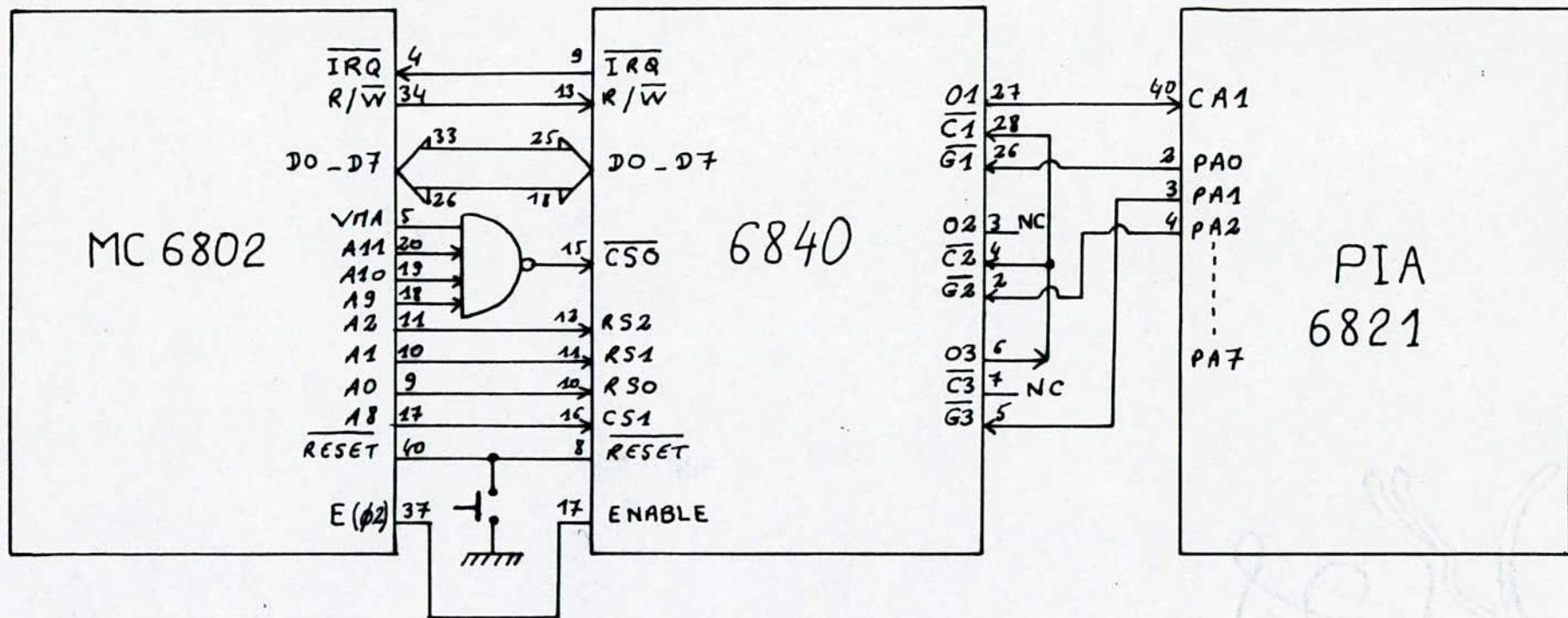


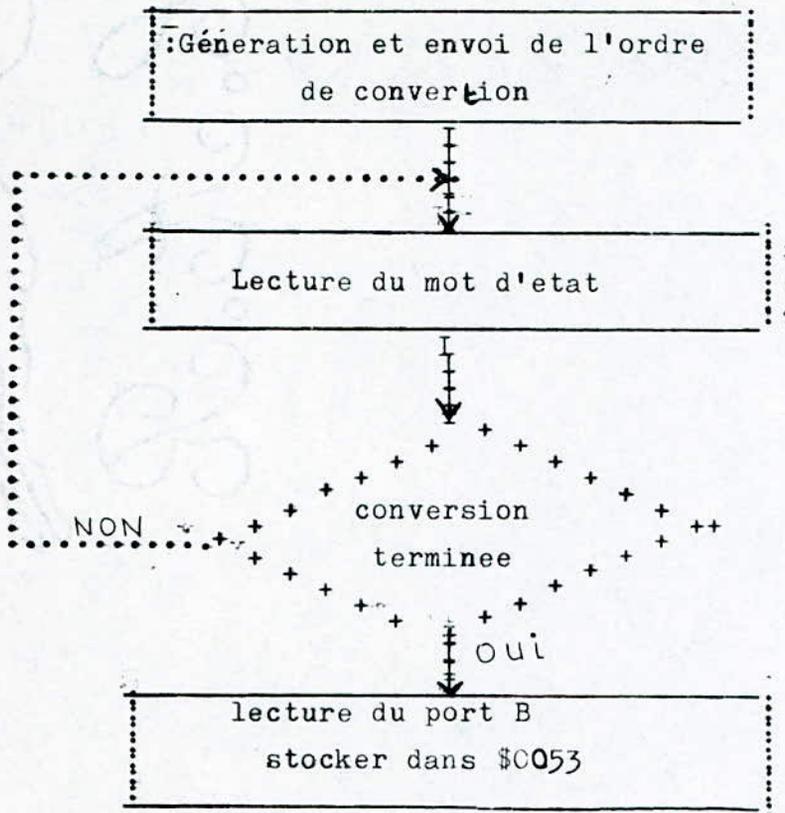
FIG. b.3

SCHEMA DE COUPLAGE DU PTM 6840, DU MC 6802 ET

DU PIA 6821

C/ programmation de l'ADC 0804 : -

ORGANIGRAME DE LA C A N

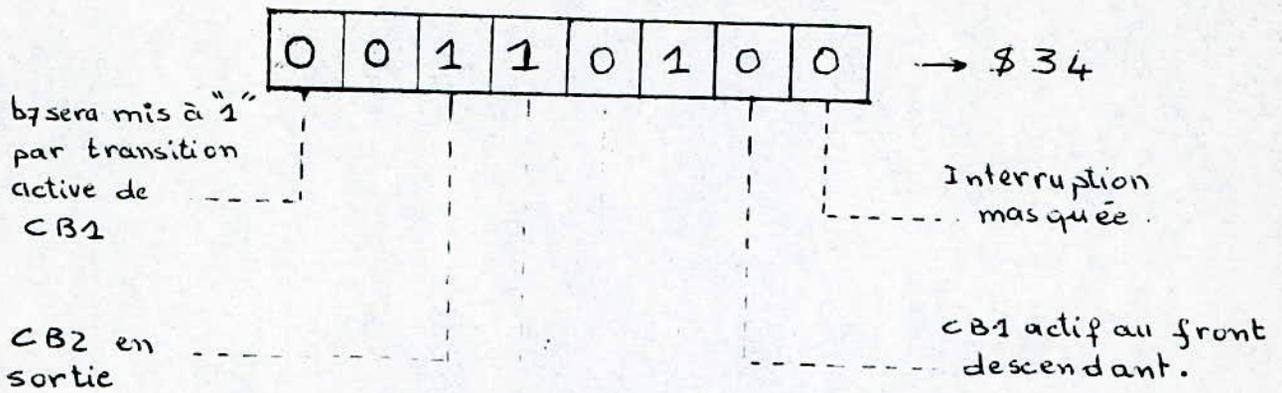


PROGRAMME

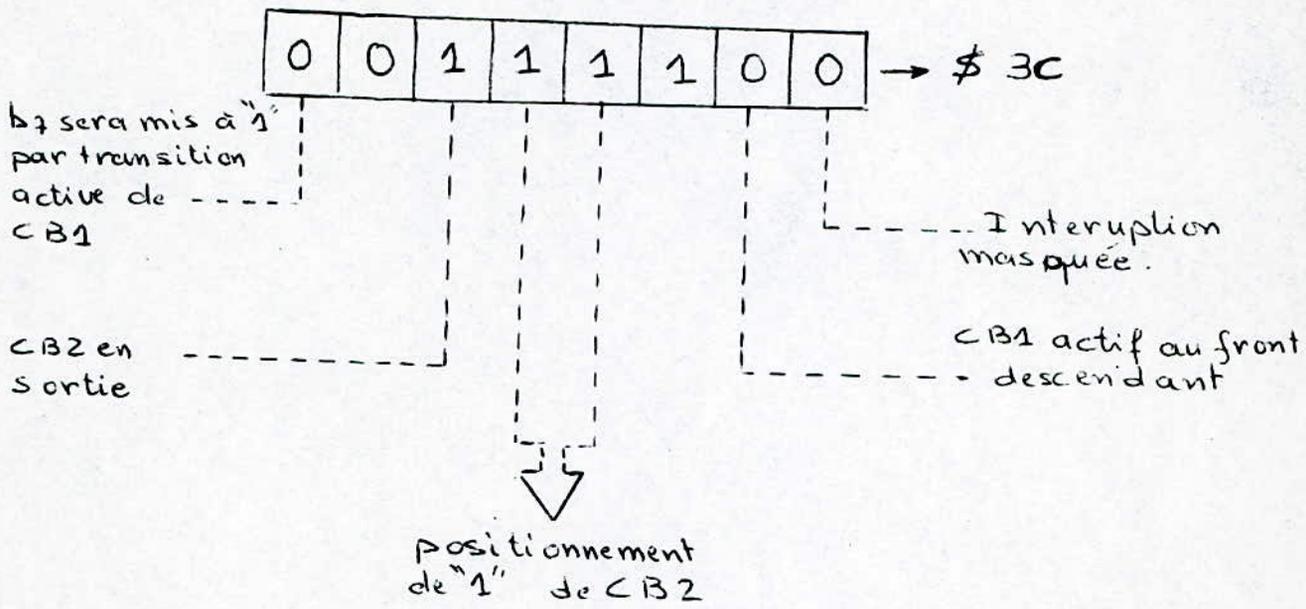
CLR pia BC	commande d'accès a DDRB
CLR pia BD	écriture de "00" dans DDRB
LDAA # \$ 34	écriture du registre de commande dans CCRB
STAA pia BC	
LDAA # \$ 3C	ordre de conversion (CB2)
STAA \$ PIA BC	
LDAA # \$ 34	
STA pia BC	
Bcl ₁ TST pia BC	TST effectuée la soustraction (piaB C-00)
BPL Bcl ₁	si N=bit7=0....conversion non terminée
LDAA pia BD	si N= bit 7=1 lecture de la donnée (conversion terminée)
STAA \$ 0053	stocker la donnée dans l'adresse \$ 0053
SWI	

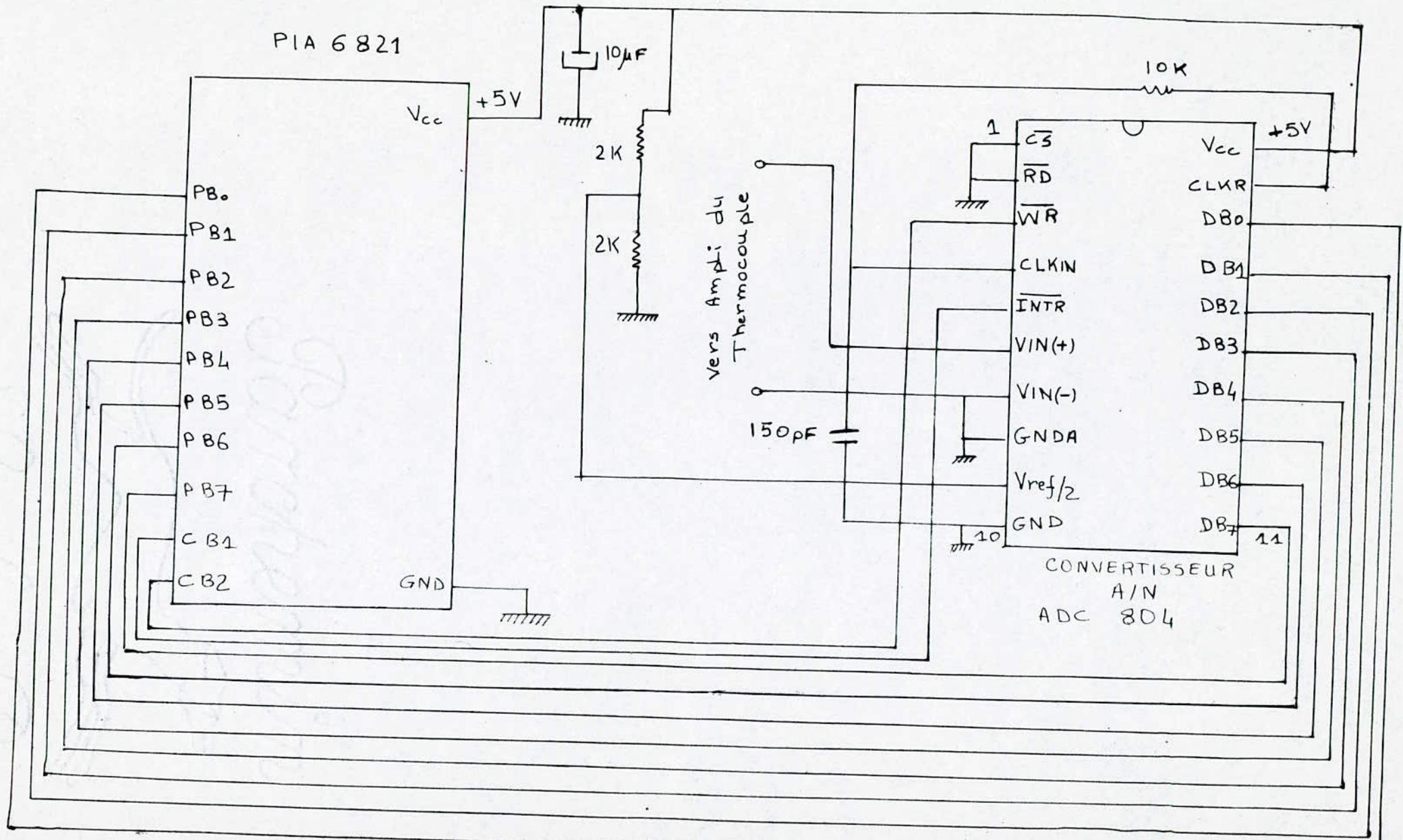
le port utilisé est le port B du pia (1)
 adresse de CCRB est \$ B003
 adresse de DDRB = \$ B002
 adresse de DRB = \$ B002

