

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

المعهد الوطني للعلوم الهندسية

المكنية

DEPARTEMENT : ELECTRONIQUE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE  
BIBLIOTHÈQUE

## PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

ETUDE DE  
LA FIABILITE D'UN  
MINIORDINATEUR

Proposé par :

Mr. A.F BORSALI  
Chargé de recherche au CEN.

Etudié par :

TABBI BOUTHEINA  
QUALHA ASSIA

Dirigé par :

Mr. A.F BORSALI



PROMOTION : JANVIER 1985



## DEDICACES

A Mes Parents

A mon frère Djamel

A toute ma famille

A tous mes amis

Boutheina

A Mes Parents

A mon mari

A toute ma famille

A tous mes amis

ASSIA

## REMERCIEMENTS

Nous remercions Monsieur TâTah , Directeur du CDCE et les responsables de nous avoir acceptées au centre .

Nous remercions vivement Monsieur Borsali de nous avoir confiées ce travail et de nous avoir accueillies avec autant de bienveillance au sein du " Laboratoire instrumentation et Contrôle - Commande "

Nous tenons à remercier Melle Kasdi Karima pour son aide précieuse , pour ses conseils judicieux et pour le soutien moral qu'elle nous a apportés dans les moments difficiles .

Notre plus profonde gratitude à toute l'équipe du laboratoire  
en particulier

M<sup>R</sup> HADJ AÏSSA . B .

M<sup>R</sup> EL HADI . M

M<sup>R</sup> Gue ttach . F

Que ceux qui nous ont aidés , de près ou de loin à effectuer ce travail , trouvent ici nos sincères remerciements .

# TABLE DE MATIERE

|      |             |   |
|------|-------------|---|
| 1.1  | Chapitre I  | Introduction à la Fiabilité                                   |
| 1.1  |             | Introduction  |
| 1.2  |             | but de la Thèse   |
| 1.3  |             | Historique  |
| 1.4  |             | Position du Problème  |
| 1.10 |             | La fiabilité et les différentes fonctions qui y interviennent |
| 1.13 |             | Méthodes d'amélioration                                       |
| 1.13 |             | Plan de la Thèse  |
| 2.1  | Chapitre II | Conception et réalisation d'un Miniordinateur                 |
| 2.1  |             | Conception  |
| 2.1  |             | Position du Problème  |
| 2.2  |             | Développement du système                                      |
| 2.4  |             | Carte MPU   |
| 2.4  |             | Microprocesseur   |
| 2.6  |             | Mémoires  |
| 2.7  |             | Bloc d'entrées sorties  |
| 2.7  |             | Présentation du PIA   |
| 2.8  |             | Clavier   |
| 2.8  |             | Afficheur   |
| 2.8  |             | Interruptions   |
| 2.10 |             | Méthodes de travail du Miniordinateur                         |
| 2.12 |             | Organigramme  |
| 2.23 |             | Réalisation   |

- 2-23 Circuit d'Interface de bus
- 2-25 Circuit de lecture écriture
- 2-26 Circuit de reinitialisation
- 2-31 Adressage
- 2-38 Fonctionnement du clavier
- 2-42 Moniteur de gestion
- 2-43 Afficheur
- 2-48 Test et Résultats
- 2-49 Manuel d'utilisation
- 2-50 Calcul de l'Alimentation

- 3-1 Chapitre III Fiabilité du Système
- 3-2 Fiabilité des éléments
- 3-10 Calcul du Taux de pannes de l'Alimentation
- 3-15 Calcul du Taux de panne du Miniordinateur
- 3-18 Fiabilité du Système
- 3-21 Etude de la fiabilité de l'appareil sans réparation
- 3-21 Etude de la fiabilité avec réparation
- 3-24 Etude de la fiabilité avec maintenance préventive
- 3-28 Interprétation graphique

- 4-1 Chapitre IV Conclusion générale
- A-0 Annexe
- A-1 Annexe 1 Microprocesseur
- A-4 Circuit d'horloge
- A-5 Buffers

|               |  |
|---------------|--|
| A-6 Annexe 2  | Mémoires   |
| A8 Annexe 3   | PIA  |
| A.11 Annexe 4 | Commutateur  |
| A.12          | Portes   |
| A.13 Annexe 5 | Latch  |
| A.14 Annexe 6 | Programmation  |
| A25           | Implantation des mémoires                            |
| A-28          | Organigramme de Temporisation de 15s .               |
| A.29          | Disposition des Circuits intégrés                    |
| A.30 Annexe 7 | Lois de distribution de fiabilité .                  |
| A.36 Annexe 8 | Calcul de fiabilité et programme de $P(t)$ et $Q(t)$ |
| A-40          | Calcul de $P(i)$                                     |
| A.42          | Calcul de $K_{p0}$                                   |
| A46 Annexe 9  | Circuit imprimé de l'Alimentation                    |
| A47           | Circuit imprimé du clavier                           |

## B.1 BIBLIOGRAPHIE

# CHAPITRE I

## INTRODUCTION A LA FIABILITE

### Introduction

Depuis son indépendance, l'Algérie a acquis dans ses biens d'équipement, un important parc matériel qui est souvent soumis à une utilisation intensive, dans des conditions différentes de celles prévues lors de sa fabrication.

Cette situation explique les pannes fréquentes et les besoins importants en matière de pièces détachées et de maintenance.

Depuis ces dernières années, un effort considérable est réalisé dans le but de choisir un matériel plus approprié et de former un personnel hautement qualifié dans la maintenance du matériel. [1]

On se pose souvent la Question :

Pourquoi ce matériel qui a fait ses preuves dans d'autres pays, se trouve ici en immobilisation totale après un certain temps de travail?

Cette question trouve sa réponse dans le fait que lors de la conception de tout appareil, l'Ingénieur définit de façon fonctionnelle puis,



passer au calcul en tenant compte de tous les facteurs qui peuvent y intervenir.

Parmi ces facteurs, on cite les conditions de température et autres du milieu environnant, les conditions de fonctionnement, les conditions d'exploitation.

L'étude de la fiabilité prend en compte ces conditions. Elle est basée sur un calcul prévisionnel qui nous définit : [2, 3, 4, 5, 6, 7]

- La durée de vie d'un matériel

- La probabilité de défaillance du matériel après un temps de travail  $t$ ; et autres paramètres.

En se basant sur ce calcul, on peut dresser un calendrier de maintenance, ce qui revient à prévoir le nombre de pièces de rechange pendant une période d'utilisation.

Pour ce faire, il faut procéder à la gestion de stock.

## but de La Thèse

Dans ce qui suit, nous allons concevoir et réaliser un miniordinateur conçu autour du microprocesseur MC 6800 de Motorola. Nous définirons par la suite son schéma fonctionnel puis nous étudierons les différentes paramètres de fiabilité mentionnés plus haut.

# Historique

Si le concept de fiabilité est très ancien, ce n'est qu'autour des années 1960, lors de la guerre de Corée aux ETATS UNIS que la théorie de la fiabilité a été développée. [3]

Et, ce n'est qu'au début des années 1970 que cette notion a été exploitée pour développer le matériel utilisé par le grand Public. Cette théorie a d'abord été dictée par la nécessité de disposer d'un matériel sûr dans le domaine militaire, évitant ainsi l'utilisation ruineuse d'un équipement peu fiable.

## Position du Problème

Le développement d'une telle théorie a été motivé au départ par le fait de voir un matériel affecté par des pannes fréquentes.

Dans le tableau n° 1, une classification des pannes est proposée, classification faite relativement à certains critères. [6]

Le premier critère se rapporte aux paramètres de fonctionnement qui s'ils sont hors de leurs limites entraînent une panne brutale ou progressive.

Le second critère est propre à l'utilisateur qui devra se soucier de savoir si l'appareil est encore utilisable après la panne (panne locale), ou pas du tout (panne totale). Il est ensuite nécessaire de déterminer le lien possible entre pannes.

Il peut exister des pannes en entraînant d'autres, il s'agit de pannes dépendantes.

Par opposition, nous pouvons distinguer des pannes indépendantes non gênantes quant

# CLASSIFICATION

# DES PANNES

Tableau N°1

| Critère de Classification  | Type de panne   |
|--|---|
| Caractère de changement des paramètres principaux jusqu'au moment de l'apparition de la panne. | - Panne brutale .<br>- Panne progressive .  |
| Possibilité d'utilisation de l'objet après l'apparition de la panne.                           | - Panne Totale .<br>- Panne locale .  |
| Liaison entre panne.   | - Panne indépendante .<br>- Panne dépendante .  |
| Stabilité dans l'Incapacité de travail .   | - Panne stable . - Panne Fugitive<br>- Panne autoreparable .<br>- Panne Fugitive multiple . |
| Visibilité de la Panne .   | - Panne visible .<br>- Panne non visible .  |
| Nature de la panne .   | - Panne Naturelle .<br>- Panne Artificielle .   |
| Possibilité de Réparation .  | - Panne réparable .<br>- Panne non réparable .  |

|  |   |
|--|---|
| <p>Cause de Panne :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Construction :             <ul style="list-style-type: none"> <li>• ERREUR de Conception</li> <li>• Méthode de Conception inadéquate</li> </ul> </li> <li>- Production             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Non Respect de la gamme de production.</li> <li>• Technologie inadéquate.</li> </ul> </li> <li>- Exploitation             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Non respect des règles d'exploitation</li> <li>• Conditions d'exploitations externes anormales.</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Panne due à la Conception.</li> <li>- Panne due à la production.</li> <li>- Panne d'exploitation.</li> </ul>                             |
| <p>EPOQUE de l'Apparition de la Panne.</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Panne durant les essais.</li> <li>- Panne de jeunesse</li> <li>- Panne d'exploitation normale.</li> <li>- Panne de Vieillesse</li> </ul> |

à elles, en ce sens qu'elles n'entraînent pas l'arrêt définitif de l'appareil.

Nous pouvons définir plusieurs sortes de pannes

- Des pannes stables pour lesquels l'intervention d'un opérateur hautement qualifié est nécessaire.

- Des pannes autoréparables, pour lesquelles un déclenchement automatique d'un matériel de secours est prévu.

- Des pannes fugitives que nous pouvons illustrer par l'exemple suivant: Apparition aléatoire de deux chiffres sur une calculatrice alors que la touche n'a été manœuvrée qu'une fois.

On définit d'autre part, des pannes fugitives multiples lorsque le dernier phénomène décrit se perpétue.

Le souci du réparateur de détecter si la panne est visible ou pas constitue le cinquième critère.

Le sixième critère étudie les causes de la panne. Les dernières sont d'origines diverses:

- Au niveau de la conception où le souci de performance l'emporte sur la fiabilité, de même que la recherche de la nouveauté l'emporte sur la sécurité. Ces effets donnent naissance aux pannes de conception.

- Au niveau de la production où l'on ignore la fiabilité afin de minimiser le prix de revient. Une technologie inadéquate et le non respect de la gamme de production augmentent les risques de pannes de production.

- Au niveau de l'utilisation, le non respect des modes d'emploi et les conditions externes anormales entraînent la panne d'exploitation.

Le septième critère tient compte de la nature de la panne ; à savoir déterminer si celle-ci est naturelle ou artificielle.

Quant au huitième critère, il tient compte de la mise au point de l'appareil.

Une panne peut aussi survenir lors des essais, pendant la période de jeunesse, de l'exploitation normale, ou de vieillesse.

Le dernier critère étudie la réparabilité de l'appareil, à savoir si celui-ci est réparable ou pas.

Cette Analyse nous permet dès lors de citer les grands traits de la théorie de la fiabilité :

- Étude de la fiabilité d'un composant en définissant sa durée de vie.

- Étude de la fiabilité du système en précisant sa probabilité de travail sans panne.

- Étude des différentes méthodes pour améliorer la fiabilité du système.

- Étude de la maintenance du système en établissant un calendrier de maintenance préventive.

- Procédure à suivre pour la gestion de stock des pièces détachées.



## Fiabilité et différentes fonctions qui y interviennent

La commission électronique internationale donne à la fiabilité, la définition suivante : [3]  
"Caractéristique d'un équipement exprimée par la probabilité qu'il remplisse une fonction donnée sous des conditions données et en un temps donné".

Le mot équipement est pris au sens large et peut être aussi bien un composant (résistance, capacité); un sous ensemble (alimentation, carte MPU); un système complexe (une chaîne de mesure : compteur, convertisseur, amplificateur, filtre, appareil de mesure, alimentation).

Cette définition comprend quatre éléments significatifs :

- Probabilité.
- Fonction requise.
- Conditions données.
- temps donné.

La fiabilité est l'une des caractéristiques d'un équipement.

Nous entendons par caractéristique une puissance de sortie, un gain, autrement dit toute grandeur chiffrée.

La fiabilité a un aspect probabiliste qui peut être soit une mesure, soit un calcul effectué avec un programme d'essai.

La mesure n'est qu'une estimation par une approche statistique, par des essais ou par une expérience opérationnelle.

Le calcul prévisionnel permet d'évaluer la charge de maintenance, le dépannage et le volume de pièces de rechanges.

Par ailleurs, la fiabilité d'un système dépend de la fonction qu'il doit remplir.

Elle n'est pas à priori la même selon qu'il s'agisse d'une calculatrice ou d'un poumon artificiel.

L'expression chiffrée de la fiabilité n'a de sens qu'accompagnée des conditions d'emploi et d'environnement climatique.

C'est ainsi que l'on parle de fiabilité intrinsèque correspondant à un fonctionnement

en laboratoire dans les conditions normales, par opposition à la fiabilité opérationnelle correspondant aux conditions réelles d'exploitation.

A ces facteurs, vient s'ajouter le temps. En effet, la fiabilité est la prévision de la qualité dans le futur.

L'utilisation permanente d'un système entraîne son usure et par conséquent augmente les risques de pannes. C'est pourquoi la fiabilité ne peut être une fonction croissante du temps.

Les produits dont le fonctionnement dépend du temps se subdivisent en trois classes :

- Ceux pour lesquels le fonctionnement est continu pendant la durée d'utilisation tel un Radar de Veille.

- Ceux qui fonctionnent de façon intermittente tel un appareil de mesure en laboratoire

- Ceux qui fonctionnent une seule fois tel une allumette ou une balle.

Dans le premier cas, on dit que les missions sont à caractère continu par opposition au caractère discontinu attribué aux produits qui fonctionnent une seule fois. Quant au cas intermédiaire, il est dit à caractère semi continu.

## Méthode d'amélioration

Pour les produits de la première classe, nous souhaitons avoir une probabilité de panne voisine de zéro. Pour ce faire, plusieurs méthodes sont utilisées pour diminuer les risques de pannes. Parmi ces moyens, citons l'utilisation de circuits correcteurs, la simplification. Cependant il existe d'autres moyens plus coûteux telle la sélection des composants et l'emploi de la Redondance physique des composants.

## Plan de la thèse

Dans un second chapitre, nous proposons d'étudier et de réaliser un miniordinateur. Quant au troisième chapitre, il sera consacré à l'étude de la fiabilité du système conçu. Dans un dernier chapitre on étudiera les moyens d'améliorer la fiabilité de ce système.

## Chapitre II

# Conception et Réalisation d'un Miniordinateur

## Conception

### Position du Problème

Pour l'étude de la fiabilité, nous aurions pu prendre un schéma électronique quelconque et en faire une étude théorique. Nous avons préféré réaliser un montage pour affronter de plus près, les difficultés qui pourraient apparaître lors de la conception de la réalisation et de la mise au point de l'appareil.

De l'intérêt que nous portons à la microinformatique [8] nous avons opté pour la réalisation d'un Miniordinateur conçu autour du MC6800 et des éléments de sa famille. Ces derniers étant disponibles dans le laboratoire "Instrumentation et Contrôle" du CDCE au CEN.

Le Miniordinateur doit pouvoir :

- être programmé via un périphérique d'entrée
- exécuter un programme
- communiquer les résultats sur un périphérique de sortie.

L'unité qui permet la gestion des données introduites et l'exécution du programme est le Bloc MPU, qui représente l'unité de calcul et de traitement du

système .

Comme périphérique d'entrée, l'utilisation d'un clavier 16 touches, vu sa disponibilité, nous a paru adéquate .

Le périphérique de sortie est réalisé à partir d'un groupe d'afficheurs permettant aussi bien la lecture des résultats que celles des données introduites par clavier .

Voir schéma synoptique du système fig 2-1 .

### Developpement du Systeme

Notons que l'on utilisera les composants de la famille du MC 6800 de Motorola dans un souci de compatibilité .

Un programme devant être introduit . Il est alors nécessaire de prévoir un espace physique où sera logé celui-ci . On utilise à cet effet, une mémoire vive destinée à contenir un programme spécifique à chaque utilisation .

Pour gérer l'introduction des données et le chargement du programme utilisateur en mémoire, le besoin d'un moniteur de contrôle d'opération se fait sentir . Ce dernier doit être présent en permanence dans une EPROM .  
Ce moniteur doit faire partie intégrante du système .

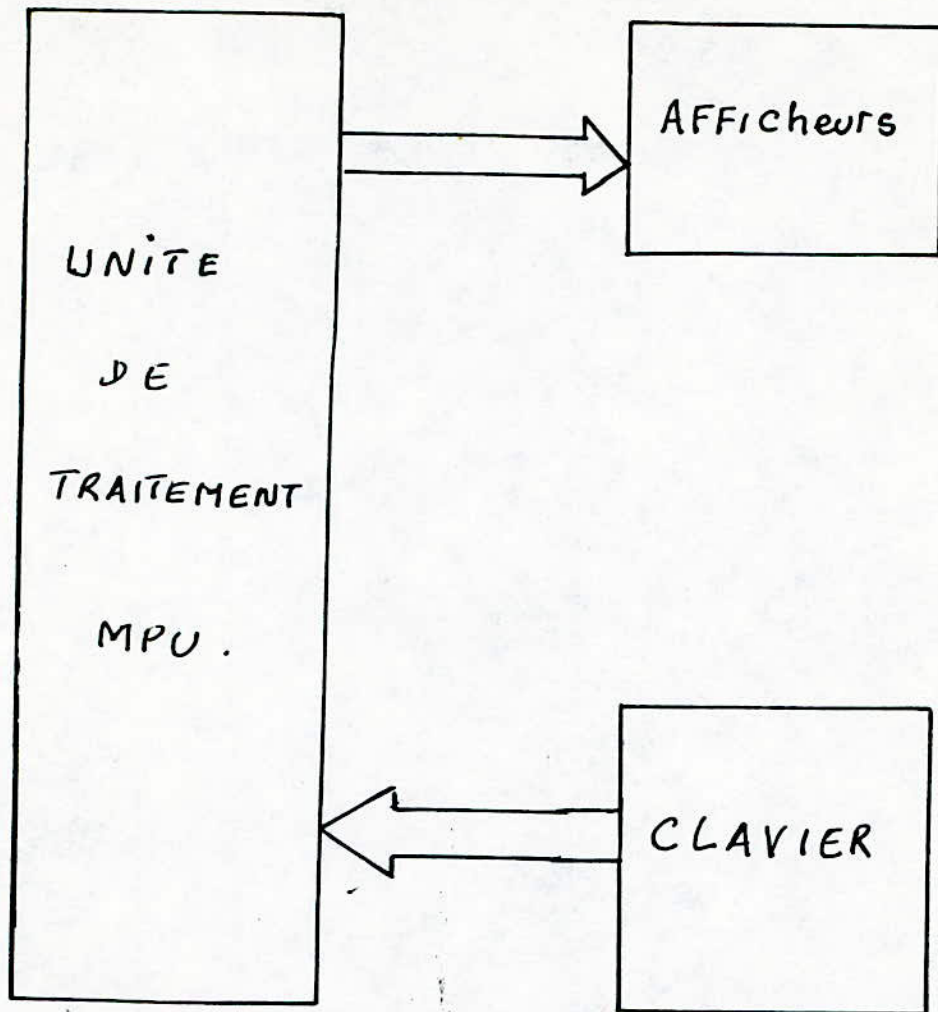


fig 2-1 Schéma synoptique du Miniordinateur

Un organe d'entrées sorties s'impose afin de permettre le dialogue avec l'utilisateur; d'où le synoptique de la figure 2-2.