Explication du mot de contrôle.



∇
positionnement de "0" de CB2





LIAlSON PIA et ADC 804.

-67-

D/ PROGRAMME D'ACQUISITION DE DONNEES

Initialisation du P I A.

LDAA		\$ D001
ANDA	#	\$ FB.
STAA		\$ D001
LDAA		\$ D003
ANDA	#	\$ FB.
STAA		\$ D003
CLRA		
STAA		\$ D000
COMA		
STAA		\$ D002
LDAA	#	\$ 04.
STAA		\$ D003
LDAA	#	\$ 18
STAA		\$ D002

Acquisition de la donnée U

	LDAA	#	\$ 00
	STAA		\$ D002
	LDX	#	\$ FFFF.
LP	DEX.		
	BNE		LP
	LDAA		\$ 04.
	STAA		\$ D001
	LDAA		\$ D000
	STAA		\$ 00
	LDAA	#	\$ 08
	STAA		\$ 01
	LDAB	#	\$ 04
	CLRA.		
	LSRB		
Bcl	BCC		ST
	ADDA		00
ST	RORA		
	RORB		
	DEC		0001
	BNE		Bcl

STAB		\$ 0050
LDAA	#	\$ 36
CMPA		\$ 0050
BHI		Suite du programme
LDAA	#	\$ 36
STAA		\$ 0050

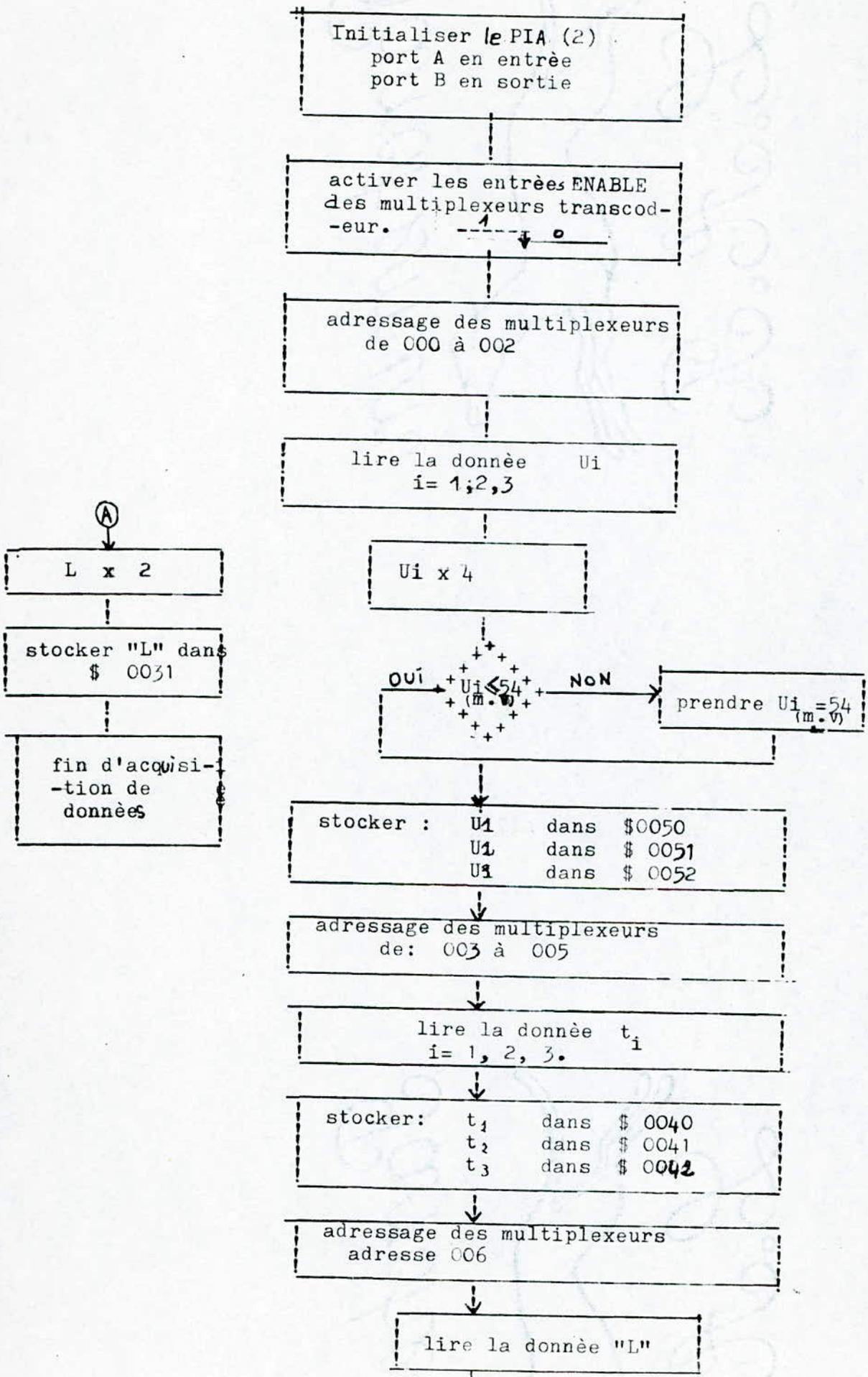
Acquisition de la donnée "t"

	LDAA	#	\$ 03
	STAA		\$ D002
	LDX	#	\$ FFFF
LP.	DEX.		
	BNE		Lp.
	LDAA	#	\$ 04
	STAA		\$ D001
	LDAA		\$ D000
	STAA		\$ 0040

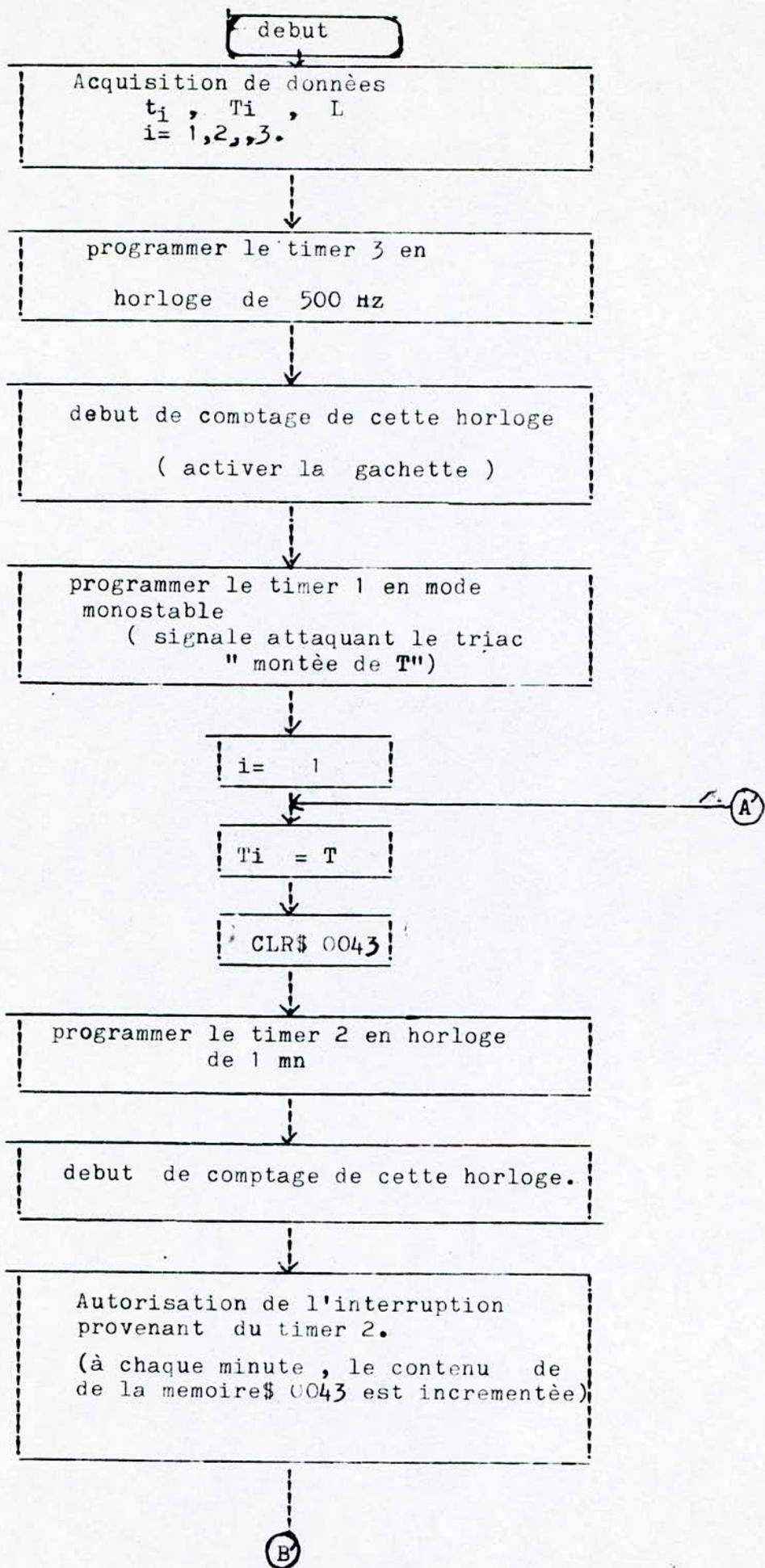
Acquisition de la donnée " L". (vitesse de montée)

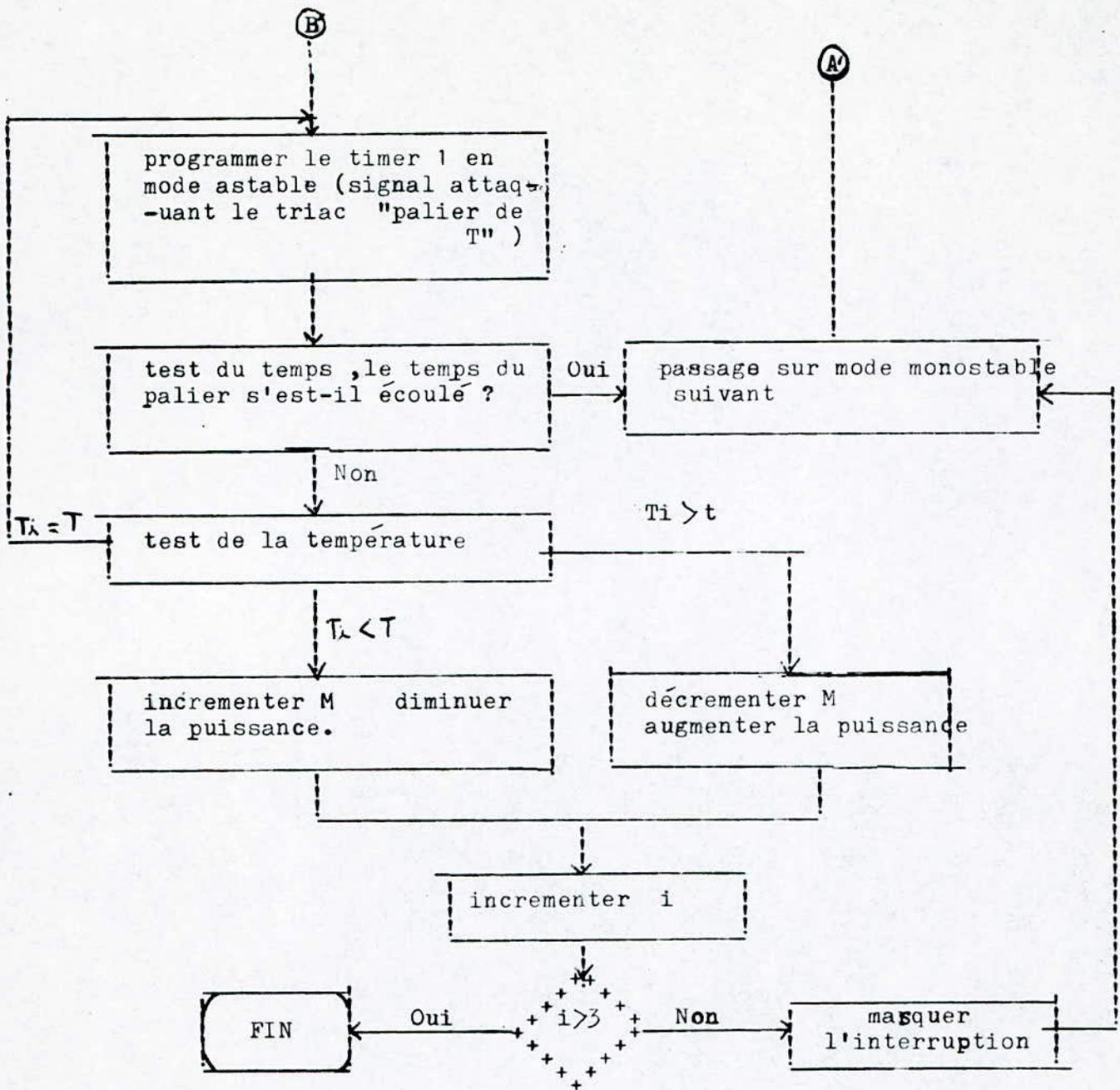
	LDAA	#	\$ 06.
	STAA		\$ D002
	LDX	#	\$ FFFF.
Lp	DEX .		
	BNE		Lp
	LDAA	#	\$ 04.
	STAA		\$ D001
	LDAA		\$ D000
	STAA		00
	LDAA	#	08.
	STAA		01.
	LDAB		02.
	CLRA.		
	LSRB.		
Bcl.	BCC		ST.
	ADDA.		
ST.	RORA.		
	RORB.		
	DEC		0001
	BNE		Bcl.
	STAB		\$ 0031.

Organigramme d'acquisition de
donnée.



CHAPITRE III





PROGRAMME PRINCIPAL LOGE A PARTIR DE F800.

	LDS	≠	§	0060	
	LDAA		§	D001	
	ANDA	#	§	FB	Initialisation du PIA.
	STAA		§	D001	
	LDAA		§	D003	
	ANDA	#	§	FB	
	STAA		§	D003	
	CLRA				
	STAA		§	D000	
	COMA				
	STAA		§	D002	
	LDAA	#	§	04	
	STAA		§	D003	
	LDAA	#	§	18	
	STAA		§	D002	
	LDAA	#	§	00	
	STAA		§	D002	
	JSR	/		SP1	Acquisition des données
	STAB		§	0050	
	LDAA	#	§	36	
	CMPA		§	0050	
	BHI			LP ₀	
	LDAA	#	§	36	
	STAA		§	0050	
LP ₀	LDAA	#	§	01	
	STAA		§	D002	
	JSR	/		SP1	
	STAB		§	0051	
	LDAA	#	§	36	
	CMPA		§	0051	
	BHI			LP ₁	
	LDAA	#	§	36	
	STAA		§	0051	
LP ₁	LDAA	#	§	02	
	STAA		§	D002	
	JSR	/		SP1	
	STAB		§	0052	
	LDAA	#	§	36	
	CMPA		§	0052	
	BHI			LP ₂	
	LDAA	#	§	36	
	STAA		§	0052	
LP ₂	LDAA	#	§	03	
	STAA		§	D002	

```

JSR      /   SP2
LDAA     $   D000
STAA     $   0040
LDAA     #   04
STAA     $   D002
JSR      /   SP2
LDAA     $   D000
STAA     $   0041
LDAA     #   $   05
STAA     $   D002
JSR      /   SP2
LDAA     $   D000
STAA     $   0042
LDAA     #   $   06
STAA     $   D002
JSR      /   SP2
LDAA     $   D000
STAA     $   00
LDAA     #   08
STAA     $   01
LDAB     #   02
CLRA
LSRB
Bc1      BCC      ST
ADDA
ST       ROR     A
ROR     B
DEC     $   0001
BNE     Bc1
STAB    #   $ $ 0031
LDAA    #   $   0F01
STAA    $   0F00
CLRA
STAA    $   0F01
LDAA    #   $   83
STAA    $   0F00
LDX     #   $   0076
STX     $   0F06

```

Timer 3 programmé en
Horloge 2ms.

```

LDAA $ B001
ANDA # $ FB
STAA $ B001
LDAA $ B003
ANDA # $ FB
STAA $ B003
CLRA
STAA $ B002
COMA
STAA $ B000
-----
LDAA # $ 04
STAA $ B001
LDAA # $ 02
STAA $ B000
CLR $ B000
-----
LDAA # $ FF
STAA $ 0030
JSR / SP3
Bouc1 JSR / SP4
LDAB $ 0050
CMPB $ 0053
BHI Bouc 1
STAA $ 0030
-----
CLR $ 0043
LDAA # $ C1
STAA $ 0F01
LDX # $ 3A97
STX $ 0F04
-----
LDAA # $ 04
STAA $ B001
LDAA $ 04
STAA $ B000
CLR $ B000
-----
JSR / SP5
CLI
LDX $ 0030
STX $ 0F02
JSR / Sp6
LDAB $ 0040
CMPB $ 0043
BEQ Bouc2

```

Initialisation du PIA (1)

Activation de la gachette du Timer 3 (PA1) \downarrow 0

Timer 1 programmé en mode monostable

Timer 2 programmé en Horloge "1 mn"

Activation de la gachette du Timer 2 (PA2). \downarrow 0

Timer 1 programmé en mode astable autoriser l'interruption

	JSR	/	Sp7
	LDAB	\$	0050
	CMPB	\$	0053
	BEQ		Bc14
	BHI		Bc15
	JMP		Bc16
Bc15	LDAA	\$	0030
	DECA		
	STAA	\$	0030
	JMP		Bc14
Bc16	LDAA	\$	0030
	INCA		
	STAA	\$	0030
	JMP		Bc14
Bouc2	SEI		
	JSR	/	Sp3
Bouc3	JSR	/	Sp4
	LDAB	\$	0051
	CMPB	\$	0053
	BHI		Bouc 3
	STAA	\$	0030
	CLR	\$	0043
	JSR	/	Sp5
	CLI		
Bc17	LDX	\$	0030
	STX	\$	0F02
	JSR	/	Sp6
	LDAB	\$	0041
	CMPB	\$	0043
	BEQ		Bouc4
	JSR	/	Sp7
	LDAB	\$	0051
	CMPB	\$	0053
	BEQ		Bc17
	BHI		Bc18
	JMP		Bc19
Bc18	LDAA	\$	0030
	DECA		
	STAA	\$	0030
	JMP		Bc17
Bc19	LDAA	\$	0030.
	INC	A.	
	STAA	\$	0030
	JMP		Bc17

Bouc4	SEI		
	JSR	/	Sp3
Bouc5	JSR	/	Sp4
	LDAB	\$	0052
	CMPB	\$	0053
	BHI		Bouc5
	STAA	\$	0030
	CLR	\$	0043
	JSR	/	Sp5
	CLI		
Bcl10	LDX	\$	0030
	STX	\$	0F02
	JSR	/	Sp6
	LDAB	\$	0042
	CMPB	\$	0043
	BEQ		Bouc6
	JSR	/	Sp7
	LDAB	\$	0052
	CMPB	\$	0053
	BEQ		Bcl 10
	BHI		Bcl 11
	JMP		Bcl 12
Bcl11	LDAA	\$	0030
	DECA		
	STAA	\$	0030
	JMP		Bcl 10
Bcl12	LDAA	\$	0030
	INCA		
	STAA	\$	0030
	JMP		Bcl 10
Bouc6	SWI		

..

.../...

SOUS PROGRAMME S P 1.

```
LDX # $ FFFF
Lp DEX
BNE Lp1
LDAA # $ 04
STAA $ D001
LDAA $ D000
STAA 00
LDAA # $ 08
STAA 01
LDAB # $ 04
CLRA
LSRB
Bcl BCC ST
ADDA 00
RORA
RORB
DEC # 000I
BNE Bcl
RTS
```

SOUS PROGRAMME S P 2.

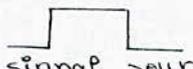
```
LDX # $ FFFF
Lp DEX
BNE Lp
LDAA # $ 04
STAA $ D001
RTS.
```

SOUS PROGRAMME S P 3.

```
LDAA # $ 01
STAA $ OF01
LDAA # $ A4
STAA $ OF00
LDX $ 0030
STX $ OF02
RTS.
```

Initialisation en mode monostable

SOUS PROGRAMME S P 4.

LDAA # \$	04		LDAA	\$	0030.
STAA	\$	B001	DEC	A.	
CLR	\$	B000	STAA	\$	0030.
LDAA # \$	01		LDX	\$	0030.
STAA	\$	B000	STX	\$	0F02.
CLR	\$	B000	RTS.		

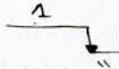
LDAA # \$	14				
STAA	\$	B001			
LDAB # \$	40	Test front descendant			
Bc11 BITB	\$	B001			
BNE		Bc11			

CLR		B003			
CLR		B002	Conversion de		
LDAA # \$	34		La "Température"		
STAA	\$	B003			
LDAA # \$	3C				
STAA	\$	B003			
LDAA # \$	34				
STAA	\$	B003			
Bc2 TST		B003			
BPL		Bc12			
LDAA		B002			
STAA	\$	0053.			

SOUS PROGRAMME S P 5.

LDAA # \$	01				
STAA	\$	0F01	Initialisation en mode		
LDAA # \$	84		astable.		
STAA	\$	0F00			
LDX	\$	0030			
STX	\$	0F02			
RTS.					

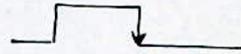
SOUS PROGRAMME S P 6

STS	\$	0070			
LDS # \$	007F				
LDAA # \$	04		Front descendant		
STAA	\$	B001	gâchette à travers "PA"		
LDAA # \$	01				
STAA	\$	B000			

SOUS PROGRAMME S P 6 (suite)

	CLR	\$	B000
	LDAA #	\$	14
	STAA	\$	B001
	LDAB #	\$	40
Bc13	BIT B	\$	B001
	BNE	\$	Bc13
	LDS #	\$	0070
	RTS.		