Les différentes unités sont liées par trois bus

- Le bus de données
- Le bus d'adresses
- Le bus de Contrôle

Le nom de Minordinateur a été choisi du fait que le système est monocarte. Comme le système n'effectue que les opérations que permet le microprocesseur; il n'est pas capable de réaliser les fonctions telles que, Multiplication, sinus, .... Ces opérations devront être programmées par l'utilisateur.

### Carte MPU [9,10,11]

Le module MPU a pour pièce maîtresse le microprocesseur MC 6800 de Motorola en plus des accessoires (buffer, logique de lecture écriture ...)

#### Microprocesseur MC 6800 (Brochage en Annexe 1)

Il est monolithique 8 bits, il nécessite une alimentation de +5V (cas de tous les circuits TTL). Il est piloté par une horloge dont la fréquence est de 1 MHz.

Voir Brochage et signaux de l'horloge en Annexe 1.



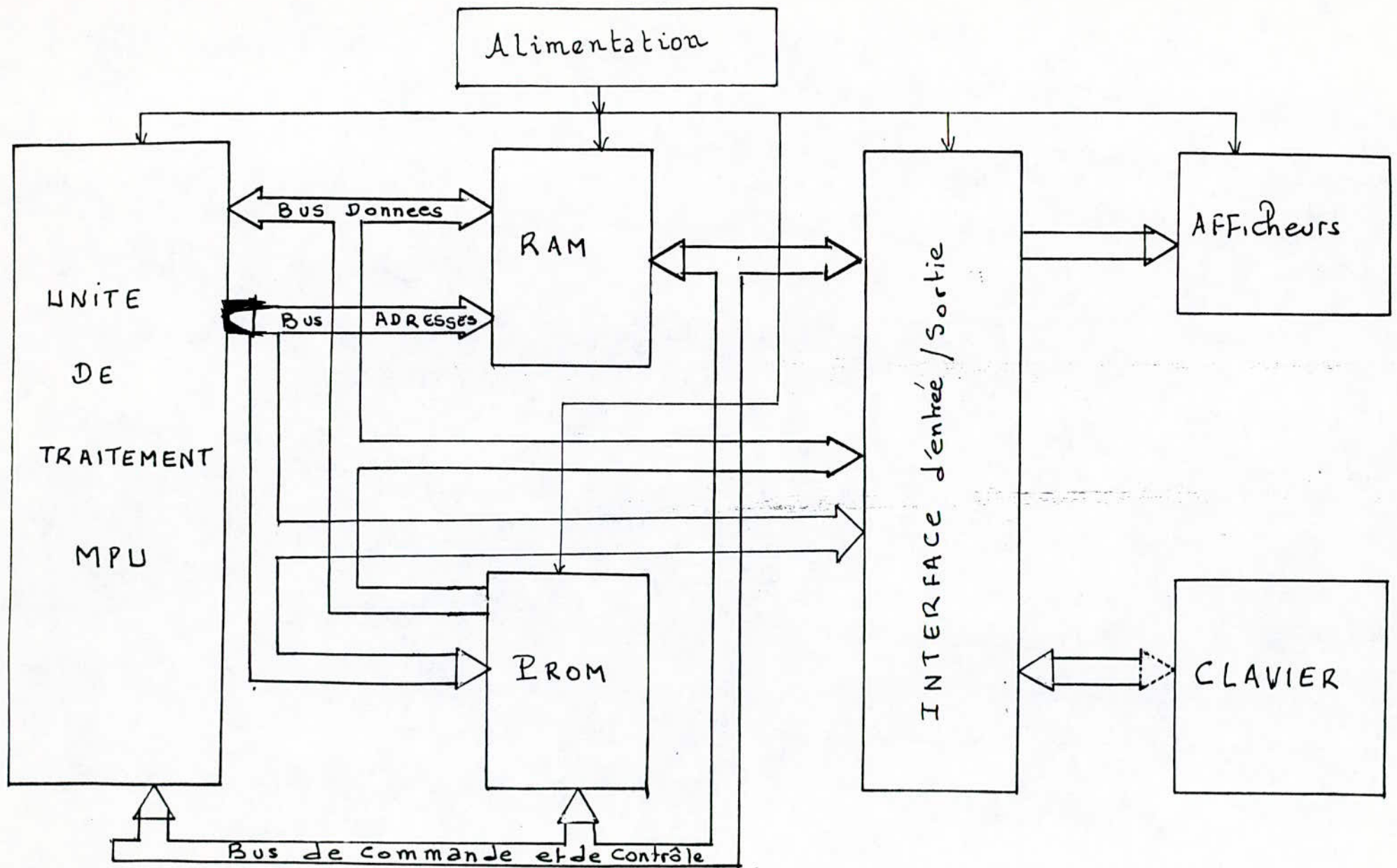


fig 2.2 Bloc diagramme du Miniordinateur

Il utilise deux registres internes : les accumulateurs A et B .

La Majorité des instructions se fait sur ces accumulateurs , Pour cela , ils sont dits Registres de travail .

Il possède un registre d'état qui permet les instructions de saut conditionnel et la validation des interruptions . ( Voir Constitution internes en Annexe 1 )

Les modes d'adressage du MC 6800 sont établis en Annexe 1 .

## Mémoires

Le programme moniteur est stocké dans une EPROM MCM2716 , de Capacité 2K octets .  
Comme mémoires vives , une RAM TMM 2016 dont la capacité est de 2K octets et RAM MC6810 de 128 octets sont utilisées .

Ces mémoires sont adressés par le microprocesseur . Il en est de même pour l'interface d'entrées sorties . Ce dernier est considéré par le microprocesseur comme une mémoire .

Pour le brochage de ces mémoires voir annexe 2

## Bloc d'entrées sorties

Notre carte d'entrées sortie doit permettre le

- transfert des données de l'utilisateur vers l'unité de calcul et inversement.

Pour cela, nous avons utilisé pour l'introduction des données un clavier hexadécimal 16 touches, et pour la communication des résultats 7 afficheurs.

Le PIA 6821 est utilisé pour les deux périphériques. Le microprocesseur communique avec les afficheurs également à travers ce même interface.

### Présentation du PIA.

C'est un circuit d'interface parallèle programmable du type MC 6821. Il comprend deux parties symétriques : le port A et le Port B.

Chaque port contient trois registres :

- Un registre OR sur lequel se fait les opérations de lecture et d'écriture.
- Un registre DDR de direction de données.
- Un registre CR pour définir le mode de fonctionnement des lignes  $C_1$  et  $C_2$

Pour plus de détail sur le PIA, et sa constitution interne sont donnés en Annexe 3

## Clavier

Le clavier comprend 16 touches numériques. Le traitement d'une donnée venant du clavier se fait selon la technique d'inversion ligne colonne.

## Afficheurs

Lorsque la donnée est introduite, elle doit être systématiquement affichée. Comme afficheurs, nous utilisons les FND 507 qui sont en nombre de 7, dont le premier sera réservé au tiret, les quatre suivants indiquent l'adresse et sur les deux derniers figure le code.

## Les Interruptions

Dans notre système, on utilise les interruptions suivantes :

NMI : Interruption non masquable utilisée pour l'exécution du programme utilisateur. Dès que ce dernier appuie sur E (exécute) ; le Microprocesseur se branche en FFFC - FFFD où il trouvera respectivement les poids forts et les poids faibles de l'adresse du sous programme d'exécution.

IRQ : Interruption masquable ; utilisée pour l'interruption venant du clavier par l'intermédiaire de CB<sub>1</sub>, sachant que IRQB est relié à IRQ du microprocesseur. Le dernier se branchera en FFF8 - FFF9 où il trouvera l'adresse du sous programme de lecture du clavier.

Reset : interruption que l'utilisateur devra manoeuvrer pour une initialisation ou pour sortir de la boucle d'erreur ; le microprocesseur se branche en FFFE-FFFF où il trouvera l'adresse d'origine du programme moniteur.

SWI : interruption logicielle, lorsqu'elle est reçue, le microprocesseur se branche en -FFFA-FFFB où il trouvera le sous programme correspondant.

## Méthode de travail du Miniordinateur

Dès que l'utilisateur met le système sous tension et allume l'interrupteur, le micro ordinateur effectue le programme d'allumage de la 7<sup>e</sup> led du 7<sup>e</sup> afficheur et exécute la routine d'initialisation puis se met en attente d'interruption en provenance du clavier.

L'utilisateur doit introduire la première instruction en spécifiant d'abord l'adresse d'implantation de son programme (avec 4 touches).

Le microprocesseur reconnaît la touche, recherche son code dans la table et stocke sa valeur en mémoire puis l'affiche.

Il calcule l'adresse suivante, l'affiche et se remet en attente d'interruption.

A ce niveau, l'utilisateur ne doit appuyer que sur deux touches. Le microprocesseur reconnaît les deux touches, recherche leurs codes 7 segments, les stocke en mémoire et les affiche.

Il refait la même procédure jusqu'à la fin du programme en organisant l'implantation du programme utilisateur et se remet enfin en attente d'une interruption. Dès que l'utilisateur appuie sur le bouton exécut, le microprocesseur se branche au sous programme NMI qui lui permet d'exécuter

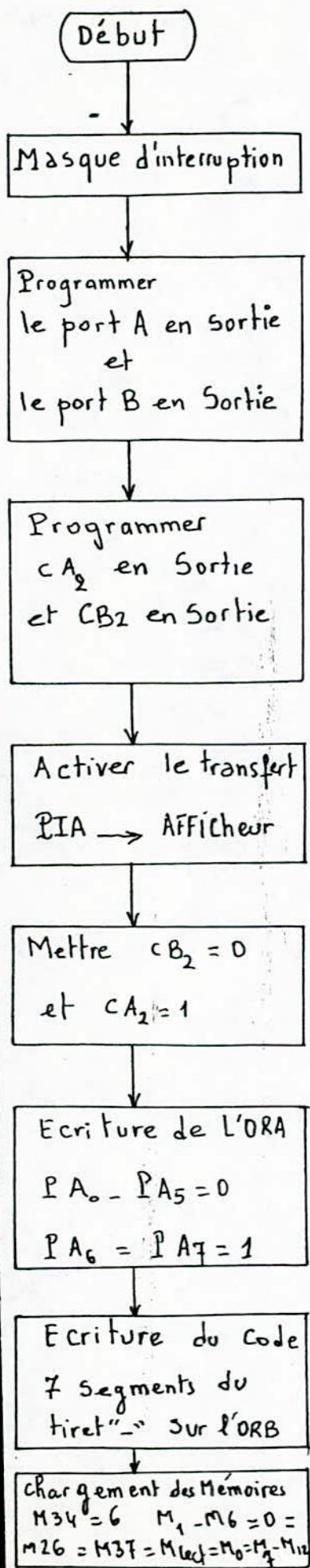
le programme . Après l'exécution , il se branchera au sous programme d'affichage des résultats .

A présent , nous dressons l'organigramme de gestion du clavier , et affichage des données introduites .

En sous programme , on donne celui de la lecture des registres internes du microprocesseur ainsi que celles des mémoires .

Le programme ainsi que la distribution des mémoires sont donnés en Annexe 6 .

# ORGANIGRAMME



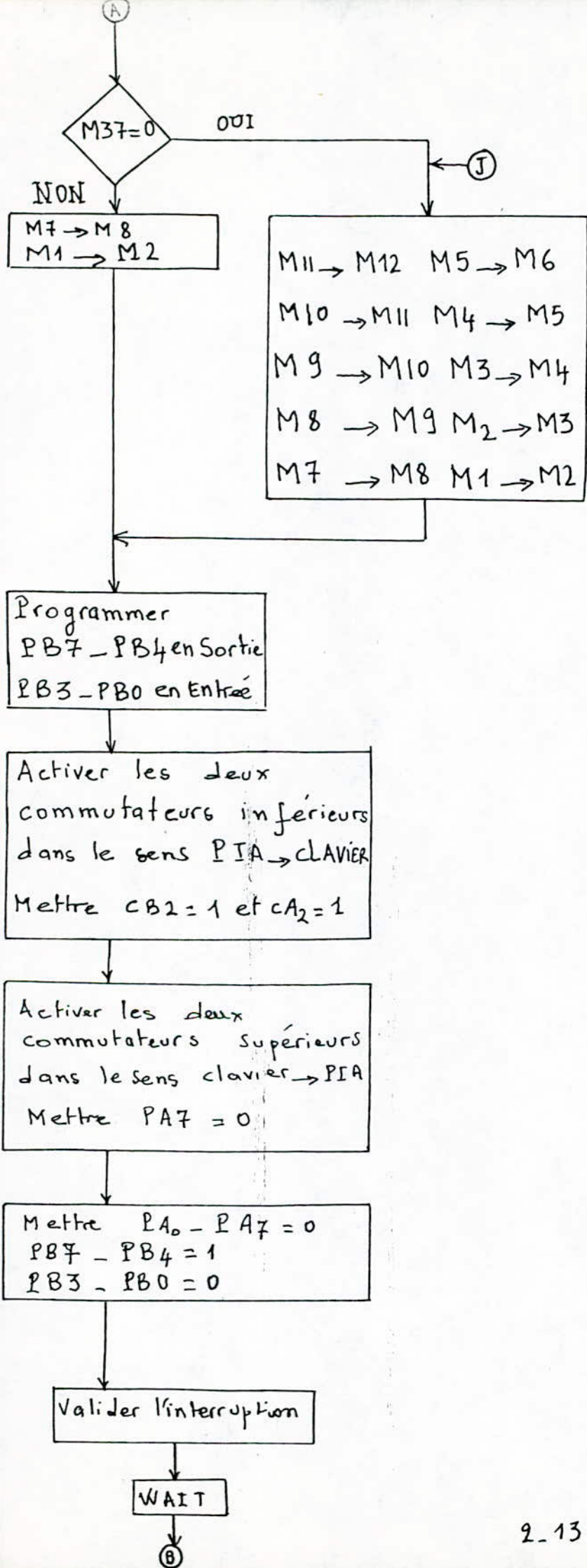
## Commentaires

Programmation du port A pour exciter le 7<sup>e</sup> afficheur .

Programmation du port B pour afficher le "-" indiquant que le microprocesseur est apte à recevoir des données et que la routine d'initialisation a été effectuée .

chargement des mémoires nécessaires au traitement des données introduites





Est ce la premiere instruction?

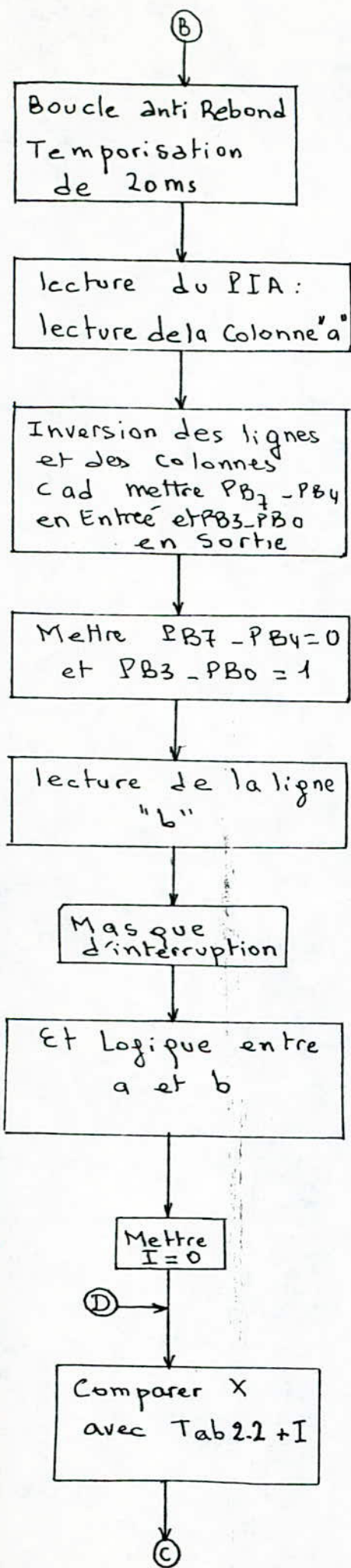
- Si oui , on doit introduire 6 digits donc on doit decaler toutes les memoires ; celles qui contiennent le n° de digit et celles qui contiennent le code 7 segment.
- Si non , on doit introduire seulement 2 digits , on doit donc la memoire contenant le n° de digit et la memoire qui contient le code 7 segment correspondant.

Dans les deux cas precedent on passe a la programmation du port B.

On programme les quatres premieres lignes du port en Sortie et les quatres derniers en entree.

Les commutateurs devant etre actives : les deux premiers dans le sens CL -> PIA et les deux derniers dans le sens PIA -> CL  
écriture de l'ORA et l'ORB  
Valider l'interruption

Attente



Etant donné que les touches du clavier sont mécaniques, l'état stable n'est atteint qu'après 20ms, ce qui nécessite une temporisation de 20ms qui permet d'avoir un état stable "0" ou "1".

lecture de la colonne.

On inverse les lignes et les colonnes ce qui revient à programmer les quatre premières lignes en entrées et les quatre autres en sorties.

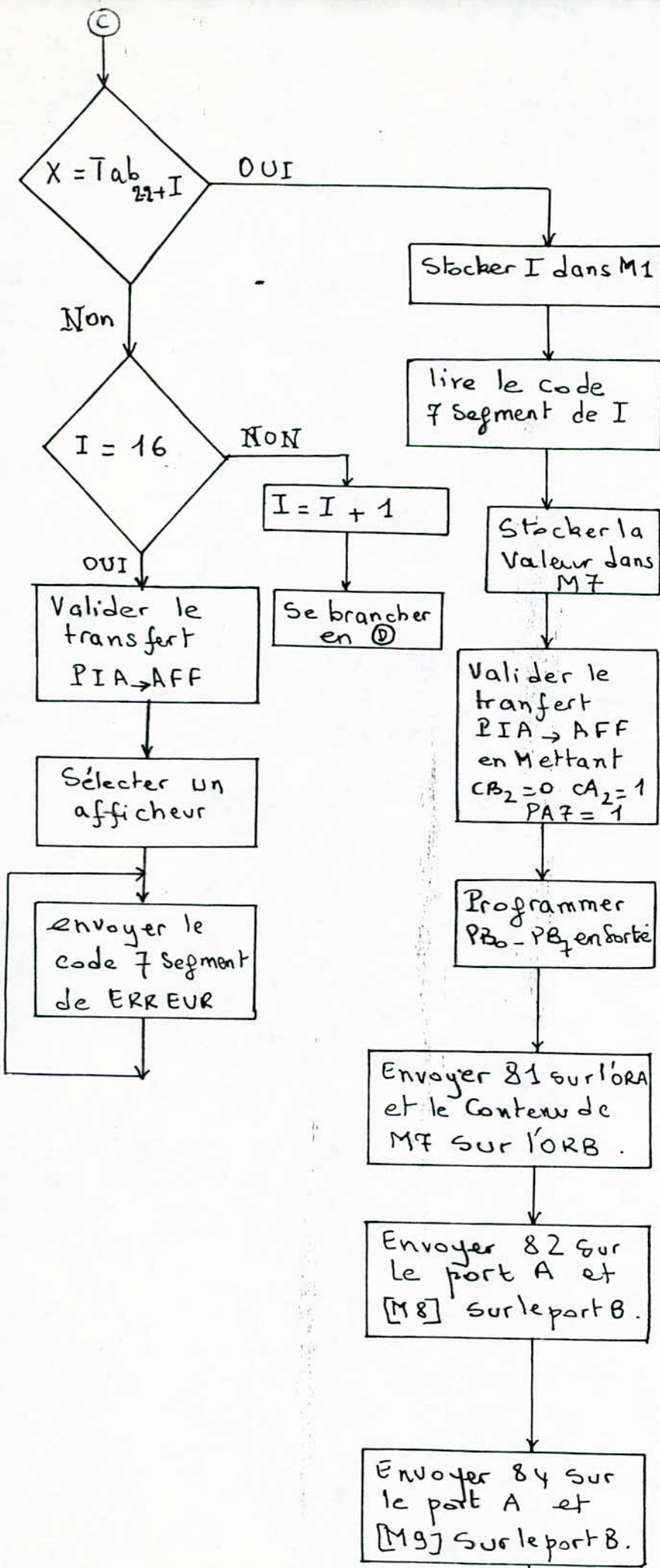
Ecriture de l'ORB.

lecture de la ligne.