Test front descendant
(CRA)



SOUS PROGRAMME SP7

	STS	\$	0070
	LDS #	\$	007F
	CLR	\$	B003
	CLR	\$	B002
	LDAA #	\$	34
	STAA	\$	B003
	LDAA #	\$	3C
	STAA	\$	B003
	LDAA #	\$	34
	STAA	\$	B003
Bc1	TST	\$	B003
	BPL		Bc1
	LDAA	\$	B002
	STAA	\$	0053
	LDS #	\$	0070
	RTS		

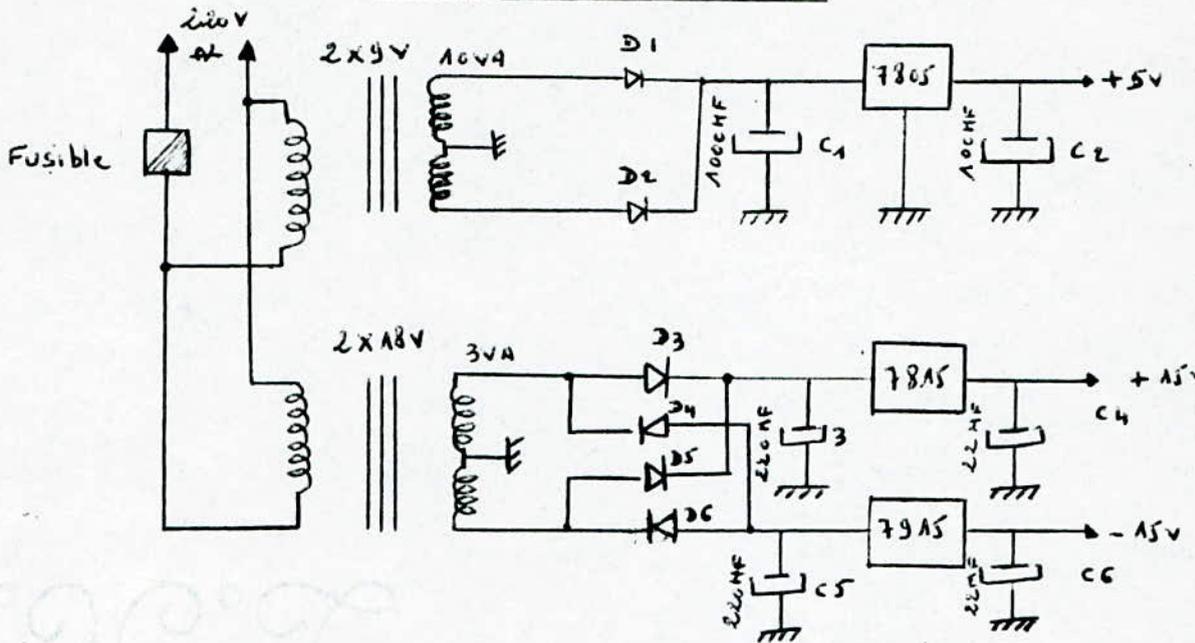
conversion de la température

SOUS PROGRAMME D'INTERRUPTION S P 8

	INC	\$	0043
	RTI		

III-2 - Différents blocs de la carte:-

III-2-1 - Schéma de l'alimentation



Capacités :

$$C1 = 1000 \text{ MF}$$

$$C4 = 22 \text{ MF}$$

$$C2 = 100 \text{ MF}$$

$$C5 = 220 \text{ MF}$$

$$C3 = 220 \text{ MF}$$

$$C6 = 22 \text{ MF}$$

Diodes :

$$6 \times 1N 4002/7$$

Régulateur :

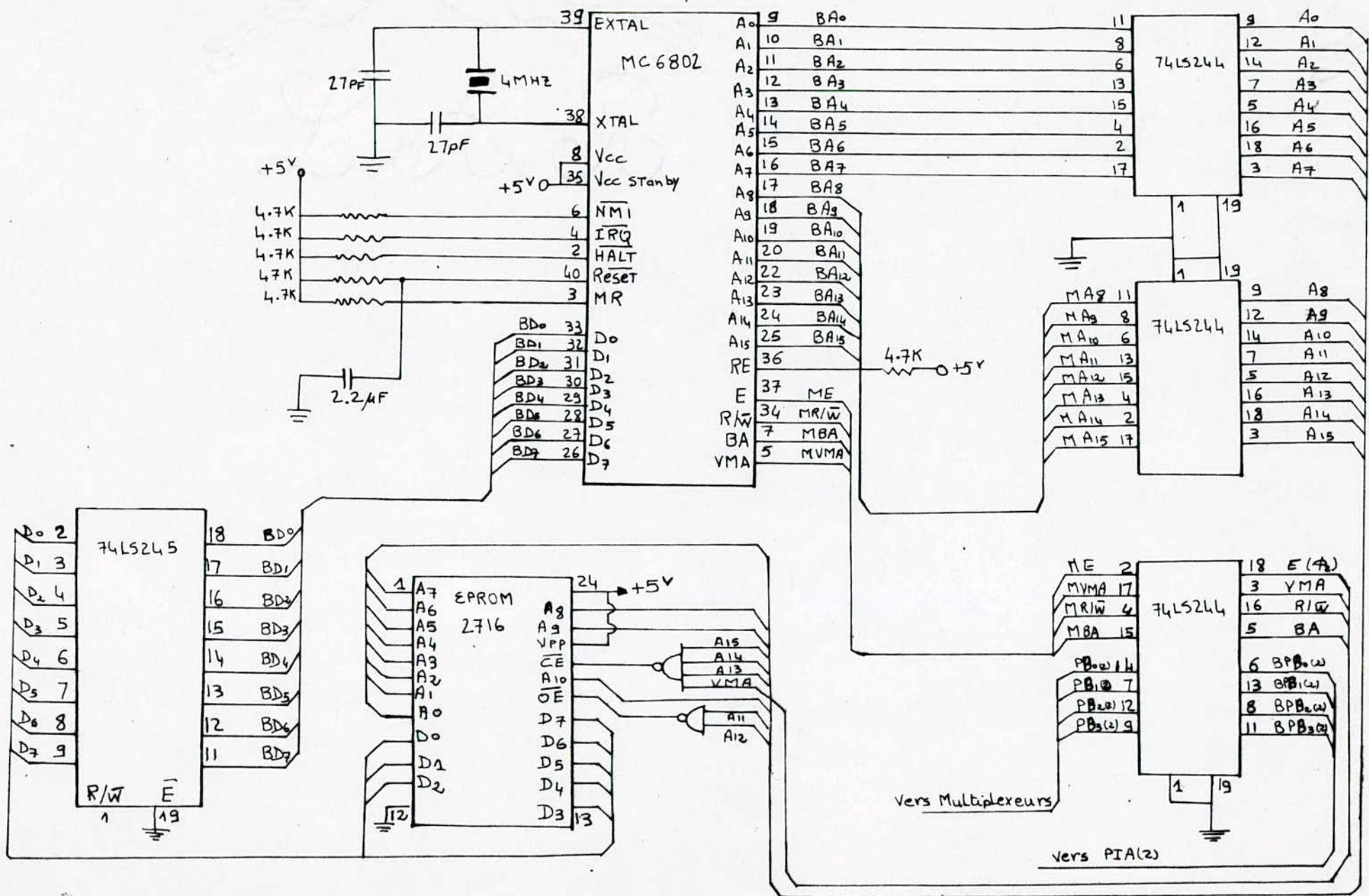
$$7805 (5V)$$

$$7815 (15V)$$

$$7915 (15V)$$

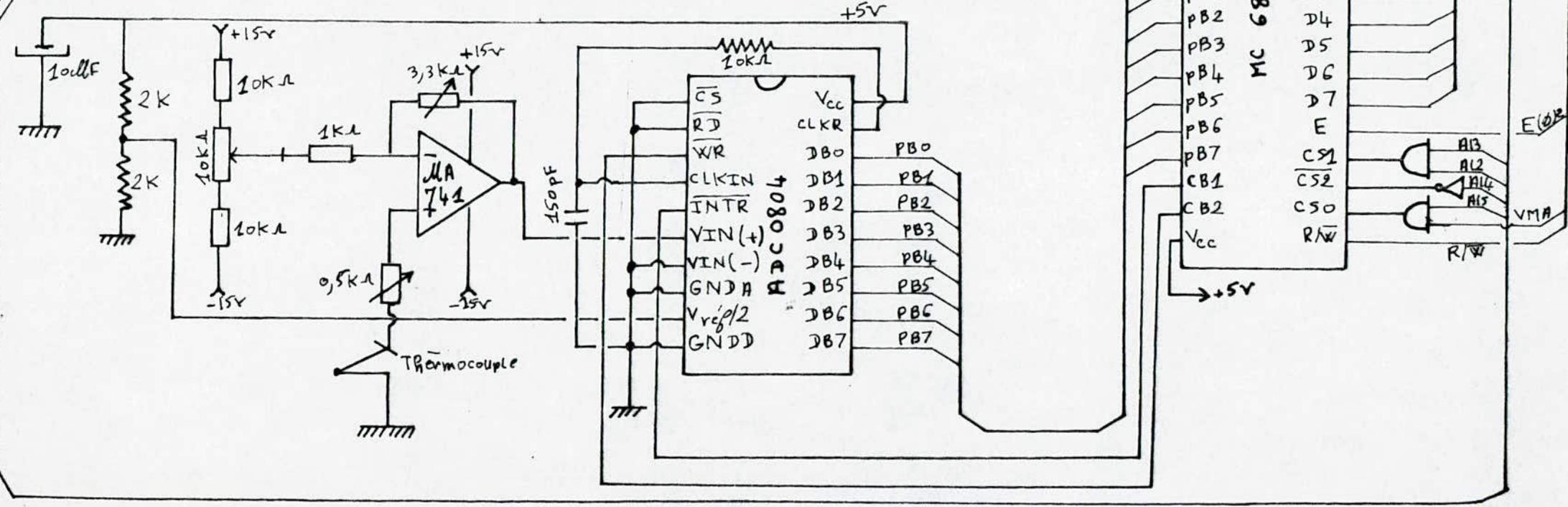
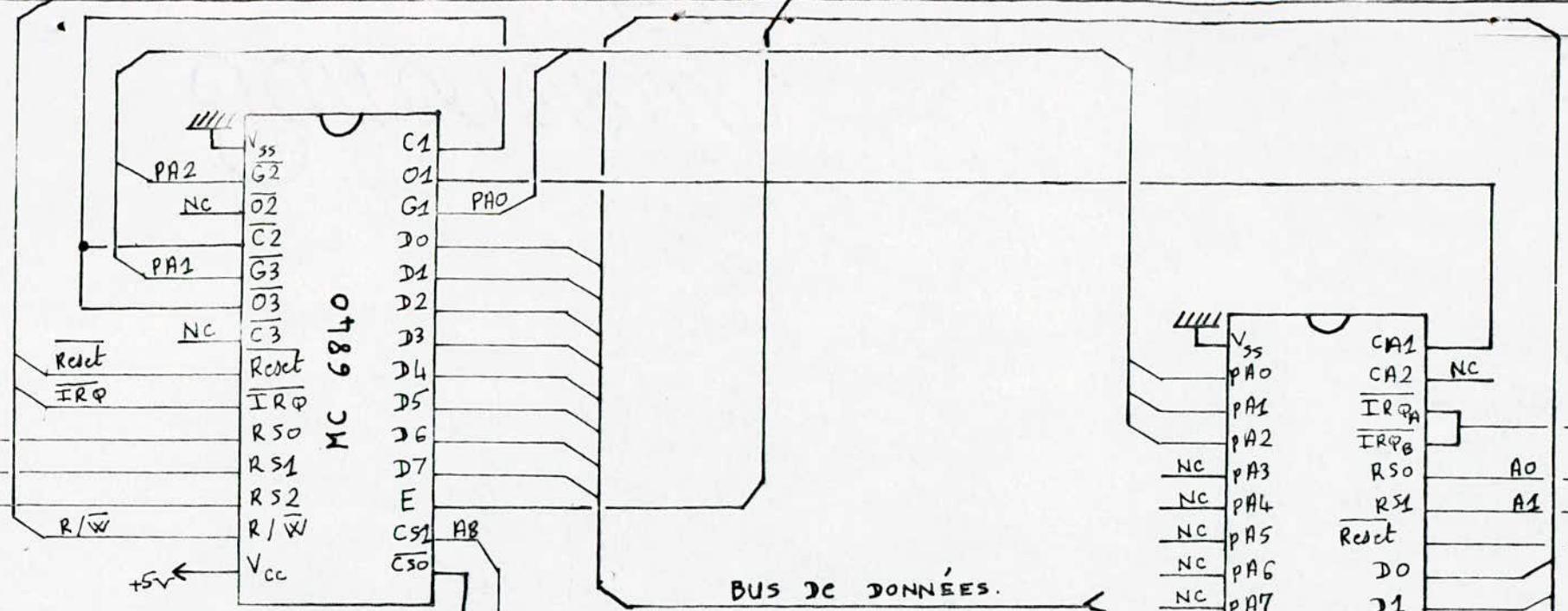
Les régulateurs utilisés stabilisent parfaitement les trois tensions. La section + 5V débite 0,35 A environ.

Les sections +/-15V, une cinquantaine de milliampères.



BUS D'ADRESSES

BUS DE DONNÉES.



IRQA

IRQB

R50

R51

DO

D1

D2

D3

D4

D5

D6

D7

E

CS1

CS2

CS0

R/W

IRQA

IRQB

R50

R51

DO

D1

D2

D3

D4

D5

D6

D7

E

CS1

CS2

CS0

R/W

IRQA

IRQB

R50

R51

DO

D1

D2

D3

D4

D5

D6

D7

E

CS1

CS2

CS0

R/W

IRQA

IRQB

R50

R51

DO

D1

D2

D3

D4

D5

D6

D7

E

CS1

CS2

CS0

R/W

IRQA

IRQB

R50

R51

DO

D1

D2

D3

D4

D5

D6

D7

E

CS1

CS2

CS0

R/W

IRQA

IRQB

R50

R51

DO

D1

D2

D3

D4

D5

D6

D7

E

CS1

CS2

CS0

R/W

IRQA

IRQB

R50

R51

DO

D1

D2

D3

D4

D5

D6

D7

E

CS1

CS2

CS0

R/W

IRQA

IRQB

R50

R51

DO

D1

D2

D3

D4

D5

D6

D7

E

CS1

CS2

CS0

R/W

IRQA

IRQB

R50

R51

DO

D1

D2

D3

D4

D5

D6

D7

E

CS1

CS2

CS0

R/W

IRQA

IRQB

R50

R51

DO

D1

D2

D3

D4

D5

D6

D7

E

CS1

CS2

CS0

R/W

IRQA

IRQB

R50

R51

DO

D1

D2

D3

D4

D5

D6

D7

E

CS1

CS2

CS0

R/W

IRQA

IRQB

R50

R51

DO

D1

D2

D3

D4

D5

D6

D7

E

CS1

CS2

CS0

R/W

IRQA

IRQB

R50

R51

DO

D1

D2

D3

D4

D5

D6

D7

E

CS1

CS2

CS0

R/W

IRQA

IRQB

R50

R51

DO

D1

D2

D3

D4

D5

D6

D7

E

CS1

CS2

CS0

R/W

IRQA

IRQB

R50

R51

DO

D1

D2

D3

D4

D5

D6

D7

E

CS1

CS2

CS0

R/W

IRQA

IRQB

R50

R51

DO

D1

D2

D3

D4

D5

D6

D7

E

CS1

CS2

CS0

R/W

IRQA

IRQB

R50

R51

DO

D1

D2

D3

D4

D5

D6

D7

E

CS1

CS2

CS0

R/W

IRQA

IRQB

R50

R51

DO

D1

D2

D3

D4

D5

D6

D7

E

CS1

CS2

CS0

R/W

IRQA

IRQB

R50

R51

DO

D1

D2

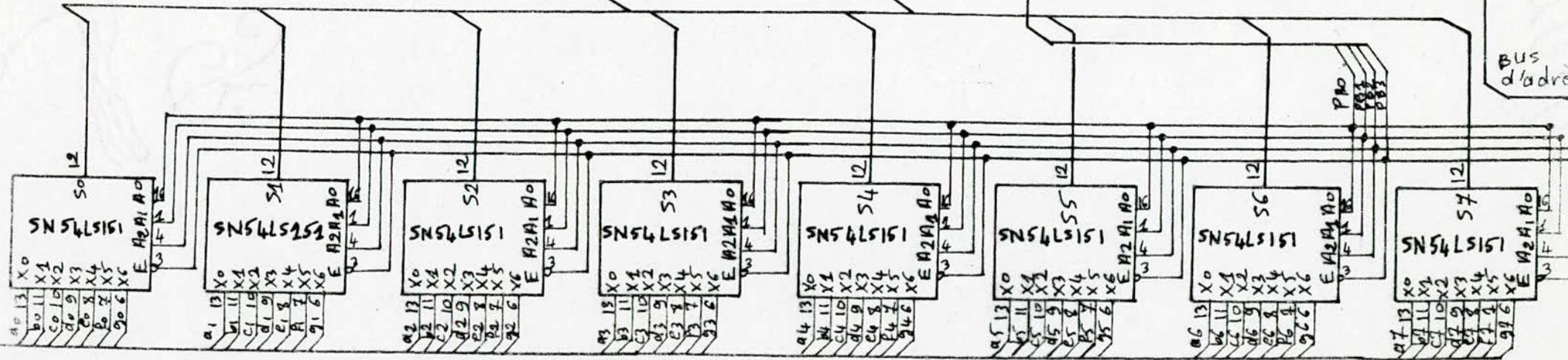
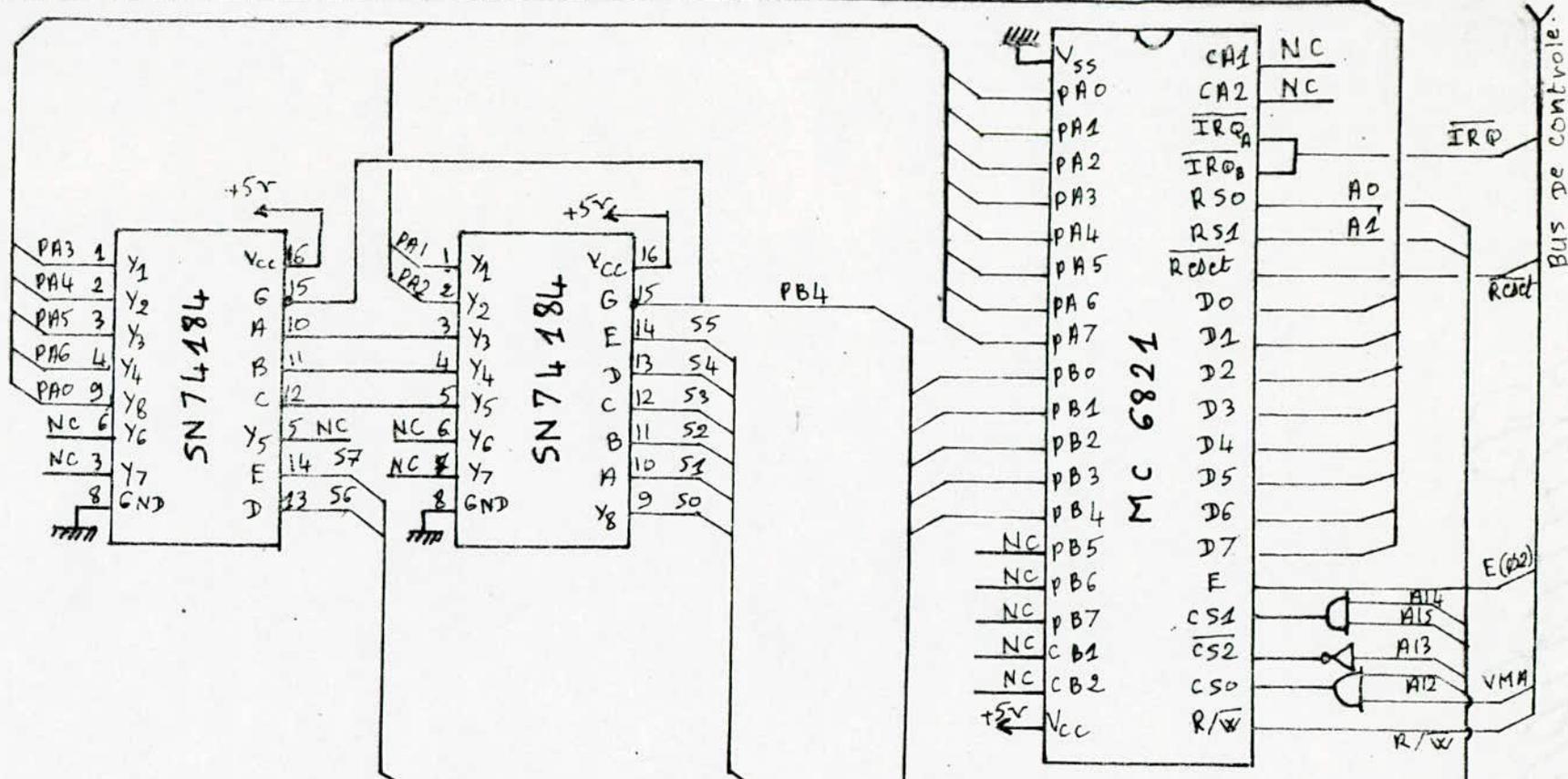
D3

D4

D5

D6

BUS de données



III.3 A F F I C H A G E D U T E M P S .

Comme amélioration à notre étude, on prévoit un système d'affichage, qui permet d'indiquer l'étape de la manipulation, ceci dans le but de pouvoir suivre, le déroulement de la manipulation.

Ce système est composé de 4 (quatre) afficheurs, 7 (sept) ségments, de leurs décodeurs correspondants et de 4 (quatre) compteurs diviseurs par 10 (dix), fonctionnant à partir d'une horloge de base de 1 Hz, affichant ainsi des temps allant de 0 (zéro) seconde à 9999 secondes (environ 2,5Heures)

L'horloge de 1 Hz est délivrée par un des timers du P.T.M (timer N°2 dans notre cas) programmé par cela,

La figure (FIG. A) représente le schéma du système en question.

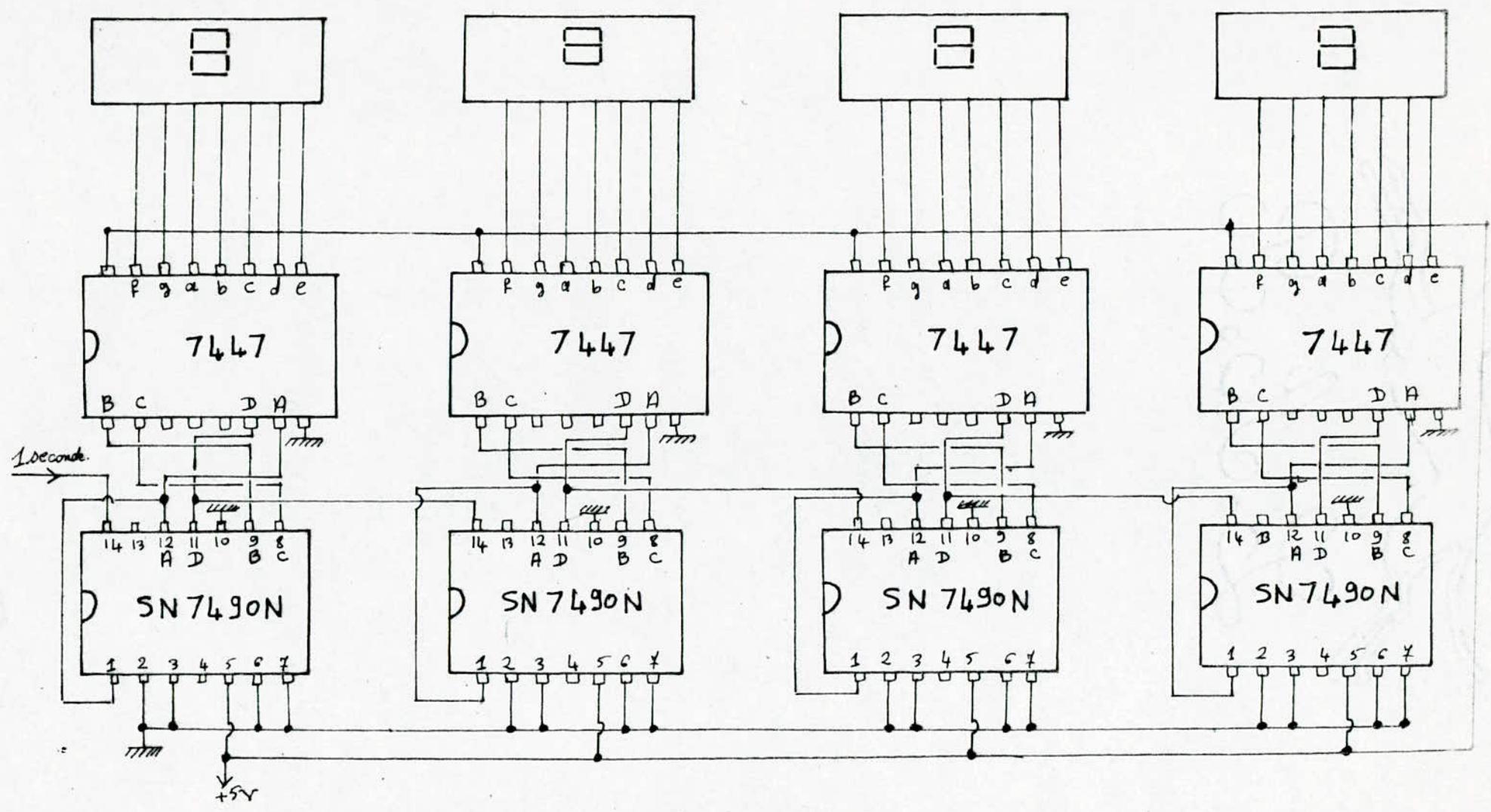


FIG.A AFFICHAGE DU TEMPS.