Masquer l'interruption afin d'ignorer toutes interruption venant du clavier.

Effectuer un et logique entre la ligne et la colonne lues = Code générée de la touche introduite.

Recherche du numéro de touche dans Tab<sub>2</sub> en commençant par le début de la table.

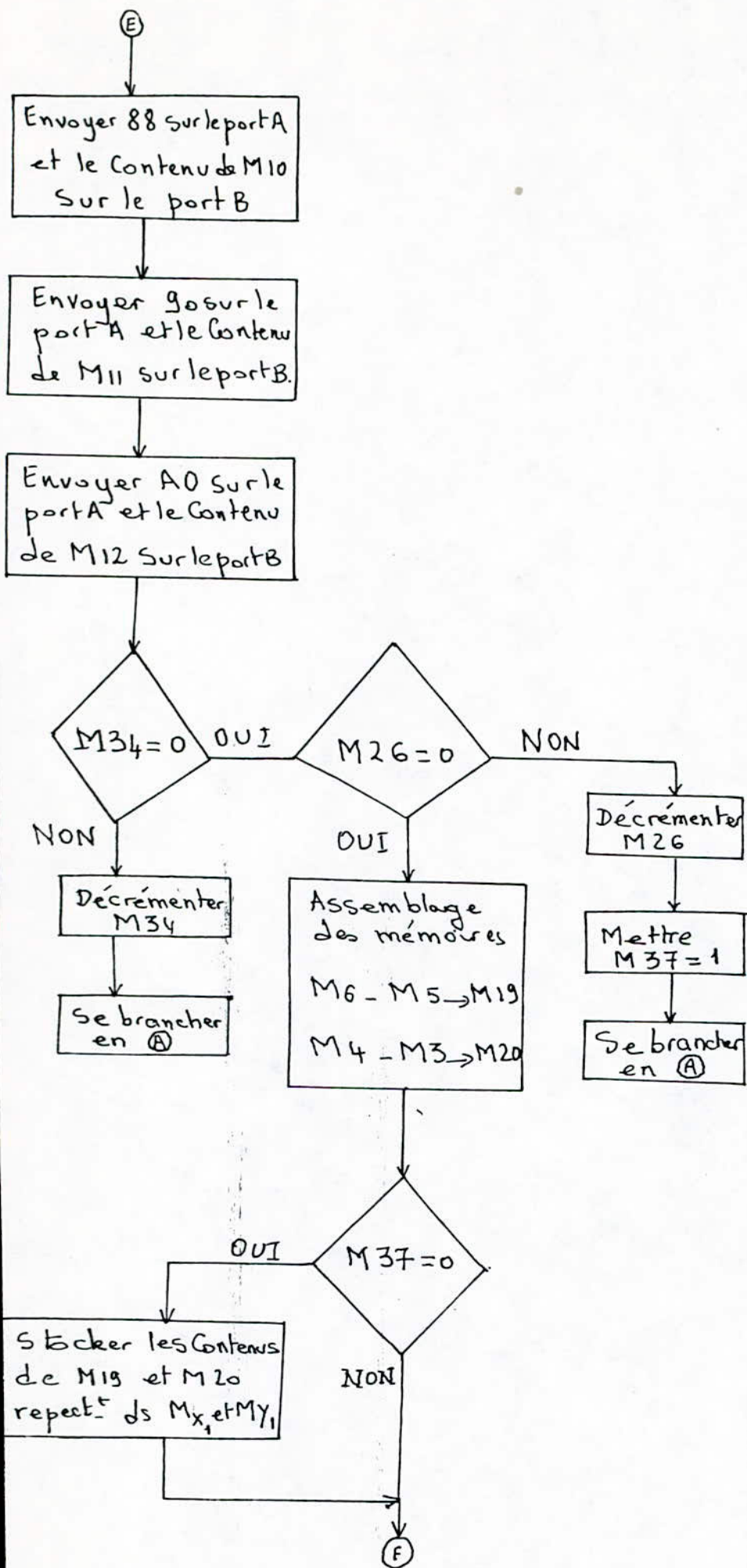


Si le code ne concorde pas avec  $Tab_{27}$ , on affiche ERREUR.

Si le code générée Concorde avec l'une des valeurs de la  $Tab_2$  on stocke la valeur de la touche dans  $M_1$  puis lire son code 7 segment et le stocker de  $M_7$ .

Valider le tranfert  $PIA \rightarrow AFF$  programmer le port B en sortie

Activer à chaque fois Un afficheur et envoyer le code 7 segment sur l'afficheur déjà prévu.



Et ce les 6 premiers digits sont introduits ?

- Si non , Décrémenter M34 et Se brancher en A

- Si oui : Est ce que le code est introduit ?

\* Si non Decrementer M26

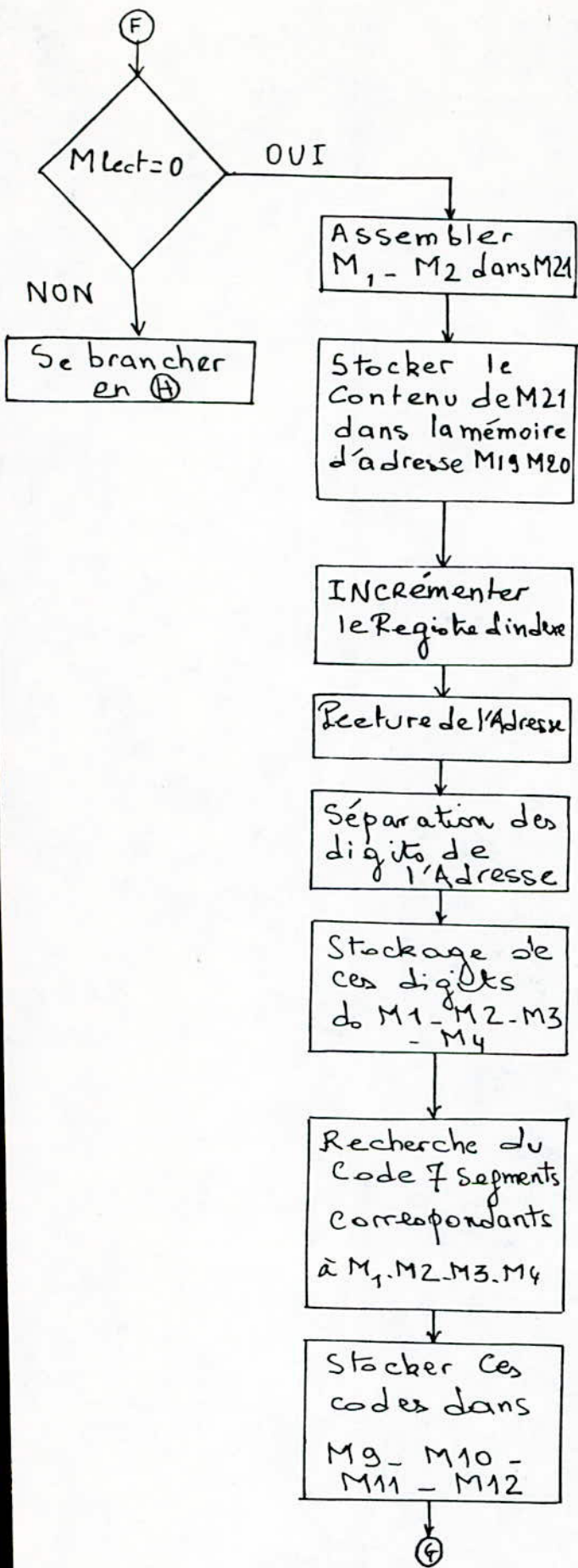
Mettre M37 à 1 et se brancher en A.

\* Si oui Assemblage des mémoires

Est ce la première instruction

Si oui sauvegarder le contenu de M19 M20 dans Mx, My,.

Si non Tester M37  
Est ce un programme de lecture des résultats



Est ce Mlect = 0 ?

- si non , se brancher au sous programme de lecture .

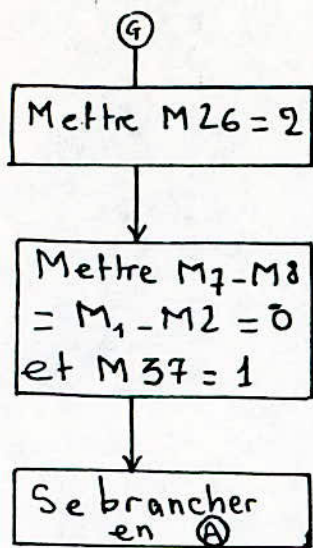
- si oui assembler M1-M2 dans M21

Reconnaissance de l'adresse et du code .

Passer à l'adresse suivante

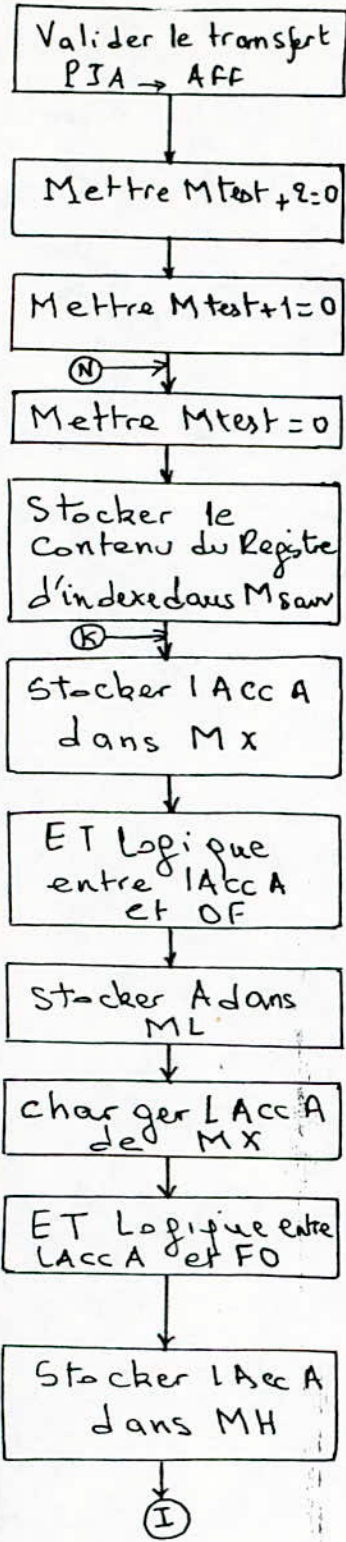
Séparation des digits et les Stocker en M1 - M2 - M3 - M4

Rechercher le code 7 segment de chacun d'eux et les Stockers en M9 - M10 M11-M12



Mettre M26=2 car d'aurénavant  
on envoie que deux digits  
Initialiser les mémoires  
M7 - M8, M1 - M2  
Mettre M37 à 1 car ce  
n'est plus la première instruction  
Recommencer la procédure .

Sous programme de lectures des Registres internes du Microprocesseur.



Un seul programme est

utilisé pour afficher

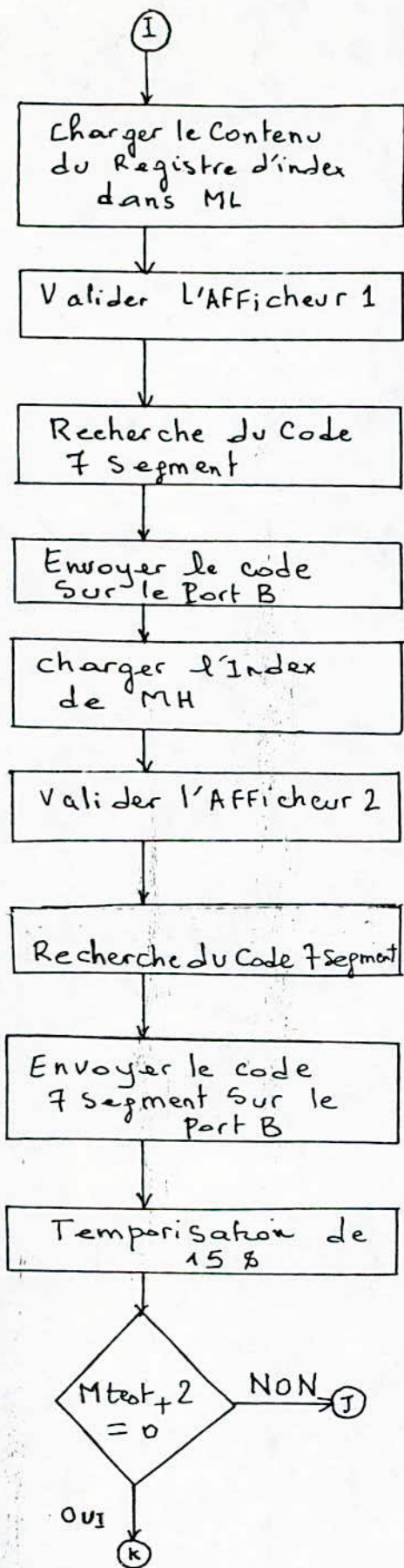
- le Contenu de l'Acc A
- " " " B
- " " " X
- " " des mémoires

Affichage des Contenus  
des Accumulateurs

Sauvegarde de l'indexe

lecture des poids faibles  
de A.

- lecture des poids forts de A.



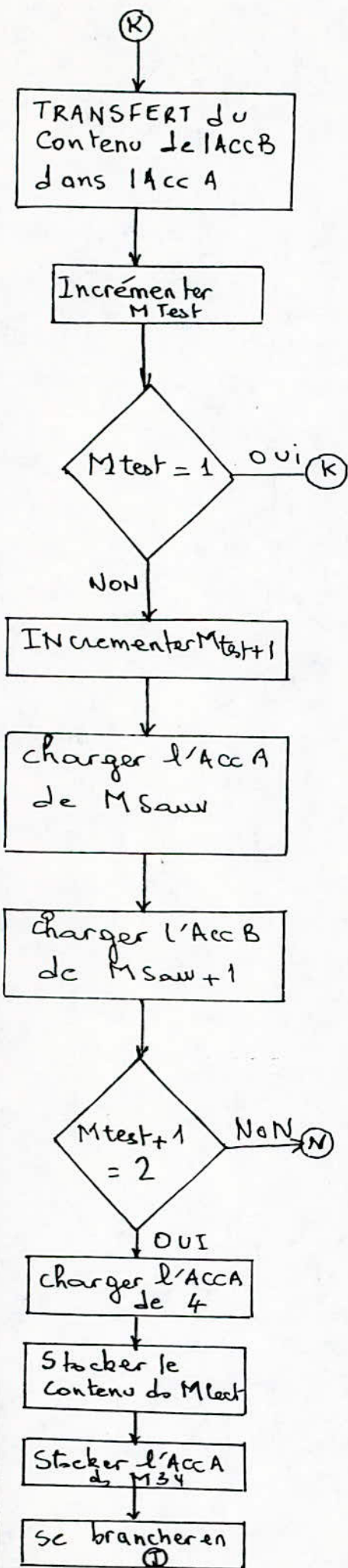
Affichage des poids forts .

Affichage des poids faibles .

Temporisation de 15μ pour une lecture disée.

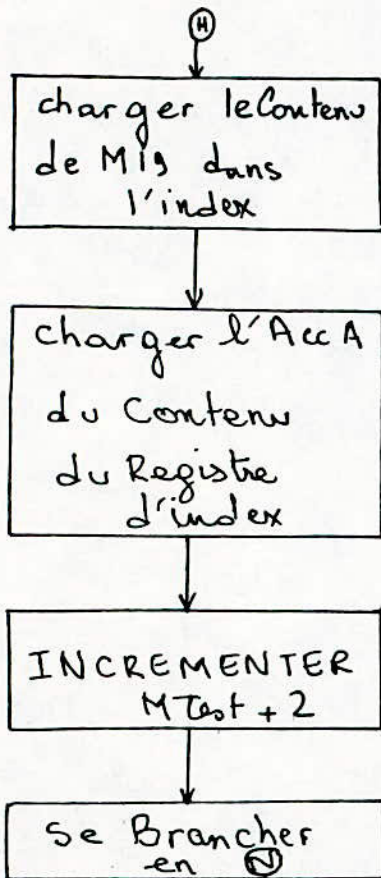
Passage à L'Acc B (même procédure)





AFFichage du contenu du Registre d'index.

# Organigramme de lecture des mémoires



lecture des contenus  
des mémoires

# Réalisation

Le module MPU doit comporter en plus du MC6800 les circuits suivants: Schéma N° 1

## Circuit d'interface de bus

Ce sont des circuits caractérisés par des lignes d'entrées et de sorties ayant les mêmes informations, et des lignes commandant l'activation de l'Interface. Le microprocesseur MC 6800 communique avec plusieurs boîtiers, une amplification du signal transmis par les bus s'avère nécessaire.

En plus de l'amplification et de l'adaptation, ces interfaces protègent le microprocesseur et permettent de déconnecter les bus d'adresses de données.

Les interfaces sont à trois états

- état haute impédance
- état logique "0"
- état logique "1"

## Interface du bus d'adresses

Pour lire ou écrire une donnée dans une mémoire, le microprocesseur place l'adresse contenue dans son compteur ordinal sur l'interface d'adresse. Les adresses n'ont donc qu'un sens: le sens sortant du microprocesseur vers les circuits externes.

Ces interfaces d'adresses sont des circuits unidirectionnels. Ils sont dits "buffers".

Les "buffers" utilisés sont du type 8T95. Les lignes d'adresses étant sur 16 bits, on aura donc besoin de 3 buffers, sachant que la capacité de chacun est de 6 fils de transmission.

Ces circuits sont non inverseurs et ont deux entrées d'activation ENABLE 1 et ENABLE 2.

Voir brochage et table de vérité en Annexe 1.

Nous avons choisi pour l'activation de ces interfaces le niveau 0 provenant de la masse.

### Interface du bus de données

Selon qu'il s'agit d'une lecture ou d'une écriture, les données sont entrantes ou sortantes (le courant sera dans un sens ou dans l'autre).

L'interface utilisé est du type 8T28 non inverseur. Il est constitué de deux amplificateurs montés en tête bêche pour chaque ligne du bus, pour assurer une transmission bidirectionnelle.

(Voir Brochage en Annexe 1).

Les entrées "Driver, ENABLE" sont validées par l'état 1 alors que les sorties Receiver ENABLE sont validées par l'état 0.

Les lignes de données sont en nombre de 8; deux circuits 8T28 s'avèrent nécessaires sachant que la

capacité est de 4 lignes par bitier.

### Circuit de lecture écriture [10 - 11]

Il détermine le sens de transfert des données suivant qu'il reçoit un ordre de lecture ou d'écriture ; par action sur les lignes d'activation du 8T28.

#### Opération d'écriture

Elle n'a lieu que si la ligne de commande R/W est à 0. Pour que le transfert de données ait lieu, le bus de données doit être activé c'est à dire  $DBE = 1$ . Enfin, pour pouvoir adresser le mot à écrire, le bus adresse doit être disponible ( $BA = 0$ ). Le signal de commande d'écriture est alors :

$$S_e = \overline{R/W} \cdot \overline{BA} \cdot DBE$$

C'est ce signal qui attaque la ligne "Driver Enable" commandant l'activation du sens sortant des buffers de données (voir logigramme fig 2-4).

#### Opération de lecture

Elle n'a lieu que si le signal R/W est à l'état haute impédance. En plus de cette condition, ce signal doit être nécessairement un signal de lecture soit  $R/W = 1$ . La présence du signal  $\overline{I}_2$  (ITL) est indispensable car les éléments à lire (mémoires, PIA) ne sont activés que

pendant ce temps.

Il faut en plus, que le bus de données soit actif soit  $DBE=1$ . D'où le signal qui attaque la ligne Receiver enable sera  $S_L = R/w \cdot \frac{1}{2}$ .  
(Voir logigramme fig 2-5).

### Circuit de reinitialisation [10-11]

Nous avons prévu deux circuits de reinitialisation, l'un automatique déclenché par la mise sous tension du système, l'autre manuel en vue de permettre à l'utilisateur une possibilité de reinitialisation sans couper l'alimentation.

### Circuit d'initialisation automatique

Le microprocesseur MC 6800 ainsi que tous les éléments qui l'entourent doivent être initialiser après chaque mise sous tension.

Dès la réception d'un niveau zéro sur la ligne Reset, le microprocesseur MC 6800 exécute une routine d'initialisation. Il a fallu concevoir un système qui génère un signal de niveau bas après chaque mise sous tension.

Ce circuit représente le monostable SN74121 (fig 2-6). Il est attaqué sur son entrée trigger par un niveau de tension passant à travers un réseau RC (voir schéma).

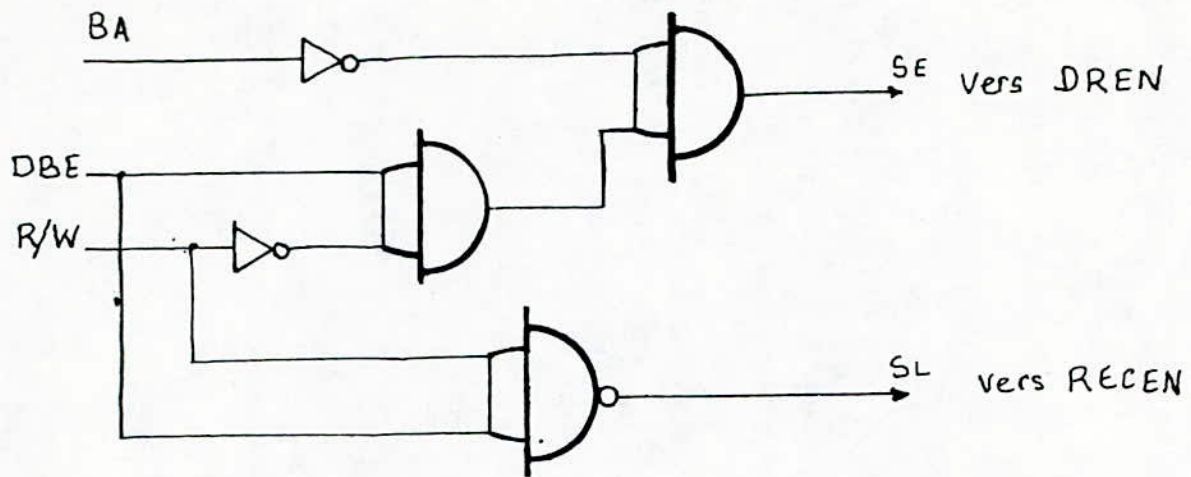


Fig 25 Logique de lecture écriture

| R/W | BA | DBE | SE |
|-----|----|-----|----|
| 0   | 0  | 0   | 0  |
| 0   | 0  | 1   | 1  |
| 0   | 1  | 0   | 0  |
| 0   | 1  | 1   | 0  |
| 1   | 0  | 0   | 0  |
| 1   | 0  | 1   | 0  |
| 1   | 1  | 0   | 0  |
| 1   | 1  | 1   | 0  |

Table de Verité' du  
Signal d'écriture  
 $SE = \overline{R/W} \cdot \overline{BA} \cdot DBE$

| R/W | $\Phi_2$ | SL |
|-----|----------|----|
| 0   | 0        | 1  |
| 0   | 1        | 1  |
| 1   | 0        | 1  |
| 1   | 1        | 0  |

Table de Verité'  
du Signal de  
lecture :  $SL = \overline{R/W} \cdot \Phi_2$

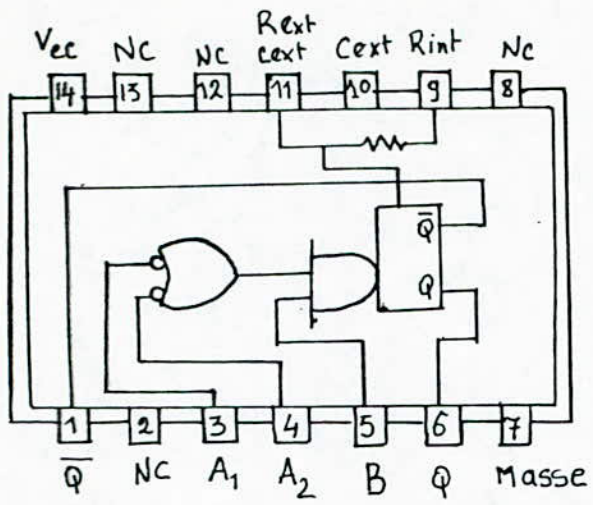


Fig 2-6 : 5N74121 Monostable

| Entrees |    |   | Sorties |    |
|---------|----|---|---------|----|
| A1      | A2 | B | Q       | Q̄ |
| 0       | ∅  | 1 | 0       | 1  |
| ∅       | 0  | 1 | 0       | 1  |
| ∅       | ∅  | 0 | 0       | 1  |
| 1       | 1  | ∅ | 0       | 1  |
| 1       | ↓  | 1 | ⌋       | ⌋  |
| ↓       | 1  | 1 | ⌋       | ⌋  |
| ↓       | ↓  | 1 | ⌋       | ⌋  |
| 0       | ∅  | ↑ | ⌋       | ⌋  |
| ∅       | 0  | ↑ | ⌋       | ⌋  |

Table de Vérité du 5N74121

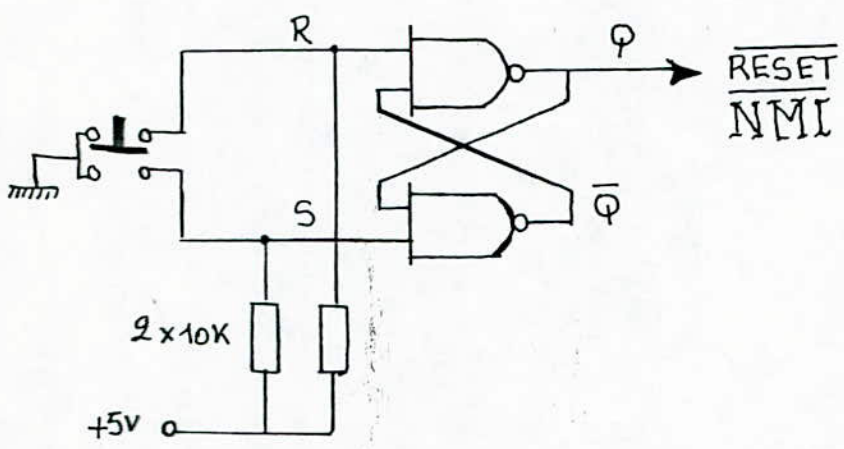


Fig 2-7 : Reset manuel et NMI

| S | R | Q                |
|---|---|------------------|
| 0 | 0 | Interdit         |
| 0 | 1 | 0                |
| 1 | 0 | 1                |
| 1 | 1 | Q <sub>t-1</sub> |

Table de Vérité de La bascule R-S  
 Q<sub>t</sub> : état présent  
 Q<sub>t-1</sub> : état précédent

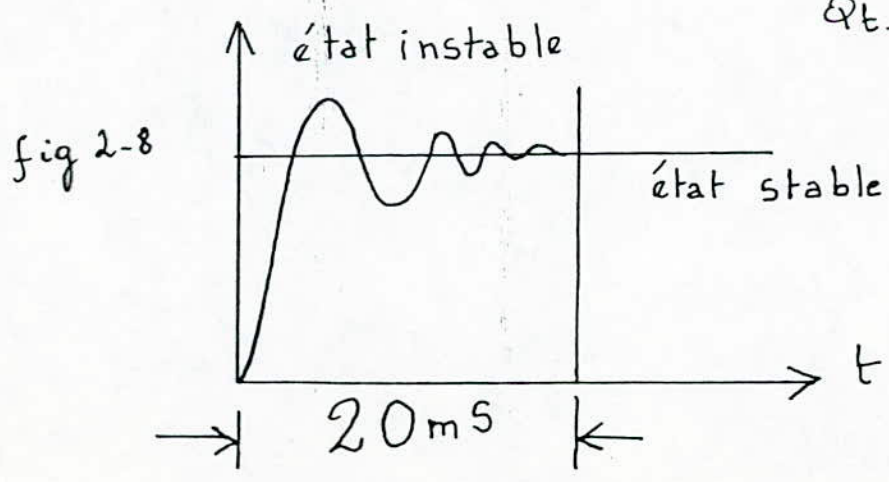


fig 2-8



sachant que la largeur de l'impulsion générée par le monostable est donnée par :  $T = 0,7 R_{ext} \cdot C_{ext}$   
Pour une routine d'initialisation complète, on a choisi une durée de 23 ms d'où  $R_{ext} = 33 \text{ K}\Omega$  pour  $C = 1 \mu\text{F}$ .

### Circuit de Reinitialisation Manuelle

Par simple pression sur le bouton Reset, le système est reinitialisé et ceci à chaque fois que l'on juge nécessaire.

Le Reset provient d'une bascule RS (fig 2-7)

### Circuit de déclenchement de l'interruption NMI

Le vecteur NMI en FFFC FFFD contient une adresse (FA80) où débute un sous programme d'exécution du programme utilisateur.

Cependant pour effectuer cette routine complètement le microprocesseur a besoin d'un signal  $\overline{\text{NMI}}$  à l'état bas ("0" logique). Il s'agit alors de réaliser un circuit qui envoie une demande d'interruption non masquable NMI au microprocesseur et qui la maintient durant l'exécution du programme utilisateur.

Le circuit de déclenchement de l'interruption NMI provient d'une bascule RS (fig 2-7)

L'utilisateur n'aura qu'à actionner le bouton poussoir

mis à sa disposition sur le panneau avant de l'appareil.

## Boucle anti rebond

Pour éviter de lire le PIA pendant que la touche est dans un état de rebondissement fig 2-8.31 est nécessaire, soit d'utiliser une circuiterie anti rebondissement pour chaque touche, ce qui est très encombrant ; soit de procéder à une temporisation qui permettra la stabilisation de l'état.

La temporisation est obtenue par simple logiciel et ne nécessite aucun circuit supplémentaire. Nous avons opté pour cette dernière méthode

## Addressage

Étant donné que notre espace mémoire est très inférieur à 64K, nous avons utilisés pour le décodage du bus d'adresse, - des portes logiques, réalisant ainsi un décodage linéaire.

### Décodage des Mémoires

En se référant à la table 2-1 d'implantation des adresses, une première division de l'espace mémoire apparaît.

Lorsque :  $A_{12} = 1$

$A_{13} = 1$

$A_{14} = 1$

$A_{15} = 1$

seule l'EPROM est sélectionnée

Lorsque  $A_{12} = 0$

$A_{13} = 0$

$A_{14} = 0$

$A_{15} = 0$

les RAMS et le PIA le sont

Dans ce dernier sous ensemble la ligne  $A_{11}$  permet de séparer le bloc (MC 6810, PIA) de la TMM 2016 (RAM utilisateur).

De plus, la ligne  $A_8$  permet de distinguer la RAM pile (MC 6810) du PIA (MC 6821).

En définitif, l'espace mémoire peut être divisé par les sélections suivantes:

| Circuits                      | Addresses | A15 | A14 | A13 | A12 | A11 | A10 | A9 | A8 | A7 | A6 | A5 | A4 | A3 | A2 | A1 | A0 |
|-------------------------------|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| MCM 2716<br>(2ROM)            | F800      | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
|                               | FFFF      | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| MCM<br>6810<br>(RAM FILE)     | 0800      | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
|                               | 087F      | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| TMM 2016<br>(RAM Utilisateur) | 0000      | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
|                               | 07FF      | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| PIA (MC<br>6821)              | 0900      | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
|                               | 0903      | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  |

1.  $A_{12} = 1$  ,  $A_{13} = 1$  ,  $A_{14} = 1$   $A_{15} = 1$  : EPROM

2.  $A_{12} = 0$  ,  $A_{13} = 0$  ,  $A_{14} = 0$   $A_{15} = 0$  :  $\begin{cases} \text{ram} \\ \text{RAM} \\ \text{PIA} \end{cases}$

2-1  $A_{11} = 0$  : RAM

2-2  $A_{11} = 1$  : ram , PIA

2-2-1  $A_8 = 0$  : ram

2-2-2  $A_8 = 1$  : PIA

De ce qui précède , nous pouvons déduire que les signaux de sélection boitiers sont les suivants :

EPROM :  $S = A_{15} \cdot A_{14} \cdot A_{13} \cdot A_{12}$

RAM (util):  $S = \overline{A_{15}} \cdot \overline{A_{14}} \cdot \overline{A_{13}} \cdot \overline{A_{12}} \cdot \overline{A_{11}}$

ram (pile):  $S = \overline{A_{15}} \cdot \overline{A_{14}} \cdot \overline{A_{13}} \cdot \overline{A_{12}} \cdot A_{11} \cdot \overline{A_8}$

PIA :  $S = \overline{A_{15}} \cdot \overline{A_{14}} \cdot \overline{A_{13}} \cdot \overline{A_{12}} \cdot A_{11} \cdot A_8$

Les constructeurs ont prévu pour le décodage de ces mémoires , les entrées de sélection "chip select" sur les boitiers .

### Mémoire EPROM

Elle est adressée de F800 à FFFF . Elle est effaçable aux rayons ultra violet , elle est reprogrammable et monotension +5V.

C'est dans cette EPROM que sera logé le programme moniteur.

Elle est caractérisée par 11 lignes d'adresses qui recevront  $A_0 - A_{10}$  et par une entrée de validation de boîtier chip Enable E.

Son décodage se fera par :

$$\overline{A_{15}} \cdot \overline{A_{14}} \cdot \overline{A_{13}} \cdot \overline{A_{12}} \cdot \overline{A_{11}} \cdot \overline{VMA} \cdot \overline{\Phi_2} \quad \text{vers } \overline{CS}$$

d'où le circuit de décodage de la figure 2-9

### Mémoire RAM utilisateur (TMM 2015)

Elle possède une entrée de sélection et 11 entrées d'adresses qui recevront les lignes  $A_0 - A_{10}$ . Elle nécessite pour sa sélection l'état des lignes :

$$A_{12} = 0, \quad A_{13} = 0, \quad A_{14} = 0, \quad A_{15} = 0, \quad A_{11} = 0.$$

Le signal d'activation du boîtier sera :

$$\overline{A_{15}} \cdot \overline{A_{14}} \cdot \overline{A_{13}} \cdot \overline{A_{12}} \cdot \overline{A_{11}} \quad \text{vers } \overline{CS}$$

d'où le circuit de décodage de la figure 2-10

### Mémoire RAM pile (MC 6810)

Elle possède 6 entrées de sélection  $CS$  dont quatre sont activées par un niveau bas et deux par un niveau haut.

Elle possède en plus 7 entrées d'adresses qui recevront les lignes  $A_0 - A_6$ . Elle nécessite pour sa sélection l'état des lignes :

$$A_{15} = 0, \quad A_{14} = 0, \quad A_{13} = 0, \quad A_{12} = 0, \quad A_{11} = 0, \quad A_9 = 0$$

$A_{10} = 0$ , d'où les signaux d'activation :

$$\overline{A_{15}} \cdot \overline{A_{14}} \cdot \overline{A_{13}} \cdot \overline{A_{12}} \cdot \overline{A_{11}} \quad \text{vers } \overline{CS_1}; \quad \Phi_2 \quad \text{vers } CS_3;$$

VMA vers  $CS_0$ ,  $A_8$  vers  $\overline{CS}_2$ ,  $A_9$  vers  $\overline{CS}_4$ ,  $A_{10}$  vers  $CS_5$ .  
Voir fig 2.11

## Interface PIA 6821

Pour assurer la communication avec les afficheurs. Ces derniers doivent être connectés au PIA par l'intermédiaire de 8 fils, et ceux, pour les 7 afficheurs. Par ailleurs, le clavier nécessite 8 fils. Il aurait fallu utiliser 4 PIA pour assurer ces liaisons. Néanmoins, l'utilisation de commutateur réduit le nombre de PIA à un. Et pour ne pas perdre l'information, cette dernière doit être mémorisée par des "latches".

L'emploi d'un seul PIA assure aussi bien le dialogue avec le clavier qu'avec les afficheurs. Ce qui facilite la programmation et réduit le coût.

Cependant, ce choix nous permet de distinguer le sens de transfert des informations : lorsque l'information vient du clavier, les afficheurs doivent être nécessairement déconnectés pour éviter un fonctionnement erroné et vis versa. Pour ce faire, nous envisageons deux modes de fonctionnement bien distinctes : le sens  $CLAV \rightarrow PIA$  et le sens  $PIA \rightarrow$  afficheurs. Ceci est réalisé par l'emploi de commutateur permettant de connecter l'un ou l'autre des

phériques .

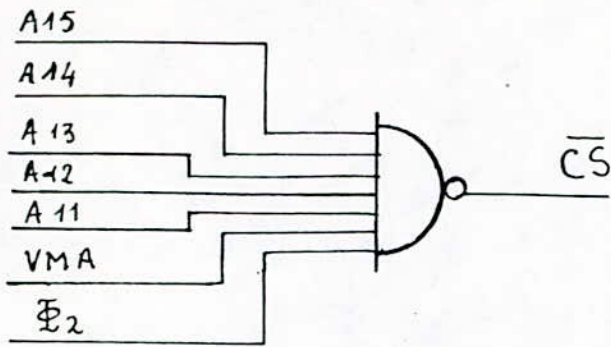
Etant donné que les informations sont sur 8 bits , nous utilisons : le port B du PIA pour les entrées et sorties d'informations et , le port A pour la commande des "latchs" .

Le P.I.A dispose de deux entrées de sélection  $RS_0$  et  $RS_1$  qui recevront respectivement  $A_0$  et  $A_1$  . Il est adressé de 0900 à 0903 , il sera décodé si :  $A_{12} = 0$  ,  $A_{11} = 1$  ,  $A_8 = 1$  ,  $A_{15} = 0$  ,  $A_{14} = 0$  ,  $A_{13} = 0$  . Il possède trois entrées de sélection  $CS$  d'où le circuit de décodage de la fig 2-12 .