C O N C L U S I O N .

La carte micro-système que nous avons mis au point est un moyen puissant pour l'automatisation d'un banc d'évaporation.

Utilisant un micro-processeur, gérant par programmes toutes les opérations, elle offre une très grande souplesse d'emploi, en permettant de gérer en toute sécurité et de façon automatique tout le processus de fabrication de la photopile.

En effet, par le réglage des temps et des températures de recuits, elle permet d'obtenir des paliers intermédiaires de températures, ce qui laissera espérer une grande efficacité de l'opération de recuit.

Remarquons enfin, qu'une meilleure précision peut être obtenue, avec notre carte, en manipulant les données sur 16 bits.

0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
o o o o o o o o o o o o o o o o

A N N E X E I

LE TRIAC :

Le triac s'insère tout naturellement dans la famille des thyristors puisqu'il constitue un thyristor bidirectionnel.

1) Définition :

Le triac est un dispositif semi-conducteur à trois électrodes dont une de commande (la gâchette) et deux de conduction principale. Ce dispositif peut passer d'un état bloqué à un régime conducteur dans ses 2 sens de polarisation (cadrants I et III, figure a) et repasser à l'état bloqué par inversion de tension ou par diminution du courant au dessous de la valeur du courant de maintien I_H .

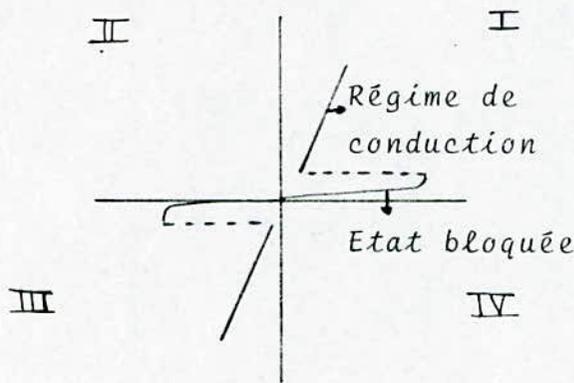
Le triac est donc la version bidirectionnelle du thyristor: dans sa représentation électrique, on peut le comparer à l'association en antiparallèle de deux thyristors.

Cependant, par rapport au schéma à deux thyristors où la commande des gâchettes ne peut se faire que par un transformateur d'impulsion, on bénéficie des deux avantages fondamentaux suivants :

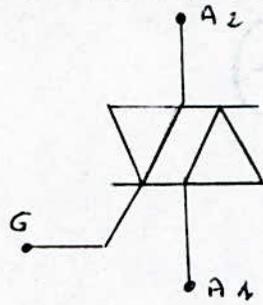
- Du fait qu'il n'existe qu'une électrode de déclenchement, le circuit de commande est simplifié.

- Le dispositif peut basculer à l'état passant quelles que soient les polarités de gâchette ou d'anode (le déclenchement s'effectue dans les quatre cadrants).

Fig .(a) Caractéristique du triac :

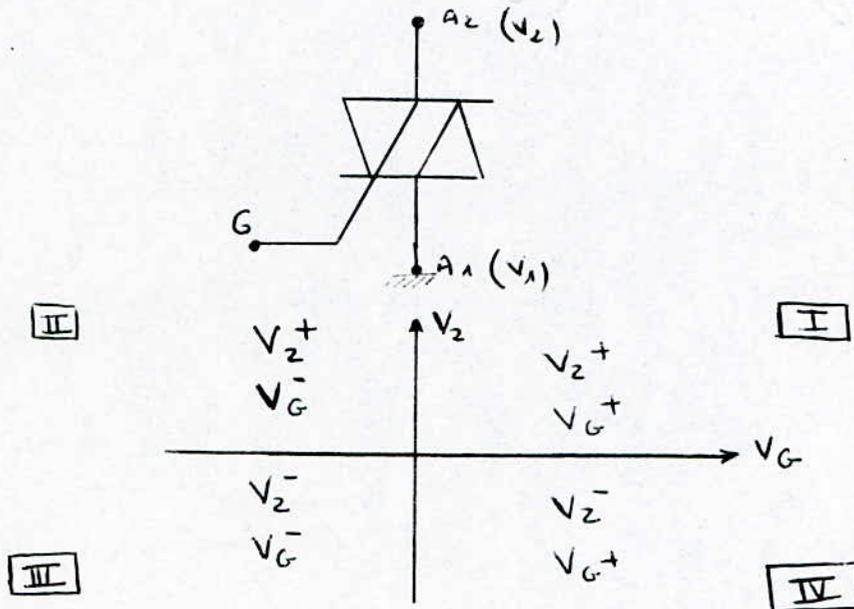


b) Symbole du triac :



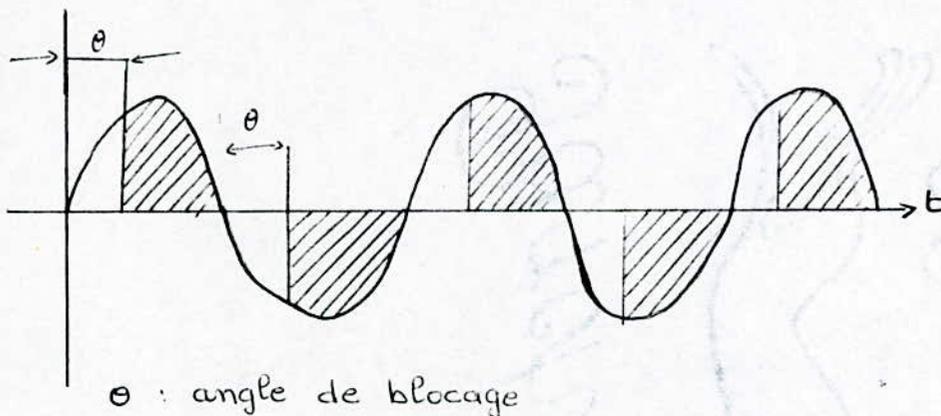
2) Amarçage du triac :

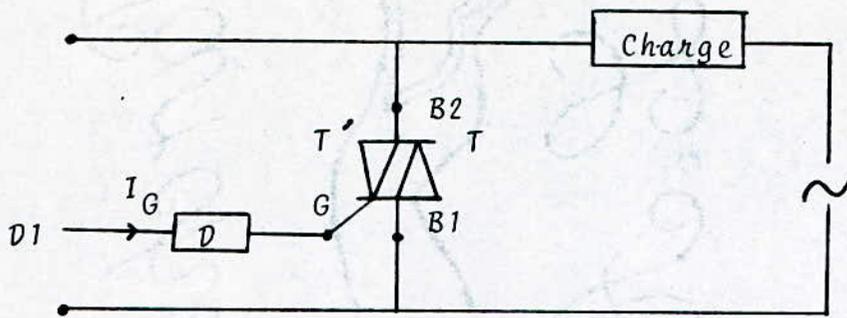
En appliquant la tension V_1 à l'anode A_1 , la tension V_2 à A_2 , la tension V_G à la gâchette et si l'on prend V_1 comme référence de masse ($V_1 = 0$), on peut définir quatre cadrants de polarisation qui caractérisent le fonctionnement du triac.



3) Caractéristique de gâchette :

Le réglage de phase procure au triac un angle de retard " θ " sur les deux alternances.

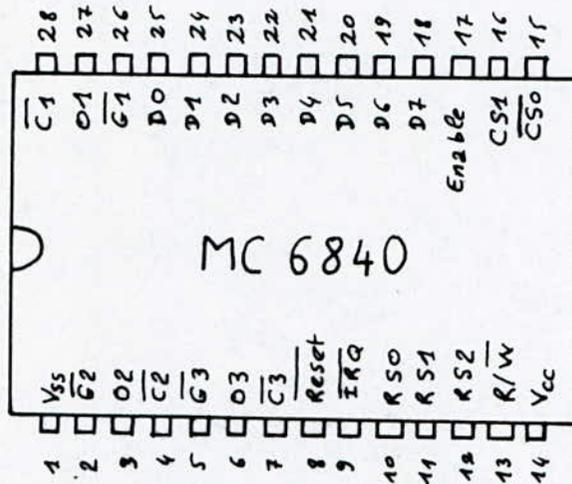
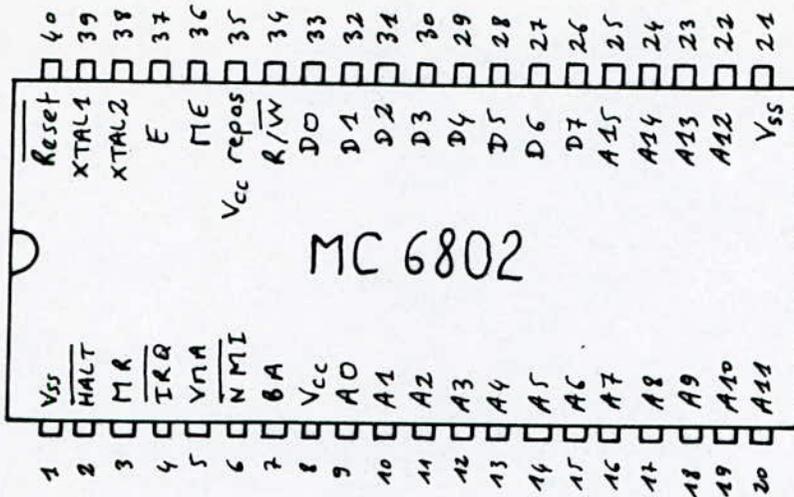




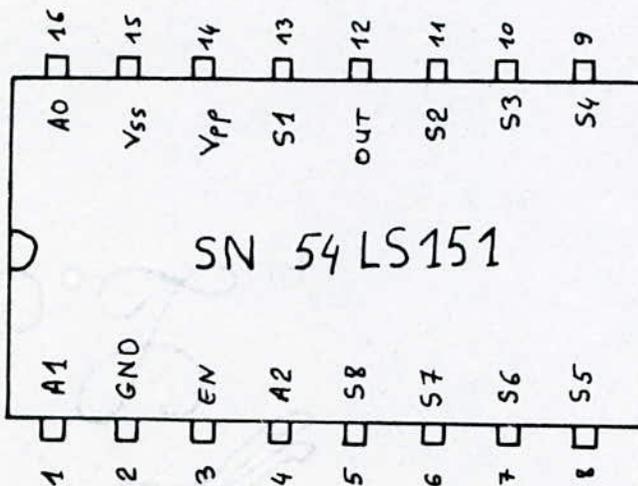
L'impulsion positive de gâchette se produit lorsque $V_{B2} > V_{B1}$ et amorce la structure que nous avons nommée thyristor T. Alors que l'impulsion négative se produit lorsque $V_{B1} > V_{B2}$ et amorce le thyristor T'.

Chaque thyristor se bloque à la fin de son alternance directe, de sorte qu'on obtient dans la charge le même courant qu'avec deux thyristors en parallèle inverse.