Les signaux d'activation sont :

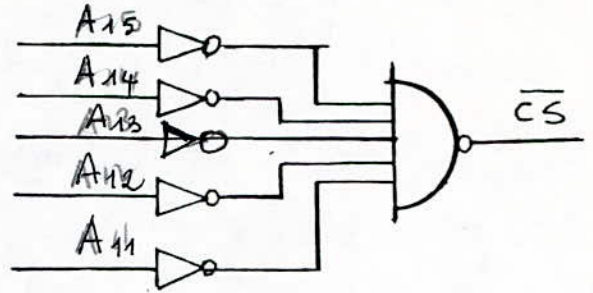
- $\overline{A_{15}} \cdot \overline{A_{14}} \cdot \overline{A_{13}} \cdot \overline{A_{12}} \cdot A_{11} \cdot A_8$  vers  $\overline{CS_2}$
- $A_9 \cdot A_{10}$  vers  $CS_1$
- $VMA$  vers  $CS_0$
- $A_0$  vers  $RS_0$
- $A_1$  vers  $RS_1$





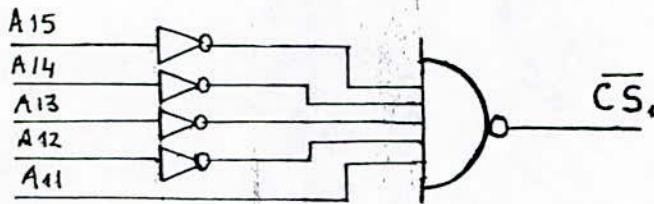
$$S = \overline{A_{15} \cdot A_{14} \cdot A_{13} \cdot A_{12} \cdot A_{11} \cdot VMA \cdot \Phi_2}$$

fig 2-9 Décodage de l'EPROM



$$S = \overline{\overline{A_{15}} \cdot \overline{A_{14}} \cdot \overline{A_{13}} \cdot \overline{A_{12}} \cdot \overline{A_{11}}}$$

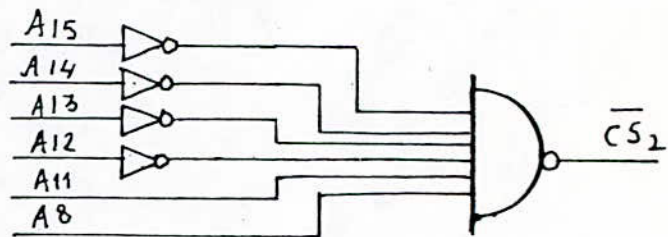
fig 2-10 Décodage de TMM 2016



$$S = \overline{\overline{A_{15}} \cdot \overline{A_{14}} \cdot \overline{A_{13}} \cdot \overline{A_{12}} \cdot \overline{A_{11}}}$$

|                 |                 |
|-----------------|-----------------|
| VMA             | CS <sub>0</sub> |
| Φ <sub>2</sub>  | CS <sub>3</sub> |
| A <sub>8</sub>  | CS <sub>2</sub> |
| A <sub>9</sub>  | CS <sub>4</sub> |
| A <sub>10</sub> | CS <sub>5</sub> |

fig 2-11 : Decodage de la MC 6810



|                 |                 |
|-----------------|-----------------|
| A <sub>10</sub> | CS <sub>1</sub> |
| A <sub>9</sub>  |                 |
| VMA             | CS <sub>0</sub> |
| A <sub>0</sub>  | RS <sub>0</sub> |
| A <sub>1</sub>  | RS <sub>1</sub> |

fig 2-12 Decodage du PSA

## Déscription du fonctionnement du clavier

Le clavier est organisé en une matrice 4 lignes et 4 colonnes liée aux lignes d'entrées sorties du port B du PIA (Schéma n° 2)

La technique utilisée est celle d'inversion ligne et colonne.

Dans un premier temps, on met quatre lignes à 1 et 4 colonnes à 0. Ce qui se fait directement par une écriture sur l'ORB.

Lors de l'appui sur une touche, le niveau 1 se trouvant sur la ligne va passer sur la colonne où a été établi le contact. Ainsi une lecture du Port B permet de détecter le numéro de colonne.

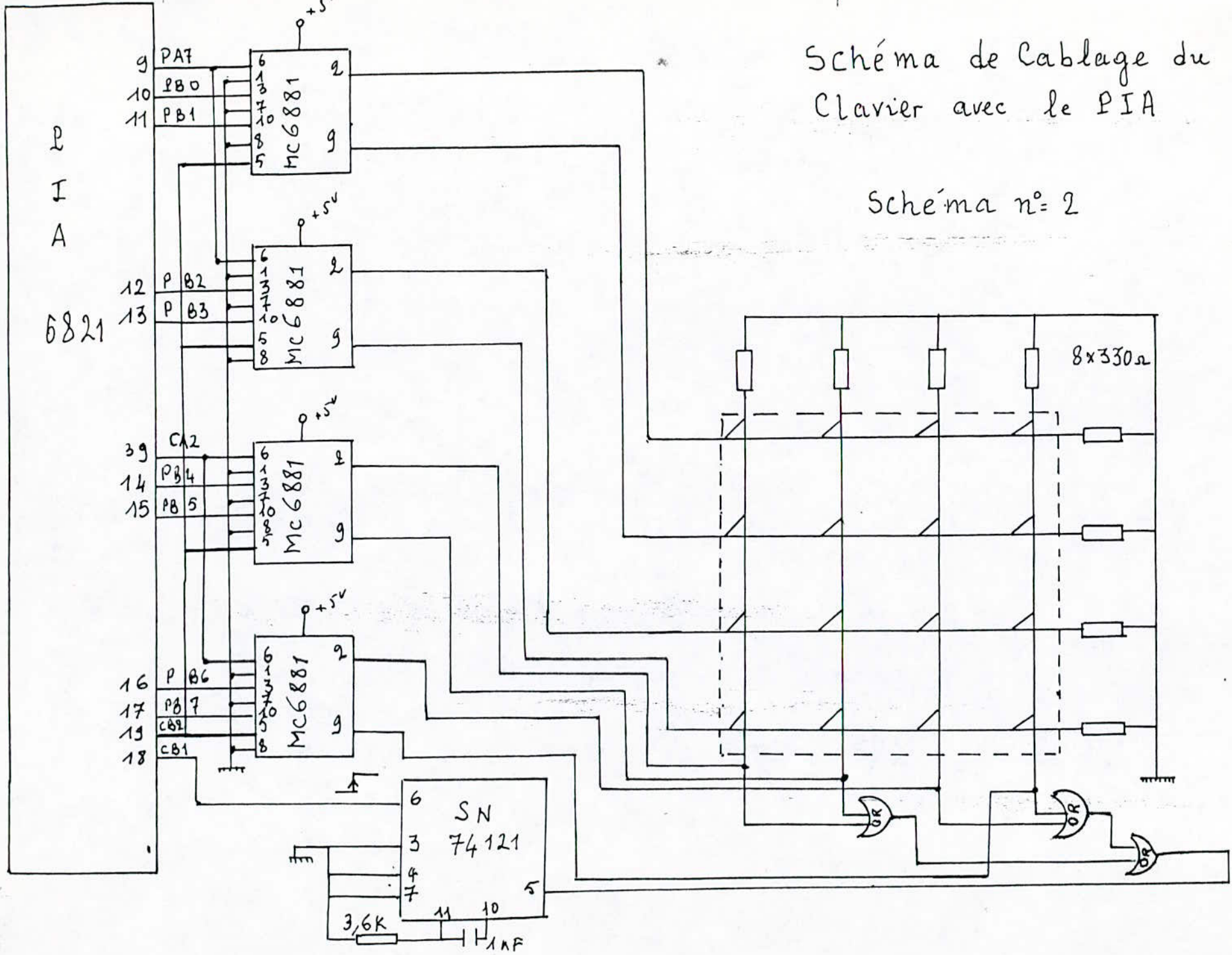
Dans un deuxième temps, on inverse les niveaux logiques des lignes et des colonnes par simple écriture sur l'ORB. Cette fois-ci, le niveau 1 se trouvant sur la colonne concernée va passer sur l'une des lignes. Une lecture de l'ORB nous donne le numéro de la ligne.

Avec les numéros des lignes et des colonnes obtenus la position de la touche est déterminée.

Seulement sa valeur n'est pas ce code de position. Le tableau 2-2 chargé au préalable en mémoire morte nous permet d'associer à ce code la valeur effective

# Schéma de Cablage du Clavier avec le PIA

## Schéma n° 2



2-39

TAB 2-2 Table de Reconnaissance des touches enfoncées

code généré

| N° touche | PB7 | PB6 | PB5 | PB4 | PB3 | PB2 | PB1 | PB0 | Code Hexa | Mémoire |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|---------|
| 0         | 0   | 0   | 0   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 18        | FC10    |
| 1         | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 1   | 0   | 0   | 14        | FC11    |
| 2         | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 1   | 0   | 12        | FC12    |
| 3         | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 1   | 11        | FC13    |
| 4         | 0   | 0   | 1   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 28        | FC14    |
| 5         | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 24        | FC15    |
| 6         | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 22        | FC16    |
| 7         | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 21        | FC17    |
| 8         | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 48        | FC18    |
| 9         | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 44        | FC19    |
| A         | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 42        | FC1A    |
| B         | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 41        | FC1B    |
| C         | 1   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 88        | FC1C    |
| D         | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 84        | FC1D    |
| E         | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 82        | FC1E    |
| F         | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 81        | FC1F    |

de la touche. On voit que cette procédure nécessite aussi la distinction de deux sens. Le sens PIA  $\rightarrow$  clavier lors de l'écriture sur les lignes et le sens clavier  $\rightarrow$  PIA lors de la lecture du numéro de ligne ou de colonne.

Cette distinction est assurée par l'emploi du même commutateur utilisé pour déconnecter les afficheurs.

Il en résulte trois sens de transfert possibles

|                             |   |                                 |
|-----------------------------|---|---------------------------------|
| PIA $\rightarrow$ AFFICHEUR | : | le clavier est déconnecté       |
| PIA $\rightarrow$ clavier   | } | les afficheurs sont déconnectés |
| clavier $\rightarrow$ PIA   |   |                                 |

Le commutateur utilisé est du type MC 6881 de Motorola. C'est un extenseur de bus bidirectionnel non inverseur [18,19]. Il est à trois canaux. La sélection d'un des périphériques est assurée par les entrées dites de Contrôle et de Sélection.

En fait, un commutateur ne permet que le transfert de deux données. Notre bus étant sur 8 bits, il a fallu utiliser quatre circuits MC 6881 (Voir Brochage en Annexe 4).

Pour les différentes sélections de commutateur, on utilise les lignes de commandes:

CB<sub>2</sub> pour l'entrée de Sélection

CA<sub>2</sub> pour l'entrée de Contrôle pour les deux 1<sup>er</sup> boîtiers.

PA<sub>4</sub> pour l'entrée de Contrôle pour les deux dernier boîtiers.

La table de vérité correspondante est donnée en Annexe 4.

## Moniteur de gestion

Pour la gestion des données du clavier, en fait, nous ne programmons pas une fois le port en sortie et ensuite en entrée, car cette fonction peut être réalisée par les commutateurs; c'est à dire: On positionne deux commutateurs en sortie pour permettre la mise à 1 des quatre lignes. La mise à zéro étant directement réalisée par le schéma puisque les lignes sont mises à la masse à travers des résistances, ce qui simplifie la programmation. Les quatre colonnes sont connectées à un circuit logique "ou" dont la sortie attaque à travers un monostable la ligne d'interruption EB, du PIA. Au moment du passage à 1 d'une des colonnes du clavier, un niveau logique 1 se présente à l'entrée du monostable. Ce dernier délivre alors une impulsion qui activera sur son front montant l'interruption du microprocesseur et son branchement au Programme de lecture du clavier.

## Les afficheurs Schéma n° 3

Les données à afficher arrivent en série (digit par digit). Il est alors nécessaire de ne sélectionner que l'afficheur concerné à chaque transfert d'information.

Pour cela, un seul afficheur doit être activé à chaque fois, les autres devant être nécessairement verrouillés.

Pour permettre le verrouillage, on utilise un latch pour chaque afficheur. (Voir Brochage en Annexe 5). Lorsque ce latch est activé, l'information qui se présente à son entrée passe vers l'afficheur. Lorsqu'il est désactivé, l'information est bloquée et l'afficheur garde l'état précédent.

Pour l'activation des latches, nous avons utilisé les 7 lignes PA<sub>0</sub> - PA<sub>6</sub> du port A du PIA ; une ligne pour chaque afficheur. La ligne PA<sub>7</sub> est consacrée à l'activation des commutateurs comme indiqué plus haut.

Le système fonctionne en mode "écho" c'est à dire que chaque donnée introduite doit être automatiquement affichée pour permettre à l'utilisateur de vérifier ses erreurs.

En cas d'appui simultané sur deux touches, le code généré ne se trouvant pas dans Tab<sub>2,2</sub>, le programme affiche un E (erreur) permanent.





Après le décodage de la touche enfoncée, le microprocesseur va se pointer dans une seconde table tab 2.3 contenant le code 7 segment de la valeur introduite.

Le code est ensuite envoyé sur le port B du PIA et est affiché.

Les afficheurs fonctionnent en décalage c'est à dire que la première donnée ou digit transmis est visualisée sur l'afficheur le plus à droite. Quand le second digit se présente sur le port B, la première information est décalée vers la gauche et la donnée instantanée est visualisée sur l'afficheur le plus à droite.

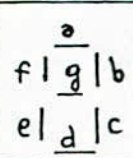
- Dans le tableau 2-4 sont indiqués les adresses du PIA.

- Dans les tableaux 2-5 et 2-6 sont données les vecteurs d'interruptions de l'éprom.

- Enfin dans les tableaux 2-7 et 2-8 sont indiqués les adresses d'implantations des TAB 2-2 et TAB 2-3 ainsi que le fond de pile.

La figure 2-13 montre l'implantation des éléments sur la carte.

TAB2-3: Table d'equivalence Hexadécimale 7 segments

|  | PB7 | PB6 | PB5 | PB4 | PB3 | PB2 | PB1 | PB0 | Code Hexa | TAB. FCO0 - FCOF |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|------------------|
|   | a   | b   | c   | d   | e   | f   | g   | x   |           |                  |
| 0   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   | 0   | FC        | FC00             |
| 1   | 0   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 60        | FC01             |
| 2   | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 0   | 1   | 0   | DA        | FC02             |
| 3   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   | 0   | 1   | 0   | F2        | FC03             |
| 4   | 0   | 1   | 1   | 0   | 0   | 1   | 1   | 0   | 66        | FC04             |
| 5   | 1   | 0   | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 0   | B6        | FC05             |
| 6   | 1   | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   | BE        | FC06             |
| 7   | 1   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | E0        | FC07             |
| 8   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   | FE        | FC08             |
| 9   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 0   | F6        | FC09             |
| A   | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 1   | 0   | EE        | FC0A             |
| B   | 0   | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   | 3E        | FC0B             |
| C   | 1   | 0   | 0   | 1   | 1   | 1   | 0   | 0   | 9C        | FC0C             |
| D   | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   | 0   | 7A        | FC0D             |
| E   | 1   | 0   | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   | 9E        | FC0E             |
| F   | 1   | 0   | 0   | 0   | 1   | 1   | 1   | 0   | 8E        | FC0F             |

Cette table est chargée en mémoire morte

TAB 2-4

| REGISTRES | Adresses § |
|-----------|------------|
| ORA DDRA  | 0901       |
| CRA       | 0900       |
| ORB DDRB  | 0903       |
| CRB       | 0902       |

## Vecteurs d'INTERRUPTIONS EPROM

TAB 2-5

| INTERRUPTIONS             | Adresses | Contenu | Fonctions   |
|---------------------------|----------|---------|---|
| $\overline{\text{RESET}}$ | FFFE     | F8      | ORIGINE DU PROGRAMME Moniteur                       |
|                           | FFFF     | 00      |   |
| $\overline{\text{NMI}}$   | FFFC     | FA      | Sous programme d'exécution du programme utilisateur |
|                           | FFFD     | 80      |   |
| $\overline{\text{IRQ}}$   | FFF8     | F8      | Sous programme de lecture du clavier                |
|                           | FFF9     | 6C      |   |

TAB 2-6

|     |      |    |  |
|-----|------|----|--|
| SWI | FFFA | FF | Sous programme de lecture et d'affichage des Résultats |
|     | FFFB | 00 |  |

TAB 2-7

|         |             |      |
|---------|-------------|------|
| TAB 2-2 | FC10 - FC1F | 2-47 |
| TAB 2-3 | FC00 - FC0F |      |

TAB 2.8

| ram          | Adresse |
|--------------|---------|
| Fond de pile | §087F   |

## Test et Résultats

Du point de vue matériel, nous avons testé le bloc MPU, puis le décodage des mémoires et du PIA. Ces essais ont été concluants.

Quant à la partie logicielle on a pu tester l'affichage du tiret seulement ou le manque de matériel. Ces essais et ces tests ont été développés sur le système de Motorola EXORCISER.

Le travail que nous avons fait nous a permis d'avoir accès à plusieurs nouveaux systèmes tel l'EXORCISER de Motorola.

Nous avons aussi, pendant la réalisation de la carte maîtresse plus ou moins la technique de Wrapping.

Nous avons aussi approfondi nos connaissances en microinformatique, en électronique et en fiabilité.

Ce travail nous a donc permis de compléter nos lacunes aussi bien sur le plan pratique sur le plan théorique.

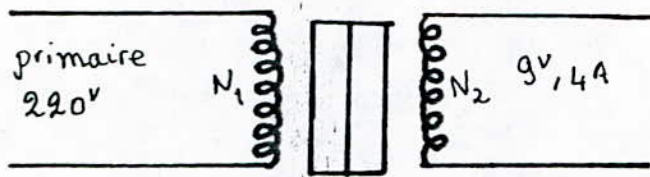
# Manuel d'utilisation

- Mettre le système en marche
- L'utilisateur doit :
  - Introduire son programme en hexadécimal
  - Donner en première information l'adresse d'implantation de son programme.
  - Introduire les 4 digits de son adresse d'origine dans le sens du poids fort puis poids faible
- L'Incrémentatation de ses adresses programme est automatique.
- En cas d'affichage de "ERREUR", faire un Reset et recommencer la procédure.
- Le programme doit être logé dans les adresses 0000 - 07FF.
- Le programme doit se terminer<sup>\*</sup> obligatoirement par 3F.
- Une fois le programme écrit, appuyer sur le bouton E d'exécution.
- Les résultats contenus dans les registres internes sont affichés automatiquement.
- Il est possible juste en donnant par clavier l'adresse d'une mémoire de lire son contenu.

## Calcul de l'alimentation

- L'alimentation utilisée est monobloc et délivre  
- 5V sous 4A. Les circuits intégrés composant le miniordinateur nécessitent une telle alimentation.  
Voir schéma n° 4

## Calcul du transformateur



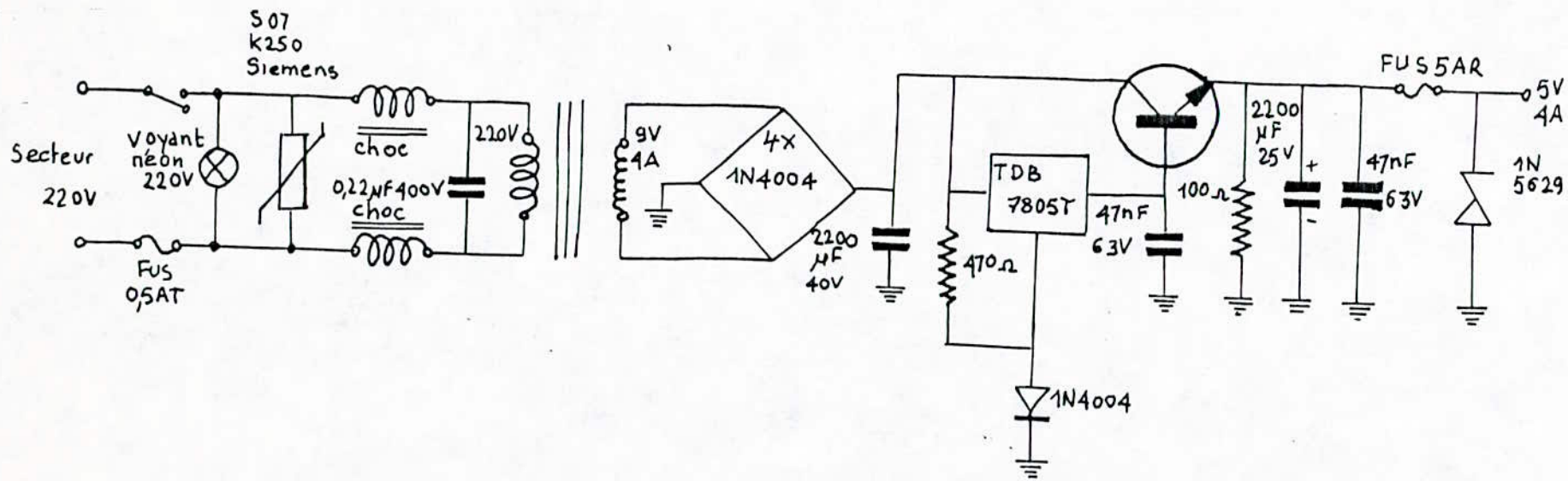
### 1. Calcul de la puissance.

La puissance délivrée par le transformateur est

$$P = 9 \times 4 = 36 \text{ watt.}$$

2. Caractéristiques du transformateur 35 Q 25 sont les suivants :

- Puissance maximale transmise = 38W
- Dimension du transformateur hors tout =  $E \times 2F \times H$ .  
=  $54 \times 59 \times 56$ .
- Section du fer :  $37,2 \text{ cm}^2$
- Longueur de la ligne de force :  $12,4 \text{ cm}$
- Nombre de spires par volt :  $7,12$
- Intensité du cuivre :  $4,5 \text{ A/mm}^2$
- puissance / volume :  $0,24 \text{ W/cm}^3$
- perte totale :  $0,78 \text{ W}$
- Puissance apparente  $4,7 \times 2 = 9,4 \text{ W}$



# SCHEMA DE L'ALIMENTATION

Schéma n° 4

### 3. Choix du Rendement

Le tableau 14 en Annexe donne pour cette puissance un rendement minimum de  $76\% = \eta$ .

### 4. Nombre de Spires au primaire

Le nombre de spires/volt = 7,12, comme la tension d'entrée est  $V_1 = 220\text{V}$ , le nombre de spire au primaire est donc  $N_1 = 220 \times 7,12 = 1567$  spires

### 5. Nombre de Spires au secondaire

Le nombre de spire du secondaire à vide est

$$N_2 = V_2 \cdot \text{nombre de spires/volt} = 9 \times 7,12$$

Pour obtenir le nombre de spire du secondaire en charge, il faut augmenter  $N_2$  par un pourcentage de  $\frac{100 - \eta}{2} = \frac{100 - 76}{2} = 12\%$

Enfinement  $N_2 = 9 \times 7,12 \times 1,12 = 71,76$   
 $N_2 = 72$  spires.

### 6. Calcul du courant au primaire

$$I_1 = \frac{P}{\eta \cdot V_1} = \frac{36 \cdot 100}{76 \cdot 220} = 0,215 \text{ A}$$

### 7. Diamètre des fils

Au primaire :  $d_1 = 1,13 \sqrt{\frac{0,215}{4,5}} = 24,7/100 \text{ mm}$

Au secondaire :  $d_2 = 1,13 \sqrt{\frac{4}{4,5}} = 1,06 \text{ mm}$

### 8. Epaisseur de l'enroulement

$$e = l - 3 e_c \quad \text{où } l \text{ est la largeur de la fenêtre } = 12 \text{ cm}$$



$e_c$  est l'épaisseur du carton = 0,15 cm pour une puissance comprise entre 10 et 100 W

$$\text{D'où } e = 1,2 - 3 \times 0,15 = 0,75 \text{ cm}$$

Longueur de spire moyenne

$l_{\text{moy}} =$  longueur de spires moyenne

$$l_{\text{moy}} = 2(c + d + 6e_c) + 3e$$
$$= 2(3,5 + 2 + 6 \cdot 0,15) + 3 \cdot 0,75$$

$c$ : étant la largeur du noyau magnétique

$d$ : étant l'épaisseur du noyau magnétique

$$l_m = 15,05 \text{ cm}$$

Calcul de la résistance ohmique des enroulements

Longueur totale du primaire =  $15,05 \times 1567 = L_1$  /

$$L_1 = 235,83 \text{ m}$$

Longueur totale du secondaire =  $15,05 \times 72 = L_2$

$$L_2 = 10,836 \text{ m}$$

or la résistance  $R = \rho \frac{L}{S}$ , comme  $\rho = 0,0175 \text{ } \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$

et  $S = \pi \frac{d^2}{4}$  donc  $S_1 = \pi \frac{d_1^2}{4}$

$$S_2 = \pi \frac{d_2^2}{4}$$

$$\text{D'où } R_1 = 86,13 \text{ } \Omega \text{ et } R_2 = 0,22 \text{ } \Omega$$

Détermination des pertes dans le cuivre

$$P_c = R_1 I_1^2 + R_2 I_2^2 = 4,8 \text{ W}$$

Les pertes dans le fer sont données par  $P_f = 0,78 \text{ W}$

Le rendement est alors  $\eta = \frac{36}{36 + 0,78 + 4,8} \approx 87,1^\circ$

Dans ce cas, le courant primaire sera ramené à

$I_1 = 0,189A$  au lieu de  $0,215A$ .

Nous pouvons calculer la chute de tension ohmiques du transformateur et rectifier le nombre de spires exacte au secondaire.

La chute de tension est  $V_{chute} = R_1 I_1 \frac{V_2}{V_1} + R_2 I_2$  on trouve  $V_c = 1,32V$ .

**Principe de fonctionnement de l'alimentation**  
Voir schéma électrique fig 4 ;

La sortie du transformateur attaque un pont redresseur  $4 \times 1N4004$  qui donne en sortie, un signal redressé positivement. Le régulateur 7805 permet de réguler la tension à  $5V$  et comme le courant qu'il délivre est insuffisant nous avons fait suivre celui-ci d'un  $2N3055$  : un transistor à collecteur commun avec compensation de la chute de tension introduite au moyen d'une diode polarisant la connexion de référence du régulateur. Une résistance de  $100\Omega$  régularise le fonctionnement à vide. C'est au niveau de la sortie que sont prévues les protections, après un post filtrage efficace jusqu'en HF (présence de la capacité de  $47nF$ ). Le fusible prévu à la sortie joue un double rôle - protection contre les courts circuits non pas du régulateur (il est protégé) mais du montage qui pourrait ne pas supporter le courant de limitation du régulateur pendant une longue période.

- protection contre les surtensions permanentes en cas de venue en court circuit du Régulateur. La Zener devient conductrice et absorbe un courant suffisant pour faire fondre le fusible sans permettre à la tension de sortie d'atteindre une valeur dangereuse.

La diode Zener joue d'autres rôles :

- protection de l'alimentation contre l'application de tensions extérieures positives ou négatives.
- Absorption de surtensions transitoires lors des commutations de puissance.

La protection vis à vis du primaire se fait au niveau du primaire du transformateur.

Un filtre HF constitué de deux Selfs de choc à ferrites et d'une capacité de  $0,22 \mu F, 400V$  qui élimine les parasites pouvant introduire des erreurs de fonctionnement surtout en environnement industriel.

# CHAPITRE III

## FIABILITE DU SYSTEME

L'objectif principal de ce chapitre consiste à traiter de la fiabilité du système étudié au chapitre II. Pour ce faire, nous subdivisons ce chapitre en trois parties :

- L'étude de la fiabilité des éléments (composant, sous ensemble ou ensemble).

- Le calcul de la fiabilité de l'alimentation prévue dans le système.

- L'élaboration d'un modèle fiabiliste du Miniordinateur.

En fin de ce chapitre, un tableau sera dressé donnant la fiabilité pour différentes situations. Les graphes qui en découlent seront tracés et commentés.

## Fiabilité des éléments.

La Conception d'un équipement se fait en deux étapes. Tout d'abord l'élaboration d'une maquette, ensuite la production en petite, moyenne ou grande série.

Le passage de la première à la seconde étape se réalise si et seulement si :

- Les essais sont concluants du point de vue fonctionnel.

- Les essais sur maquette sont concluants du point de vue durabilité, c'est à dire si dans le temps et dans les conditions de travail, les caractéristiques de l'appareil sont satisfaisantes.

En fin, - Si la production le permet.

Lors des essais de durabilité, il ya apparition d'imperfections qui nécessitent des corrections systématiques sur la maquette initiale.

La fiabilité est caractérisée par le taux de panne qui est, une fonction du temps dont l'allure de la courbe est la suivante :

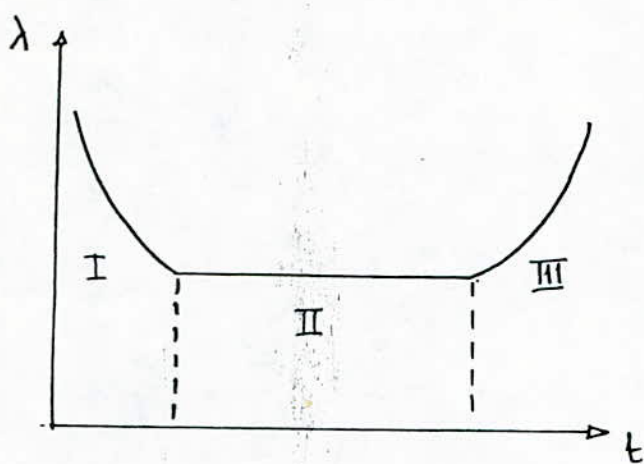


fig. 3-1: Variation du taux de panne  $\lambda$  en fonction du temps :

$$\lambda = f(t)$$

Cette courbe délimite trois parties :

- La première partie est caractérisée par un taux de panne décroissant tant à cause de la mise au point que des conditions de travail.

Dans ce cas, la réparation consiste à changer un élément par un autre qui peut être différent.

Quant à la seconde partie, le taux de panne est constant et minimum. C'est la période d'exploitation normale de l'appareil où

la panne survient de façon aléatoire étant donné que la mui au point a déjà été faite. A ce niveau, la réparation consiste à remplacer un élément par un autre similaire.

Enfin, la dernière partie représente un taux de pannes croissant. Ceci est dû au fait que les composants du système sont usés ce qui entraîne des pannes fréquentes. Et la réparation revient plus cher que s'il fallait changer radicalement l'appareil.

En Général, la plupart des appareils (élément, sous ensemble ou ensemble) sont mis en exploitation dès que le taux de panne est constant.

On peut cependant prévoir le temps de fonctionnement de l'appareil en fonction du taux de panne.

La Théorie de la probabilité et des statistiques [15] nous donnent différentes lois pour définir ce phénomène. (Voir Tableau 3.1 et annexe 3).

A partir du taux de panne, on définit :

- La probabilité de travail sans panne

de l'appareil :  $P(t) = f(\lambda(t))$ .

- La probabilité de panne désignée par  $Q(t)$  telle que  $Q(t) = 1 - P(t)$  qui est la fonction complémentaire de  $P(t)$ .

- La densité de distribution de panne désignée par  $f(t) = \frac{dQ(t)}{dt} = - \frac{dP(t)}{dt}$

D'après le tableau 3-2, la connaissance d'une fonction permet de déterminer les autres.

Par ailleurs, en fonction de la réparabilité et de la périodicité de la maintenance, nous avons d'autres formules (voir tableau 3-3).

### Loi d'évolution des éléments dans le temps quand $\lambda = C \cdot t^{\alpha}$ . [3]

Si  $N_0$  est le nombre d'éléments mis en fonctionnement à  $t = 0$  ; et  $N_s$  : le nombre de ceux qui n'ont pas eu de défaillance au temps  $t$ , c'est à dire ceux qui ont survécus ;  $N_f$  : le nombre de ceux qui n'ont pas eu une défaillance avant  $t$ .

Avec  $N_0 = N_s + N_f$  ; la fonction de Fiabilité  $P(t)$  est telle que ;  $P(t) = \frac{N_s}{N_0}$  : probabilité cumulée.



TABLEAU 3-1

| Fonctions    | Distribution exponentielle                            | Distribution de Weibull   | Distribution Gamma: $\alpha < 1$  | Distribution Gamma: entier   |
|--------------|---|---|---|--|
| $f(t)$       | $f(t) = \lambda(t) e^{-t \lambda(t)}$                 | $f(t) = \alpha \lambda_0^{\alpha-1} e^{-\lambda_0 t^\alpha}$  | $f(t) = \frac{\lambda_0^\alpha t^{\alpha-1} e^{-\lambda_0 t}}{\Gamma(\alpha)}$  | $f(t) = \frac{\lambda_0^\alpha t^{\alpha-1} e^{-\lambda_0 t}}{\Gamma(\alpha)}$                         |
| $F(t)$       | $F(t) = 1 - e^{-t \lambda(t)}$                        | $F(t) = 1 - e^{-\lambda_0 t^\alpha}$  | $F(t) = \int_0^{\lambda_0 t} \frac{x^{\alpha-1}}{\Gamma(\alpha)} e^{-x} dx$   | $F(t) = \int_0^{\lambda_0 t} \frac{x^{\alpha-1}}{\Gamma(\alpha)} e^{-x} dx$                            |
| $P(t)$       | $e^{-\lambda t}$                                      | $e^{-\lambda_0 t^\alpha}$   | $\int_{\lambda_0 t}^{\infty} \frac{x^{\alpha-1}}{\Gamma(\alpha)} e^{-x} dx$   | $e^{-\lambda_0 t} \sum_{i=0}^{k-1} \frac{(\lambda_0 t)^i}{i!}$   |
| $Q(t)$       | $1 - e^{-\lambda t}$                                  | $1 - e^{-\lambda_0 t^\alpha}$   | $1 - P(t)$  | $1 - P(t)$   |
| $T_0$        | $1/\lambda$   | $\int_0^{\infty} x^{1/\alpha} e^{-x} dx \cdot \lambda_0^{-1/\alpha}$  | $\alpha/\lambda_0$  | $\frac{k}{\lambda_0}$  |
| $K_D$        | $\frac{1}{1 + \lambda T_R}$                           |   |   |  |
| $D(t)$       | $T_0^2$   |   |   |  |
| $\sigma(t)$  | $T_0$   |   |   |  |
| $P_k(t)$     | $\frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t}$             |   |   |  |
| $\lambda(t)$ | $\lambda = \text{constante}$                          | $\propto \lambda_0 t^{\alpha-1}$  | $\frac{\lambda_0^\alpha t^{\alpha-1} e^{-\lambda_0 t}}{\Gamma(\alpha)} \int_{\lambda_0 t}^{\infty} \frac{x^{\alpha-1}}{\Gamma(\alpha)} e^{-x} dx$ | $\lambda_0 (\lambda_0 t)^{k-1} \left[ (k-1)! \sum_{i=1}^{k-1} \frac{(\lambda_0 t)^i}{i!} \right]^{-1}$ |
| Remarques    | ne tient pas compte de l'historique de vieillissement | $\alpha = 1 \Rightarrow$ Distribution exp<br>$\alpha < 1 \Rightarrow \lambda(t) = f \downarrow$<br>$\alpha > 1 \Rightarrow \lambda(t) = f \uparrow$ | $\alpha = 1$ - Distribution exp   |  |

36

| Fonctions    | Distribution normale : $\tau \ll \tau$  | Distribution normale $\sigma \ll \tau$  | Distribution Log-normale  |
|--------------|---|---|---|
| $f(t)$       | $\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{t-\tau}{\sigma}\right)^2}$  | $\frac{1}{c\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{t-\tau}{\sigma}\right)^2} \quad t \geq 0$<br>$f(t) = 0 \quad t < 0$                                      | $\frac{1}{t\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln t - \ln \tau}{\sigma}\right)^2}$   |
| $F(t)$       | $F(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^t e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{u-\tau}{\sigma}\right)^2} du$   |   |   |
| $P(t)$       | $\frac{1}{2} - \Phi\left(\frac{t-\tau}{\sigma}\right)$  | $\frac{1}{2} - \frac{\frac{1}{\sigma}\frac{t-\tau}{\sigma}}{\frac{1}{2} - \Phi\left(\frac{t-\tau}{\sigma}\right)}$  | $\frac{1}{2} - \Phi\left(\frac{\ln t - \ln \tau}{\sigma}\right)$  |
| $Q(t)$       | $1 - P(t)$  | $1 - P(t)$  |   |
| $T_0$        | $\tau$  | $\tau = \tau + \frac{\sigma e^{\left(\frac{\tau}{\sigma}\right)^2/2}}{\sqrt{2\pi} \left[\frac{1}{2} + \Phi\left(\frac{\tau}{\sigma}\right)\right]}$               | $\tau e^{\frac{\sigma^2}{2}}$   |
| $K_D$        |   |   |   |
| $D(t)$       | $\sigma^2$  |   |   |
| $\sigma(t)$  |   |   |   |
| $P_k(t)$     |   |   |   |
| $\lambda(t)$ | $e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{t-\tau}{\sigma}\right)^2} \left\{ \sigma\sqrt{2\pi} \left[ \frac{1}{2} - \Phi\left(\frac{t-\tau}{\sigma}\right) \right] \right\}$ | $\frac{e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{t-\tau}{\sigma}\right)^2}}{\sigma\sqrt{2\pi} \left[ \frac{1}{2} - \Phi\left(\frac{t-\tau}{\sigma}\right) \right]}$              | $\frac{e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln t - \ln \tau}{\sigma}\right)^2}}{t\sigma\sqrt{2\pi} \left[ \frac{1}{2} - \Phi\left(\frac{\ln t - \ln \tau}{\sigma}\right) \right]}$ |
| Remarque     | $\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{u^2}{2}} du$<br>$\tau$ : valeur moyenne de la grandeur aléatoire.<br>$\sigma$ : écart type.               | $c$ : coef de Normalisation tel que $\int_0^\infty f(t) dt = 1$<br>$c = \frac{1}{2} + \Phi\left(\frac{\tau}{\sigma}\right)$<br>Utiliser qd le défaut est dominant |   |

TABLEAU 3-2

| Fonctions<br>Connues | FONCTIONS à définir           |                                   |  |  |
|----------------------|-------------------------------|-----------------------------------|--|--|
|                      | $P(t)$                        | $Q(t)$                            | $f(t)$                                   | $\lambda(t)$                           |
| $P(t)$               | -                             | $1 - P(t)$                        | $-\frac{d}{dt} P(t)$                     | $-\frac{1}{P(t)} \frac{d}{dt} P(t)$    |
| $Q(t)$               | $1 - Q(t)$                    | -                                 | $\frac{d}{dt} Q(t)$                      | $\frac{1}{1 - Q(t)} \frac{d}{dt} Q(t)$ |
| $f(t)$               | $\int_t^\infty f(x) dx$       | $\int_0^t f(x) dx$                | -  | $\frac{f(t)}{\int_t^\infty f(x) dx}$   |
| $\lambda(t)$         | $e^{-\int_0^t \lambda(x) dx}$ | $1 - e^{-\int_0^t \lambda(x) dx}$ | $\lambda(t) e^{-\int_0^t \lambda(x) dx}$ | -                                      |
|                      |                               |                                   |  |  |

### . Objet non réparable

TABLEAU 3-3

Probabilité de travail sans panne durant  $[0, t_0]$

$$P(t_0) = P(0, t_0) = P(\theta_1 \geq t_0)$$

$$Q(t_0) = Q(0, t_0) = P(\theta_1 < t_0)$$

$$\hat{P}(t_0) = \frac{N t_0}{N_0}$$

Densité de distribution de panne :  $f(t) = \frac{dQ(t)}{dt} = -\frac{dP(t)}{dt} = \frac{dF(t)}{dt}$

Taux de panne :  $\lambda(t) = \frac{1}{1 - F(t)} \frac{dF(t)}{dt} = \frac{f(t)}{P(t)}$

Temp moyen de travail jusqu'à la 1<sup>re</sup> panne :

$$T_1 = M(\theta_1) = \int_0^\infty x f(x) dx = \int_0^\infty x dQ(x) = \int_0^\infty P(x) dx$$

### . Objet réparable

$$P_k(t_0) = P(\theta_k \geq t_0) ; R(t, t+t_0) = \sum_{k=1}^{\infty} P_k(t, t+t_0) < \theta_k$$

$$K_D = \frac{1}{T+r} \int_0^\infty P_\infty(t) dt, \text{ où } P_\infty(t) = \lim_{k \rightarrow \infty} P_k(t) = 1 - F_\infty(t)$$

$$T_k = M(\theta_k) = \int_0^\infty t f_k(t) dt = \int_0^\infty P_k(t) dt ; K_D = \frac{T}{T+r}$$

$$N(t) = [1 - F_k(t)]^{-1} \cdot \frac{d}{dt} [F_k(t)]$$

$$K_A = 1 - K_D$$

Le taux de défaillance associé à la probabilité conditionnelle que l'élément ait une défaillance sur l'intervalle  $[t, t+dt]$  s'il fonctionne en  $t$  est:

$$\lambda(t) = - \frac{1}{N_s} \cdot \frac{dN_s}{dt} = \frac{1}{N_s} \cdot \frac{dN_f}{dt}$$

Or, on a vu plus haut que  $P(t) = \frac{N_s}{N_0}$  donc

$$\frac{dP(t)}{dt} = \frac{dN_s}{dt} \cdot \frac{1}{N_0} = - \frac{1}{N_s} \cdot \frac{dN_s}{dt} \cdot \frac{N_s}{N_0}$$

$$\Leftrightarrow \frac{dP(t)}{dt} = - \lambda(t) \cdot P(t) \Rightarrow \frac{dP(t)}{P(t)} = - \lambda(t) dt$$

et comme  $\lambda = \text{constante}$   $P(t) = e^{-\lambda t}$

La Fiabilité suit donc la loi exponentielle

Par conséquent la probabilité de panne sera

$$Q(t) = 1 - P(t).$$

A l'état initial c'est à dire, à partir du moment où l'appareil est sorti du stock et est utilisé de façon permanente, la probabilité de travail est égale à 1.