ANNEXE II

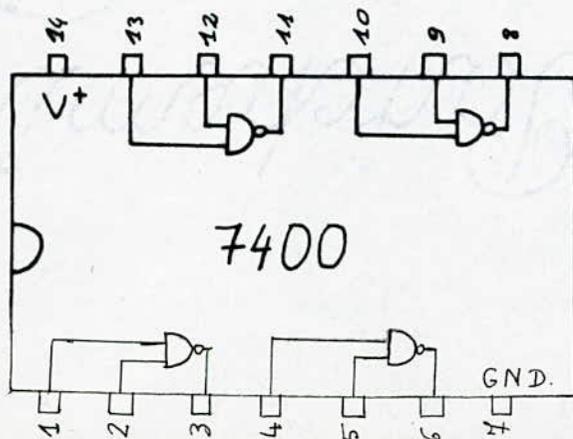
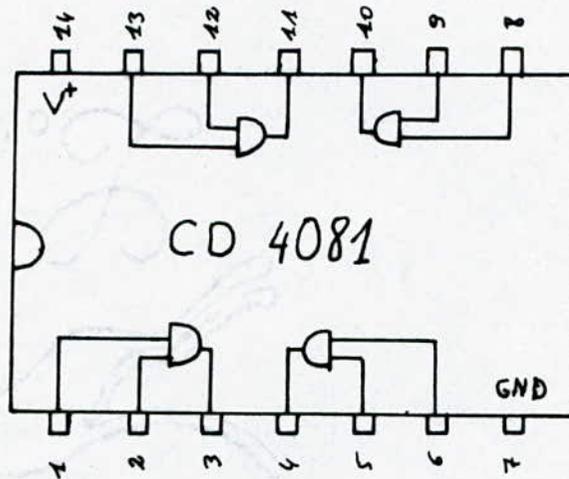
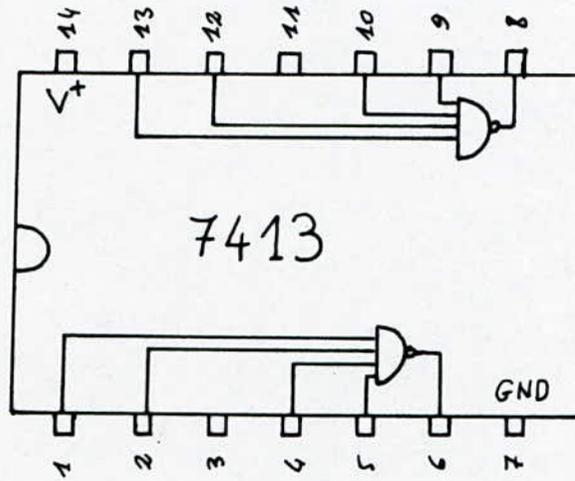
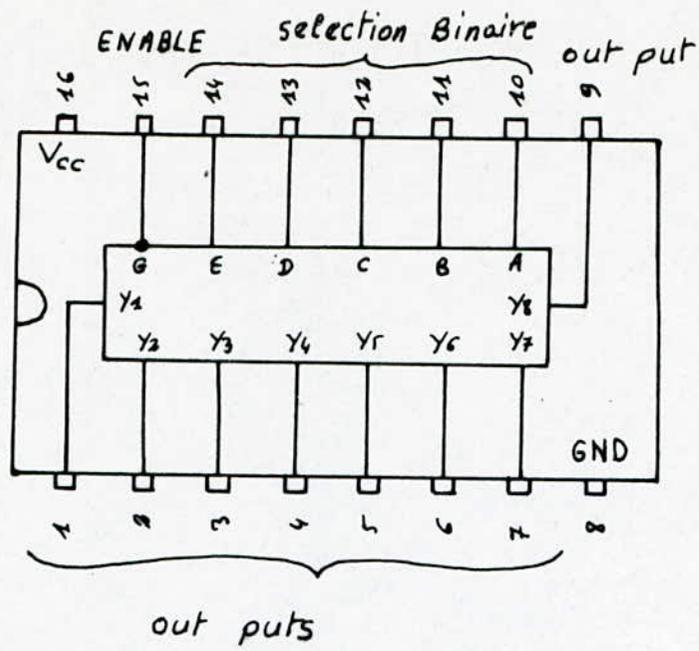


MULTIPLEXEUR



TRANSCODEUR

SN 74 184



ROUE CODEUSE

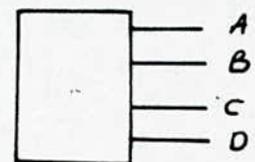


TABLE II

TYPE **K** New Reference Tables Supersedes N.B.S. Circular #561

Nickel-Chromium Vs. Nickel-Aluminum (Chromel-Alumel)

Temperature in Degrees C Reference Junction at 0°C

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DEG C
-70	-6.458											-270
-60	-6.441	-6.444	-6.446	-6.448	-6.450	-6.452	-6.453	-6.455	-6.456	-6.457	-6.458	-260
-50	-6.404	-6.408	-6.413	-6.417	-6.421	-6.425	-6.429	-6.432	-6.435	-6.438	-6.441	-250
-40	-6.344	-6.351	-6.358	-6.364	-6.371	-6.377	-6.382	-6.388	-6.394	-6.399	-6.404	-240
-30	-6.262	-6.271	-6.280	-6.289	-6.297	-6.306	-6.314	-6.322	-6.329	-6.337	-6.344	-230
-20	-6.158	-6.170	-6.181	-6.192	-6.202	-6.213	-6.223	-6.233	-6.243	-6.253	-6.262	-220
-10	-6.035	-6.048	-6.061	-6.074	-6.087	-6.099	-6.111	-6.123	-6.135	-6.147	-6.158	-210
0	-5.891	-5.907	-5.922	-5.936	-5.951	-5.965	-5.980	-5.994	-6.007	-6.021	-6.035	-200
100	-5.730	-5.747	-5.763	-5.780	-5.796	-5.813	-5.829	-5.845	-5.860	-5.876	-5.891	-190
160	-5.550	-5.569	-5.587	-5.606	-5.624	-5.642	-5.660	-5.678	-5.695	-5.712	-5.730	-180
170	-5.354	-5.374	-5.394	-5.414	-5.434	-5.454	-5.474	-5.493	-5.512	-5.531	-5.550	-170
180	-5.141	-5.163	-5.185	-5.207	-5.228	-5.249	-5.271	-5.292	-5.313	-5.333	-5.354	-160
190	-4.912	-4.936	-4.959	-4.983	-5.006	-5.029	-5.051	-5.074	-5.097	-5.119	-5.141	-150
200	-4.669	-4.694	-4.719	-4.743	-4.768	-4.792	-4.817	-4.841	-4.865	-4.889	-4.912	-140
210	-4.410	-4.437	-4.463	-4.489	-4.515	-4.541	-4.567	-4.593	-4.618	-4.644	-4.669	-130
220	-4.138	-4.166	-4.193	-4.221	-4.248	-4.276	-4.303	-4.330	-4.357	-4.384	-4.410	-120
230	-3.852	-3.881	-3.910	-3.939	-3.968	-3.997	-4.025	-4.053	-4.082	-4.110	-4.138	-110
240	-3.553	-3.584	-3.614	-3.644	-3.674	-3.704	-3.734	-3.764	-3.793	-3.823	-3.852	-100
250	-3.242	-3.274	-3.305	-3.337	-3.368	-3.399	-3.430	-3.461	-3.492	-3.523	-3.553	-90
260	-2.920	-2.953	-2.985	-3.018	-3.050	-3.082	-3.115	-3.147	-3.179	-3.211	-3.242	-80
270	-2.586	-2.620	-2.654	-2.687	-2.721	-2.754	-2.788	-2.821	-2.854	-2.887	-2.920	-70
280	-2.243	-2.277	-2.312	-2.347	-2.381	-2.416	-2.450	-2.484	-2.518	-2.552	-2.586	-60
290	-1.889	-1.925	-1.961	-1.996	-2.032	-2.067	-2.102	-2.137	-2.172	-2.208	-2.243	-50
300	-1.527	-1.563	-1.600	-1.636	-1.673	-1.709	-1.745	-1.781	-1.817	-1.853	-1.889	-40
310	-1.156	-1.193	-1.231	-1.268	-1.305	-1.342	-1.379	-1.416	-1.453	-1.490	-1.527	-30
320	-0.777	-0.816	-0.854	-0.892	-0.930	-0.968	-1.005	-1.043	-1.081	-1.118	-1.156	-20
330	-0.392	-0.431	-0.469	-0.508	-0.547	-0.585	-0.624	-0.662	-0.701	-0.739	-0.777	-10
340	0.000	0.039	0.079	0.118	0.157	0.197	0.236	0.275	0.314	0.353	0.392	0

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DEG C
0	0.000	0.039	0.079	0.119	0.158	0.198	0.238	0.277	0.317	0.357	0.397	0
10	0.397	0.437	0.477	0.517	0.557	0.597	0.637	0.677	0.717	0.758	0.798	10
20	0.798	0.838	0.879	0.919	0.960	1.000	1.041	1.081	1.122	1.162	1.203	20
30	1.203	1.244	1.285	1.325	1.366	1.407	1.448	1.489	1.529	1.570	1.611	30
40	1.611	1.652	1.693	1.734	1.776	1.817	1.858	1.899	1.940	1.981	2.022	40
50	2.022	2.064	2.105	2.146	2.188	2.229	2.270	2.312	2.353	2.394	2.436	50
60	2.436	2.477	2.519	2.560	2.601	2.643	2.684	2.726	2.767	2.809	2.850	60
70	2.850	2.892	2.933	2.975	3.016	3.058	3.100	3.141	3.183	3.224	3.266	70
80	3.266	3.307	3.349	3.390	3.432	3.473	3.515	3.556	3.598	3.639	3.681	80
90	3.681	3.722	3.764	3.805	3.847	3.888	3.930	3.971	4.012	4.054	4.095	90
100	4.095	4.137	4.178	4.219	4.261	4.302	4.343	4.384	4.426	4.467	4.508	100
110	4.508	4.549	4.590	4.632	4.673	4.714	4.755	4.796	4.837	4.878	4.919	110
120	4.919	4.960	5.001	5.042	5.083	5.124	5.164	5.205	5.246	5.287	5.327	120
130	5.327	5.368	5.409	5.450	5.491	5.531	5.572	5.612	5.653	5.693	5.734	130
140	5.733	5.774	5.814	5.855	5.895	5.936	5.976	6.016	6.057	6.097	6.137	140
150	6.137	6.177	6.218	6.258	6.298	6.338	6.378	6.419	6.459	6.499	6.539	150
160	6.539	6.579	6.619	6.659	6.699	6.739	6.779	6.819	6.859	6.899	6.939	160
170	6.939	6.979	7.019	7.059	7.099	7.139	7.179	7.219	7.259	7.299	7.338	170
180	7.338	7.378	7.418	7.458	7.498	7.538	7.578	7.618	7.658	7.697	7.737	180
190	7.737	7.777	7.817	7.857	7.897	7.937	7.977	8.017	8.057	8.097	8.137	190
200	8.137	8.177	8.216	8.256	8.296	8.336	8.376	8.416	8.456	8.497	8.537	200
210	8.537	8.577	8.617	8.657	8.697	8.737	8.777	8.817	8.857	8.898	8.938	210
220	8.938	8.978	9.018	9.058	9.099	9.139	9.179	9.220	9.260	9.300	9.341	220
230	9.341	9.381	9.421	9.462	9.502	9.543	9.583	9.624	9.664	9.705	9.745	230
240	9.745	9.786	9.826	9.867	9.907	9.948	9.989	10.029	10.070	10.111	10.151	240
250	10.151	10.192	10.233	10.274	10.315	10.355	10.396	10.437	10.478	10.519	10.560	250
260	10.560	10.600	10.641	10.682	10.723	10.764	10.805	10.846	10.887	10.928	10.969	260
270	10.969	11.010	11.051	11.093	11.134	11.175	11.216	11.257	11.298	11.339	11.381	270
280	11.381	11.422	11.463	11.504	11.546	11.587	11.628	11.669	11.711	11.752	11.793	280
290	11.793	11.835	11.876	11.918	11.959	12.000	12.042	12.083	12.125	12.166	12.207	290
300	12.207	12.249	12.290	12.332	12.373	12.415	12.456	12.498	12.539	12.581	12.623	300
310	12.623	12.664	12.706	12.747	12.789	12.831	12.872	12.914	12.955	12.997	13.039	310
320	13.039	13.080	13.122	13.164	13.205	13.247	13.289	13.331	13.372	13.414	13.456	320
330	13.456	13.497	13.539	13.581	13.623	13.665	13.706	13.748	13.790	13.832	13.874	330
340	13.874	13.915	13.957	13.999	14.041	14.083	14.125	14.167	14.208	14.250	14.292	340
350	14.292	14.334	14.376	14.418	14.460	14.502	14.544	14.586	14.628	14.670	14.712	350
360	14.712	14.754	14.796	14.838	14.880	14.922	14.964	15.006	15.048	15.090	15.132	360
370	15.132	15.174	15.216	15.258	15.300	15.342	15.384	15.426	15.468	15.510	15.552	370
380	15.552	15.594	15.636	15.678	15.721	15.763	15.805	15.847	15.889	15.931	15.974	380
390	15.974	16.016	16.058	16.100	16.142	16.184	16.227	16.269	16.311	16.353	16.395	390
400	16.395	16.438	16.480	16.522	16.564	16.607	16.649	16.691	16.733	16.776	16.818	400
410	16.818	16.860	16.902	16.945	16.987	17.029	17.072	17.114	17.156	17.199	17.241	410
420	17.241	17.283	17.326	17.368	17.410	17.453	17.495	17.537	17.580	17.622	17.664	420
430	17.664	17.707	17.749	17.792	17.834	17.876	17.919	17.961	18.004	18.046	18.088	430
440	18.088	18.131	18.173	18.216	18.258	18.301	18.343	18.385	18.428	18.470	18.513	440
450	18.513	18.555	18.598	18.640	18.683	18.725	18.768	18.810	18.853	18.895	18.938	450
460	18.938	18.980	19.023	19.065	19.108	19.150	19.193	19.235	19.278	19.320	19.363	460
470	19.363	19.405	19.448	19.490	19.533	19.576	19.618	19.661	19.703	19.746	19.788	470
480	19.788	19.831	19.873	19.916	19.959	20.001	20.044	20.086	20.129	20.172	20.214	480
490	20.214	20.257	20.299	20.342	20.385	20.427	20.470	20.512	20.555	20.598	20.640	490
500	20.640	20.683	20.725	20.768	20.811	20.853	20.896	20.938	20.981	21.024	21.066	500
510	21.066	21.109	21.152	21.194	21.237	21.280	21.322	21.365	21.407	21.450	21.493	510
520	21.493	21.535	21.578	21.621	21.663	21.706	21.749	21.791	21.834	21.876	21.919	520
530	21.919	21.962	22.004	22.047	22.090	22.132	22.175	22.218	22.260	22.303	22.346	530
540	22.346	22.388	22.431	22.473	22.516	22.559	22.601	22.644	22.687	22.729	22.772	540
550	22.772	22.815	22.857	22.900	22.942	22.985	23.028	23.070	23.113	23.156	23.198	550
560	23.198	23.241	23.284	23.326	23.369	23.411	23.454	23.497	23.539	23.582	23.624	560
570	23.624	23.667	23.710	23.752	23.795	23.837	23.880	23.923	23.965	24.008	24.050	570
580	24.050	24.093	24.136	24.178	24.221	24.263	24.306	24.348	24.391	24.434	24.476	580
590	24.476	24.519	24.561	24.604	24.646	24.689	24.731	24.774	24.817	24.859	24.902	590
600	24.902	24.944	24.987	25.029	25.072	25.114	25.157	25.199	25.242	25.284	25.327	600