Lorsque le temps de travail augmente, la probabilité de pannes augmente.

Quand  $t \rightarrow \infty$   $P(t) \rightarrow 0$  et  $Q(t) \rightarrow 1$

On peut aussi connaître la moyenne de temps de

Bon fonctionnement que l'on désigne par  $T_0$ .

Elle est donnée par l'expression mathématique :

$$T_0 = \int_0^{\infty} t f(t) dt \quad \text{ou } f(t) \text{ est la densité}$$

de probabilité de défaillance où la probabilité pour que l'élément ait une défaillance entre  $t$  et  $t+dt$ .

$$T_0 = \int_0^{\infty} \lambda e^{-\lambda t} dt \quad \text{car } f(t) = \lambda e^{-\lambda t}$$

$$\Rightarrow T_0 = \frac{1}{\lambda}$$

## Calcul du taux de pannes de l'alimentation

L'alimentation est conçue à partir d'éléments dont les paramètres sont donnés dans le tableau 3-4. Ces paramètres sont inchangés quant à la plage de température.

Le taux de panne de chaque élément est considéré constant.

Le modèle de la fiabilité est un modèle série (fig. 3-2) sous prétexte que si l'un des éléments est en panne, l'alimentation ne fonctionne pas.

Le taux de panne globale sera la somme des taux de panne des éléments et par conséquent la fiabilité ne peut être supérieure à celle du moins fiable de ses composants.

| Composants     | tension d'alimentation   | Puissance           | Précision | Température |
|----------------|--|---------------------|-----------|-------------|
| Condensateur   | 40 <sup>v</sup> , 25 <sup>v</sup> , 63 <sup>v</sup> , 400 <sup>v</sup> |                     | ± 5%      | 5 - 50      |
| Résistance     |  | - 0,25 W<br>- 0,5 W | ± 5%      | 5 - 50      |
| Pont de diode  | 10 <sup>v</sup>  |                     | ± 5%      | 5 - 50      |
| Régulateur     |  |                     |           | 5 - 50      |
| Transistor     |  |                     |           | 5 - 50      |
| Fusible        | 0,5 AT, 5 AR   |                     |           | 5 - 50      |
| TRANSFORMATEUR | 220 <sup>v</sup> - 9 <sup>v</sup>                                      |                     | ± 10%     | 5 - 50      |
| Diode Zener    | 5 <sup>v</sup>   |                     | ± 5%      | 5 - 50      |
| Self de choc   |  |                     |           | 5 - 50      |
| Connexions     |  |                     |           | 5 - 50      |
| Diodes         |  |                     |           | 5 - 50      |

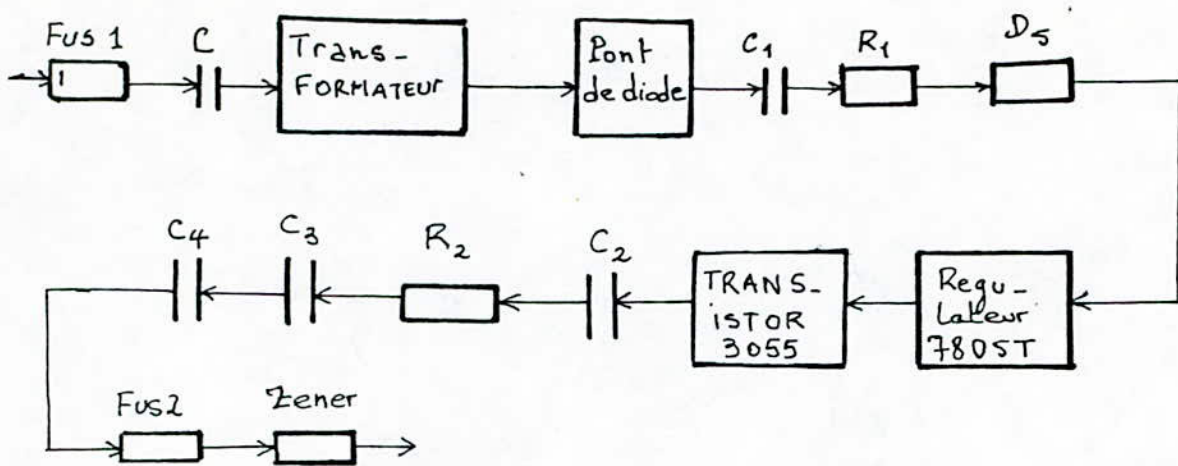


fig. 3.2 : Modèle de Fiabilité de l'Alimentation

Pour pouvoir étudier la fiabilité de cette alimentation il faut définir son taux de panne  $\lambda_{al}$  tel que :

$\lambda_{al} = \sum \lambda_i$  où  $\lambda_i$  est le taux de panne de chaque composant. Le taux de panne globale est donné par la formule [3] :

$$\lambda = \lambda_b \prod_i \pi_i + \sum E \quad \text{où}$$

$\lambda_b$  : le facteur de température ambiante

$\sum E$  : le facteur de l'environnement

$\prod_i \pi_i$  : le produit des coefficients  $\pi_i$  qui sont :

$\pi_c$  : le facteur de constitution de l'élément.

$\pi_F$  : le facteur du mode de fonctionnement.

$\pi_b$  : le facteur de boîtier.

$\pi_{CE}$  : le coefficient de contrainte en fonction de  $V_{CE}$ .

$\pi_p$  : le facteur de puissance nominale.

$\pi_{FT}$  : la fréquence de transition

$\pi_E$  : le facteur d'environnement

$\pi_Q$  : le facteur de qualité.

Ce taux de panne peut être donné sous forme de tableau. [15, 16]

Dans le tableau 3.5 nous avons rassemblé les calculs, et les tableaux utilisés pour ces calculs sont en Annexe 3. Nous proposons de faire une étude comparative des taux de panne pour différentes valeurs du facteur de qualité  $\pi_Q$ .

$\pi_Q = 2$  pour un niveau de qualité supérieur HQ

$\pi_Q = 15$  pour un niveau de qualité moyenne LQ

On obtient  $\lambda_{HQ} = 7,43 \cdot 10^{-7} / h \Rightarrow T_0 = 1346239 h$

$\lambda_{LQ} = 3,81 \cdot 10^{-6} / h \Rightarrow T_0 = 263334 h$



TABLEAU 3-5

| Composants          | nombre<br>n | $\Sigma E$<br>$10^3/h$ | $\lambda_b$<br>$10^9/h$ | $\pi_{RS}$ | $\pi_E$ | $\pi_R$ | $\pi_Q$ |    | $\pi_b$ | $\pi_C$ | $\pi_F$ | $\pi_{CE}$ | $\pi_p$ | $\pi_{FT}$ | $\lambda_{HQ}$<br>$10^6/h$ | $n\lambda_{HQ}$<br>$10^6/h$ | $\lambda_{MQ}$<br>$10^6/h$ | $n\lambda_{MQ}$<br>$10^6/h$ |
|---------------------|-------------|------------------------|-------------------------|------------|---------|---------|---------|----|---------|---------|---------|------------|---------|------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
|                     |             |                        |                         |            |         |         | HQ      | MQ |         |         |         |            |         |            |                            |                             |                            |                             |
| Condensateur        | 5           | 5                      | 30                      | 1          | 10      |         |         |    |         |         |         |            |         |            | $28 \times 10^{-3}$        | $140 \times 10^{-3}$        | 0,305                      | 1,525                       |
| Resistance          | 2           | 20                     | 0,8                     |            | 1,5     | 1       |         |    |         |         |         |            |         |            | $21,2 \times 10^{-3}$      | $42,4 \times 10^{-3}$       | $21,2 \times 10^{-3}$      | $42,4 \times 10^{-3}$       |
| Pont de Diode       | 1           |                        | 7                       |            | 1       |         | 2       | 15 | 1,5     | 8       |         |            |         |            | $168 \times 10^{-3}$       | $168 \times 10^{-3}$        | $1260 \times 10^{-3}$      | $1260 \times 10^{-3}$       |
| Régulateur          | 1           |                        | 7                       |            | 1       |         | 2       | 15 | 2       | 4       |         |            |         |            | $84 \times 10^{-3}$        | $84 \times 10^{-3}$         | $630 \times 10^{-3}$       | $630 \times 10^{-3}$        |
| transistor          | 1           | 0                      |                         |            | 10      |         |         |    | 1       | 1       | 2       |            | 2,5     | 1          | $50 \times 10^{-3}$        | $50 \times 10^{-3}$         | 0,05                       | 0,05                        |
| Fusible             | 2           | 20                     | 0,8                     |            | 1,5     | 1       |         |    |         |         |         |            |         |            | $21,2 \times 10^{-3}$      | $42,4 \times 10^{-3}$       | 0,021                      | 0,042                       |
| TRANSFORMATEUR      | 1           |                        |                         |            |         |         |         |    |         |         |         |            |         |            | $110 \times 10^{-3}$       | $110 \times 10^{-3}$        | 0,110                      | 0,110                       |
| diode zener         | 1           | 20                     | 0,8                     |            | 1,5     | 1       |         |    |         |         |         |            |         |            | $21,2 \times 10^{-3}$      | $21,2 \times 10^{-3}$       | $21,2 \times 10^{-3}$      | $21,2 \times 10^{-3}$       |
| Self comme Resistor | 2           |                        |                         |            |         |         |         |    |         |         |         |            |         |            | $28 \times 10^{-3}$        | $56 \times 10^{-3}$         | $55 \times 10^{-3}$        | $110 \times 10^{-3}$        |
| Connexions [76.17]  | 30          |                        |                         |            |         |         |         |    |         |         |         |            |         |            | $0,027 \times 10^{-3}$     | $0,810 \times 10^{-3}$      | $4,65 \times 10^{-6}$      | $0,139 \times 10^{-3}$      |
| Diodes              | 1           | 20                     | 0,8                     |            | 1,5     | 1       |         |    |         |         |         |            |         |            | $28 \times 10^{-3}$        | $28 \times 10^{-3}$         | $21,2 \times 10^{-3}$      | $21,2 \times 10^{-3}$       |
| $\Sigma n \lambda$  |             |                        |                         |            |         |         |         |    |         |         |         |            |         |            |                            | 743                         |                            | 3,81                        |

314

## Calcul du taux de panne du Miniordinateur

Le modèle est identique à celle de l'alimentation c'est à dire série du point de vue fiabilité. Il est représenté par le schéma ci dessous.

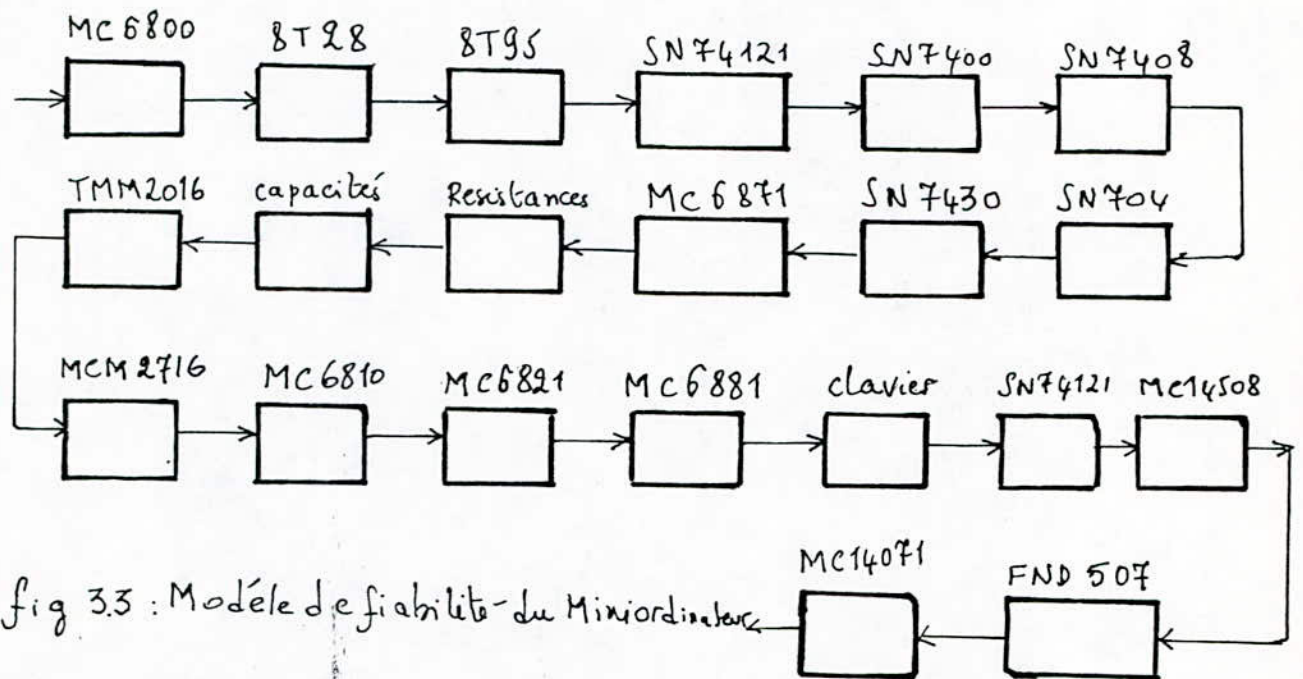


fig 3.3 : Modèle de fiabilité du Miniordinateur

De la même manière que précédemment, un tableau 3 nous donne les valeurs du taux de panne dans le cas d'un matériel de qualité supérieur, et le cas d'un matériel de qualité moyenne.

La Formule appliquée est inchangée, on obtient alors :

$$\lambda_{HQ \text{ Mini}} = 3,28 \cdot 10^{-5} / h \quad \Rightarrow \quad T_0 = 30490 h$$

$$\lambda_{MQ \text{ Mini}} = 5,36 \cdot 10^{-5} / h \quad \Rightarrow \quad T_0 = 18660 h$$

| Composants | nombre | $\Sigma E$ | $\lambda_{10-60\%}$ | $\pi_{RS}$ | $\pi_E$ | $\pi_R$ | $\pi_Q$    |            | $\pi_b$ | $\pi_c$ | $\pi_F$ | $\pi_{CE}$ | $\pi_p$ | $\pi_{FT}$ | $\lambda_{HQ} \times 10^{-8}/h$ | $\lambda_{Hg}$      | $\lambda_{MO} \times 10^{-6}/h$ | $\lambda'_{MCO} \times 10^{-6}/h$ |  |
|------------|--------|------------|---------------------|------------|---------|---------|------------|------------|---------|---------|---------|------------|---------|------------|---------------------------------|---------------------|---------------------------------|-----------------------------------|--|
|            |        |            |                     |            |         |         | $\pi_{QH}$ | $\pi_{QM}$ |         |         |         |            |         |            |                                 |                     |                                 |                                   |  |
| MC6800     | 1      |            |                     |            |         |         |            |            |         |         |         |            |         |            | 13                              | 13                  | 13                              | 13                                |  |
| 8T28       | 2      |            | 5                   |            | 1       |         | 2          | 15         | 1,5     | 1       |         |            |         |            | $15 \cdot 10^{-3}$              | $30 \cdot 10^{-3}$  | $105 \cdot 10^{-3}$             | $210 \cdot 10^{-3}$               |  |
| 8T95       | 3      |            | 5                   |            | 1       |         | 2          | 15         | 1,5     | 1       |         |            |         |            | $15 \cdot 10^{-3}$              | $45 \cdot 10^{-3}$  | $105 \cdot 10^{-3}$             | $315 \cdot 10^{-3}$               |  |
| MC6871     | 1      |            | 5                   |            | 1       |         | 2          | 15         | 2       | 7       |         |            |         |            | $140 \cdot 10^{-3}$             | $280 \cdot 10^{-3}$ | 1,050                           | 1,050                             |  |
| SN7400     | 2      |            | 5                   |            | 1       |         | 2          | 15         | 1,5     | 1       |         |            |         |            | $15 \cdot 10^{-3}$              | $30 \cdot 10^{-3}$  | $105 \cdot 10^{-3}$             | $210 \cdot 10^{-3}$               |  |
| SN7404     | 3      |            | 5                   |            | 1       |         | 2          | 15         | 1,5     | 1       |         |            |         |            | $15 \cdot 10^{-3}$              | $45 \cdot 10^{-3}$  | $105 \cdot 10^{-3}$             | $315 \cdot 10^{-3}$               |  |
| SN7408     | 1      |            | 5                   |            | 1       |         | 2          | 15         | 1,5     | 1       |         |            |         |            | $15 \cdot 10^{-3}$              | $15 \cdot 10^{-3}$  | $105 \cdot 10^{-3}$             | $105 \cdot 10^{-3}$               |  |
| SN7430     | 4      |            | 5                   |            | 1       |         | 2          | 15         | 1,5     | 1       |         |            |         |            | $15 \cdot 10^{-3}$              | $60 \cdot 10^{-3}$  | $105 \cdot 10^{-3}$             | $420 \cdot 10^{-3}$               |  |
| MCM2716    | 1      |            | 5                   |            | 1       |         | 2          | 15         | 1,5     | 7       |         |            |         |            | $105 \cdot 10^{-3}$             | $105 \cdot 10^{-3}$ | 0,787                           | 0,787                             |  |
| MC6810     | 1      |            |                     |            |         |         |            |            |         |         |         |            |         |            | 8                               | 8                   | 8                               | 8                                 |  |
| TMM2016    | 1      |            | 5                   |            | 1       |         | 2          | 15         | 1,5     | 7       |         |            |         |            | $105 \cdot 10^{-3}$             | $105 \cdot 10^{-3}$ | $105 \cdot 10^{-3}$             | $105 \cdot 10^{-3}$               |  |
| MC6821     | 1      |            |                     |            |         |         |            |            |         |         |         |            |         |            | 8                               | 8                   | 8                               | 8                                 |  |