</

TABLE II — Continued

TYPE K New Reference Tables
Supersedes N.B.S.
Circular #561

Nickel-
Chromium Vs.
Nickel-
Aluminum
(Chromel-Alumel)

Temperature in Degrees C
Reference Junction at 0°C

DEG C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DEG C
THERMOELECTRIC VOLTAGE IN ABSOLUTE MILLIVOLTS												
600	24.902	24.944	24.987	25.029	25.072	25.114	25.157	25.199	25.242	25.284	25.327	600
610	25.327	25.369	25.412	25.454	25.497	25.539	25.582	25.624	25.666	25.709	25.751	610
620	25.751	25.794	25.836	25.879	25.921	25.964	26.006	26.048	26.091	26.133	26.176	620
630	26.176	26.218	26.260	26.303	26.345	26.387	26.430	26.472	26.515	26.557	26.599	630
640	26.599	26.642	26.684	26.726	26.769	26.811	26.853	26.896	26.938	26.980	27.022	640
650	27.022	27.065	27.107	27.149	27.192	27.234	27.276	27.318	27.361	27.403	27.445	650
660	27.445	27.487	27.529	27.572	27.614	27.656	27.698	27.740	27.782	27.825	27.867	660
670	27.867	27.909	27.951	27.993	28.035	28.078	28.120	28.162	28.204	28.246	28.288	670
680	28.288	28.330	28.372	28.414	28.456	28.498	28.540	28.582	28.625	28.667	28.709	680
690	28.709	28.751	28.793	28.835	28.877	28.919	28.961	29.002	29.044	29.086	29.128	690
700	29.128	29.170	29.212	29.254	29.296	29.338	29.380	29.422	29.464	29.505	29.547	700
710	29.547	29.589	29.631	29.673	29.715	29.756	29.798	29.840	29.882	29.924	29.965	710
720	29.965	30.007	30.049	30.091	30.132	30.174	30.216	30.257	30.299	30.341	30.383	720
730	30.383	30.424	30.466	30.508	30.549	30.591	30.632	30.674	30.716	30.757	30.799	730
740	30.799	30.840	30.882	30.924	30.965	31.007	31.048	31.090	31.131	31.173	31.214	740
750	31.214	31.256	31.297	31.339	31.380	31.422	31.463	31.504	31.546	31.587	31.629	750
760	31.629	31.670	31.712	31.753	31.794	31.836	31.877	31.918	31.960	32.001	32.042	760
770	32.042	32.084	32.125	32.166	32.207	32.249	32.290	32.331	32.372	32.414	32.455	770
780	32.455	32.496	32.537	32.578	32.619	32.661	32.702	32.743	32.784	32.825	32.866	780
790	32.866	32.907	32.948	32.989	33.031	33.072	33.113	33.154	33.195	33.236	33.277	790
800	33.277	33.318	33.359	33.400	33.441	33.482	33.523	33.564	33.604	33.645	33.686	800
810	33.686	33.727	33.768	33.809	33.850	33.891	33.931	33.972	34.013	34.054	34.095	810
820	34.095	34.136	34.176	34.217	34.258	34.299	34.339	34.380	34.421	34.461	34.502	820
830	34.502	34.543	34.583	34.624	34.665	34.705	34.746	34.787	34.828	34.868	34.909	830
840	34.909	34.949	34.990	35.030	35.071	35.111	35.152	35.192	35.233	35.273	35.314	840
850	35.314	35.354	35.395	35.435	35.476	35.516	35.557	35.597	35.637	35.678	35.718	850
860	35.718	35.758	35.799	35.839	35.880	35.920	35.960	36.000	36.041	36.081	36.121	860
870	36.121	36.162	36.202	36.242	36.282	36.323	36.363	36.403	36.443	36.483	36.524	870
880	36.524	36.564	36.604	36.644	36.684	36.724	36.764	36.804	36.844	36.885	36.925	880
890	36.925	36.965	37.005	37.045	37.085	37.125	37.165	37.205	37.245	37.285	37.325	890
900	37.325	37.365	37.405	37.445	37.484	37.524	37.564	37.604	37.644	37.684	37.724	900
910	37.724	37.764	37.803	37.843	37.883	37.923	37.963	38.002	38.042	38.082	38.122	910
920	38.122	38.162	38.201	38.241	38.281	38.320	38.360	38.400	38.439	38.479	38.519	920
930	38.519	38.558	38.598	38.638	38.677	38.717	38.756	38.796	38.836	38.875	38.915	930
940	38.915	38.954	38.994	39.033	39.073	39.112	39.152	39.191	39.231	39.270	39.310	940
950	39.310	39.349	39.388	39.428	39.467	39.507	39.546	39.585	39.625	39.664	39.703	950
960	39.703	39.743	39.782	39.821	39.861	39.900	39.939	39.979	40.018	40.057	40.096	960
970	40.096	40.136	40.175	40.214	40.253	40.292	40.332	40.371	40.410	40.449	40.488	970
980	40.488	40.527	40.566	40.605	40.644	40.684	40.723	40.762	40.801	40.840	40.879	980
990	40.879	40.918	40.957	40.996	41.035	41.074	41.113	41.152	41.191	41.230	41.269	990
1,000	41.269	41.308	41.347	41.385	41.424	41.463	41.502	41.541	41.580	41.619	41.657	1,000
1,010	41.657	41.696	41.735	41.774	41.813	41.851	41.890	41.929	41.968	42.006	42.045	1,010
1,020	42.045	42.084	42.123	42.161	42.200	42.239	42.277	42.316	42.355	42.393	42.432	1,020
1,030	42.432	42.470	42.509	42.548	42.586	42.625	42.663	42.702	42.740	42.779	42.817	1,030
1,040	42.817	42.856	42.894	42.933	42.971	43.010	43.048	43.087	43.125	43.164	43.202	1,040
1,050	43.202	43.240	43.279	43.317	43.356	43.394	43.432	43.471	43.509	43.547	43.586	1,050
1,060	43.585	43.624	43.662	43.700	43.739	43.777	43.815	43.853	43.891	43.929	43.968	1,060
1,070	43.968	44.006	44.044	44.082	44.121	44.159	44.197	44.235	44.273	44.311	44.349	1,070
1,080	44.349	44.387	44.425	44.463	44.501	44.539	44.577	44.615	44.653	44.691	44.729	1,080
1,090	44.729	44.767	44.805	44.843	44.881	44.919	44.957	44.995	45.033	45.071	45.108	1,090
1,100	45.108	45.146	45.184	45.222	45.260	45.297	45.335	45.373	45.411	45.448	45.486	1,100
1,110	45.486	45.524	45.561	45.599	45.637	45.675	45.712	45.750	45.787	45.825	45.863	1,110
1,120	45.863	45.900	45.938	45.975	46.013	46.051	46.088	46.126	46.163	46.201	46.238	1,120
1,130	46.238	46.275	46.313	46.350	46.388	46.425	46.463	46.500	46.537	46.575	46.612	1,130
1,140	46.612	46.649	46.687	46.724	46.761	46.799	46.836	46.873	46.910	46.948	46.985	1,140
1,150	46.985	47.022	47.059	47.096	47.134	47.171	47.208	47.245	47.282	47.319	47.356	1,150
1,160	47.356	47.393	47.430	47.467	47.504	47.541	47.578	47.615	47.652	47.689	47.726	1,160
1,170	47.726	47.763	47.800	47.837	47.874	47.911	47.948	47.985	48.022	48.058	48.095	1,170
1,180	48.095	48.132	48.169	48.205	48.242	48.279	48.316	48.352	48.389	48.426	48.462	1,180
1,190	48.462	48.499	48.536	48.572	48.609	48.645	48.682	48.718	48.755	48.792	48.828	1,190
1,200	48.828	48.865	48.901	48.937	48.974	49.010	49.047	49.083	49.120	49.156	49.192	1,200
1,210	49.192	49.229	49.265	49.301	49.338	49.374	49.410	49.446	49.483	49.519	49.555	1,210
1,220	49.555	49.591	49.627	49.663	49.700	49.736	49.772	49.808	49.844	49.880	49.916	1,220
1,230	49.916	49.952	49.988	50.024	50.060	50.096	50.132	50.168	50.204	50.240	50.276	1,230
1,240	50.276	50.311	50.347	50.383	50.419	50.455	50.491	50.526	50.562	50.598	50.633	1,240
1,250	50.633	50.669	50.705	50.741	50.776	50.812	50.847	50.883	50.919	50.954	50.990	1,250
1,260	50.990	51.025	51.061	51.096	51.132	51.167	51.203	51.238	51.274	51.309	51.344	1,260
1,270	51.344	51.380	51.415	51.450	51.486	51.521	51.556	51.592	51.627	51.662	51.697	1,270
1,280	51.697	51.733	51.768	51.803	51.838	51.873	51.908	51.943	51.979	52.014	52.049	1,280
1,290	52.049	52.084	52.119	52.154	52.189	52.224	52.259	52.294	52.329	52.364	52.398	1,290
1,300	52.398	52.433	52.468	52.503	52.538	52.573	52.608	52.642	52.677	52.712	52.747	1,300
1,310	52.747	52.781	52.816	52.851	52.886	52.920	52.955	52.989	53.024	53.059	53.093	1,310
1,320	53.093	53.128	53.162	53.197	53.232	53.266	53.301	53.335	53.370	53.404	53.439	1,320
1,330	53.439	53.473	53.507	53.542	53.576	53.611	53.645	53.679	53.714	53.748	53.782	1,330
1,340	53.782	53.817	53.851	53.885	53.920	53.954	53.988	54.022	54.057	54.091	54.125	1,340
1,350	54.125	54.159	54.193	54.228								

B I B L I O G R A P H I E

- /...Emploi des microprocesseursM. AUMIAUX...
- /...Systeme a microprocesseurs.....M. AUMIAUX..
- /...Microprocesseurs du 6800au 6809.....G. REVELLIN.
- /...Logique binaire.....M. AUMIAUX..
- /...Semi-conducteurs (thyristors et triacs)....M. MOUNIC...
- /...PROJET DE FIN D'ETUDES:
 - ~~+++~~ Automatisation d'un banc de fabrication
de cellules solaire au (Cds - CU₂S)
+++ janvier 1980.....
 - ~~+++~~ Mise en oeuvre de travaux pratique sur
le micro-ordinateur, le Kit . D₅.....MOTOROLA.
- /...Electronique Applications N° 10.....1979.
- /...Electronique Applications N° 29.....Mai.1983.
- /...Le HAUT PARLEUR N° 1719.....Aout.1985
- /...MANUEL du KITS D₅.
- /...DATA.BOOK TTL
- /...DATA.BOOK MOTOROLA.