| Composant              | nombre | $\Sigma E$ | $\lambda_b$<br>$10^{-6}/h$ | $\pi_{AS}$ | $\pi_E$ | $\pi_R$ | $\pi_Q$    |            | $\pi_b$ | $\pi_c$ | $\pi_F$ | $\pi_{CE}$ | $\pi_P$ | $\pi_{FT}$ | $\lambda_{HQ}$<br>$10^{-6}/h$ | $\lambda_{Mg}$<br>$10^{-6}/h$ | $\lambda_{M\phi}$<br>$10^{-6}/h$ | $\lambda_{Mg}$<br>$10^{-6}/h$ |       |
|------------------------|--------|------------|----------------------------|------------|---------|---------|------------|------------|---------|---------|---------|------------|---------|------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|-------|
|                        |        |            |                            |            |         |         | $\pi_{QH}$ | $\pi_{MQ}$ |         |         |         |            |         |            |                               |                               |                                  |                               |       |
| MC6881                 | 4      |            | 5                          |            | 1       |         | 2          | 15         | 1,5     | 7       |         |            |         |            | $105 \times 10^{-3}$          | $420 \times 10^{-3}$          | $787 \times 10^{-3}$             | 3,148                         |       |
| Clavier                | 1      |            |                            |            |         |         |            |            |         |         |         |            |         |            | $10^{-3}$                     | $16 \times 10^{-3}$           | $10^{-2}$                        | $16 \times 10^{-2}$           |       |
| MC14508                | 7      |            | 5                          |            | 1       |         | 2          | 15         | 1,5     | 7       |         |            |         |            | $105 \times 10^{-3}$          | $735 \times 10^{-3}$          | $787 \times 10^{-3}$             | $5509 \times 10^{-3}$         |       |
| FND507                 | 7      |            | 5                          |            | 1       |         | 2          | 15         | 1,5     | 7       |         |            |         |            | $105 \times 10^{-3}$          | $735 \times 10^{-3}$          | $787 \times 10^{-3}$             | $5509 \times 10^{-3}$         |       |
| Resistance             | 22     | 20         | 0,8                        |            | 1,5     | 1       |            |            |         |         |         |            |         |            | $2,12 \times 10^{-3}$         | $466,4 \times 10^{-3}$        | $2,12 \times 10^{-2}$            | $466,4 \times 10^{-3}$        |       |
| Capacitor              | 18     | 5          | 30                         | 1          | 10      |         |            |            |         |         |         |            |         |            | $0,305 \times 10^{-3}$        | $5,49 \times 10^{-3}$         | $305 \times 10^{-3}$             | $5,49 \times 10^{-3}$         |       |
| MC 14071               | 1      |            | 5                          |            | 1       |         | 2          | 15         | 1,5     | 1       |         |            |         |            | $105 \times 10^{-3}$          | $105 \times 10^{-3}$          | $787 \times 10^{-3}$             | $787 \times 10^{-3}$          |       |
| Connexions<br>[16-17]  | 100    |            |                            |            |         |         |            |            |         |         |         |            |         |            | $6 \times 10^{-3}$            | 0,6                           | $4,65 \times 10^{-6}$            | $4,65 \times 10^{-3}$         |       |
| $\Sigma m_i \lambda_i$ |        |            |                            |            |         |         |            |            |         |         |         |            |         |            |                               |                               |                                  | 0,328                         | 0,536 |

3.17

Comme l'alimentation est en série du point de vue fiabilité avec le Miniordinateur, le taux de panne du système sera  $\lambda_E = \lambda_{Mini} + \lambda_{al}$

$$\lambda_{E_{HQ}} = 3,35 \cdot 10^{-5} / h \Rightarrow T_0 = 29812 h$$

$$\lambda_{E_{MQ}} = 5,74 \cdot 10^{-5} / h \Rightarrow T_0 = 17418 h$$

Dans ce qui suit, nous allons étudier la fiabilité du système en tenant compte de certains critères représentés dans le tableau 3.7.

Ce tableau nous donne les principaux paramètres de la fiabilité. Ces derniers sont classés selon qu'il s'agisse d'un travail sans panne, de la réparabilité ou du Stockage

### Fiabilité du système

Pour notre système nous retiendrons la réparabilité comme critère de base.

Nous étudierons la fiabilité d'après le tableau 3.8

Dans le premier critère, la fiabilité de l'appareil ne tient pas compte des réparations. Dans ce cas, les fonctions à étudier seront:

$$P(t), Q(t), T_0.$$

Quant au second critère l'étude de la fiabilité tient compte de la réparation. Et ce, en réparant l'appareil dès l'apparition de la panne. La fonction étudiée dans ce cas sera la probabilité d'apparition de  $i$  pannes dans le temps

# Principaux Paramètres de fiabilité

TABLEAU 3.7

## Sans panne

- Probabilité de travail sans panne :  $P(t)$
- Temps moyen jusqu'à la panne :  $T_0$
- Temp moyen entre deux pannes :  $T$
- Intensité de panne (taux) :  $\lambda$
- Fonction principale du flux de panne
- Paramètre du flux de Panne.

## Réparabilité

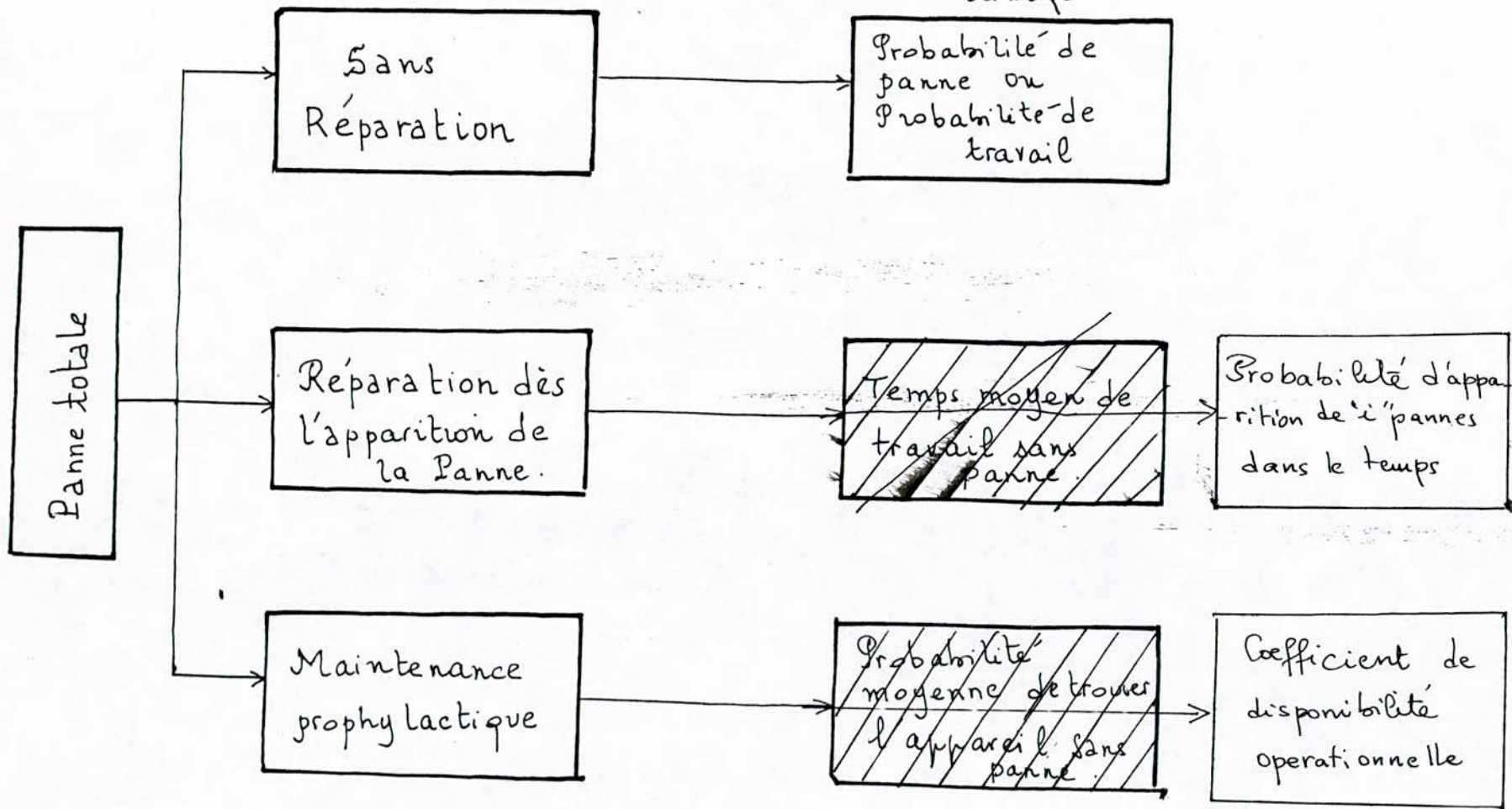
- Probabilité de réparation
- Temp moyen de réparation
- Temp moyen d'arrêt
- Taux de Réparation
- Coefficient de disponibilité :  $K_D$
- Coefficient d'arrêt :  $K_A$
- Coefficient d'utilisation technique :  $K_{ut}$
- Coefficient de disponibilité opérationnelle :  $K_{D_0}$

## Stockabilité

- Délais moyen de stockage
- $\lambda$  durant le stockage
- Paramètre du flux de panne en stockage
- Délais de stockabilité  $P_0$
- Délais de stockabilité médian

Caractère de réparation

Modèle de fiabilité TABLEAU 3-8  
et caractéristique



Différente variante de l'étude de la fiabilité du système

Enfin, le dernier critère suppose l'existence d'une maintenance périodique. La fonction étudiée dès lors sera le coefficient de disponibilité opérationnelle désigné par  $K_{00}$  avec détermination de la période optimale  $T$  des révisions prophylactiques.

### 1<sup>er</sup> Cas : Etude de la fiabilité de l'appareil sans réparation.

D'après les taux de pannes calculés précédemment, on définit la probabilité de travail sans panne :  $P(t) = e^{-\lambda t}$  et la probabilité de pannes :  $Q(t) = 1 - e^{-\lambda t}$ . Les courbes sont tracées pour les deux valeurs de  $\lambda$  sur un même graphique (3.4). Sur le graphe 3.5 nous avons tracés le début de ces courbes.

Le programme et les calculs de  $P(t)$  et  $Q(t)$  sur le calculateur TI 59 sont donnés en Annexe 8.

### 2<sup>e</sup> Cas Etude de la fiabilité avec réparation

La fonction exponentielle exprime la probabilité de survie d'un dispositif jusqu'à l'instant  $t$  de son fonctionnement et non pendant la durée  $T$  de sa vie.

L'espérance mathématique du nombre de défaillance dans le temps  $t$  est :  $m = \lambda t$ .



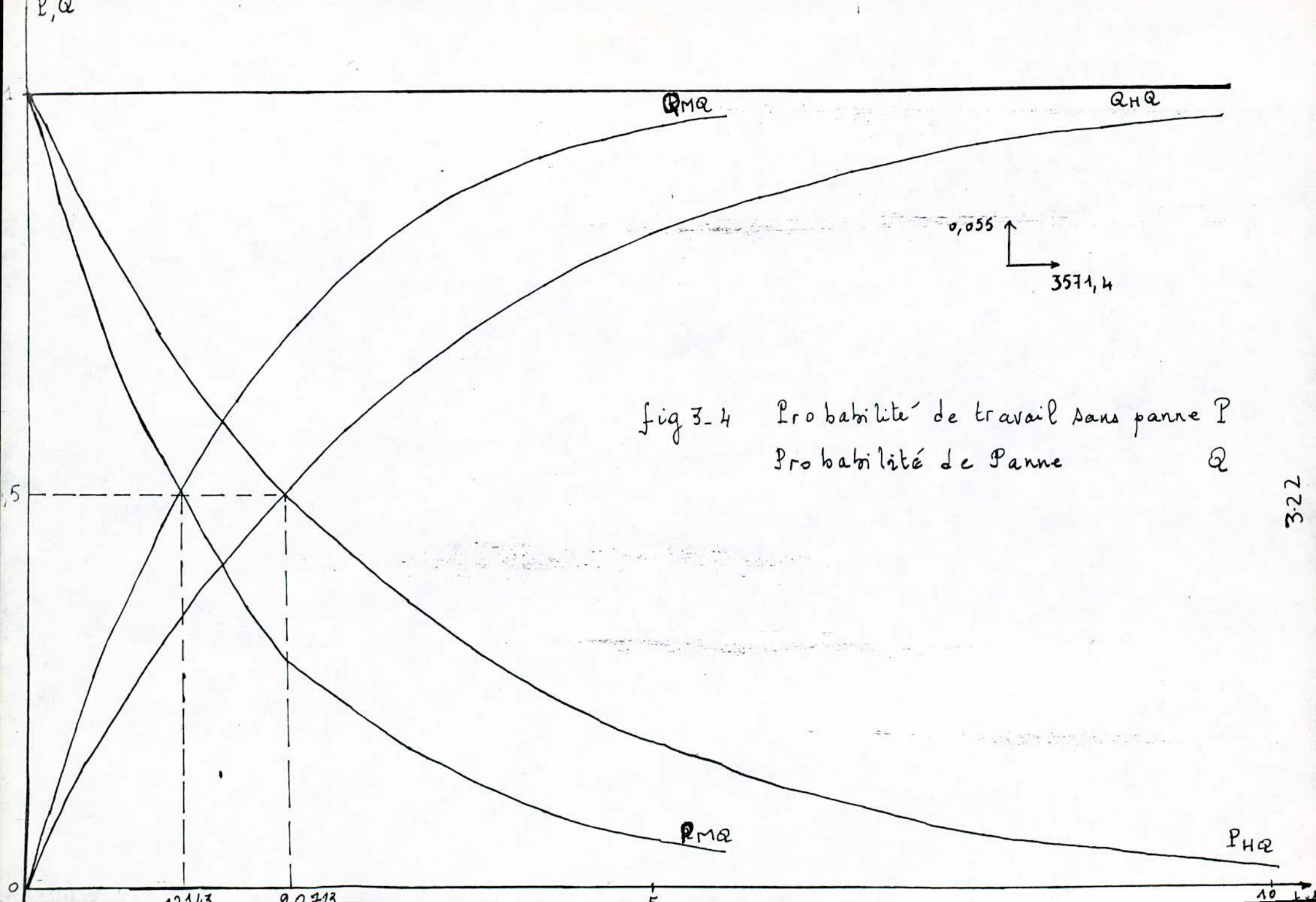
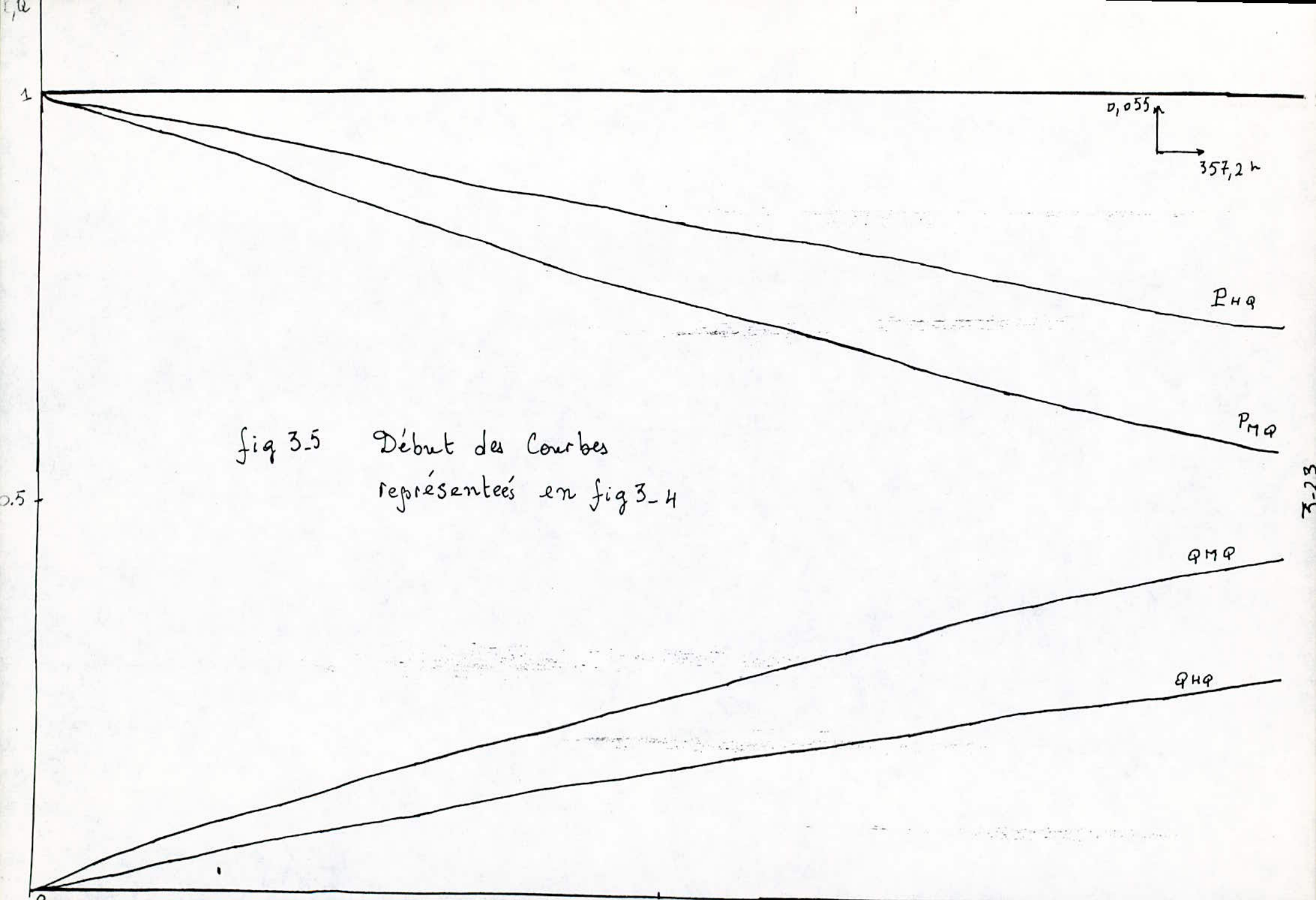


fig 3-4 Probabilité de travail sans panne P  
 Probabilité de Panne Q



La distribution de Poisson est désignée par  $P(i)$  tel que :

$$P(i) = \frac{(\lambda t)^i}{i!} e^{-\lambda t} \quad \text{avec } \lambda t = \text{constante.}$$

Elle nous donne la probabilité individuelle des  $i$  défaillances ou  $i$  varie de 0 à  $\infty$ .

Le graphe 3.6 nous montre la relation entre ces deux lois. Les représentations de la distribution de Poisson s'appuient au départ sur la distribution exponentielle.

A présent nous calculons la probabilité d'apparition de  $i$  pannes pour différentes valeurs de  $t$ .

Nous obtenons les graphes 3.7 et 3.8.

### 3<sup>e</sup> cas Etude de la fiabilité avec maintenance prophylactique [10-12]

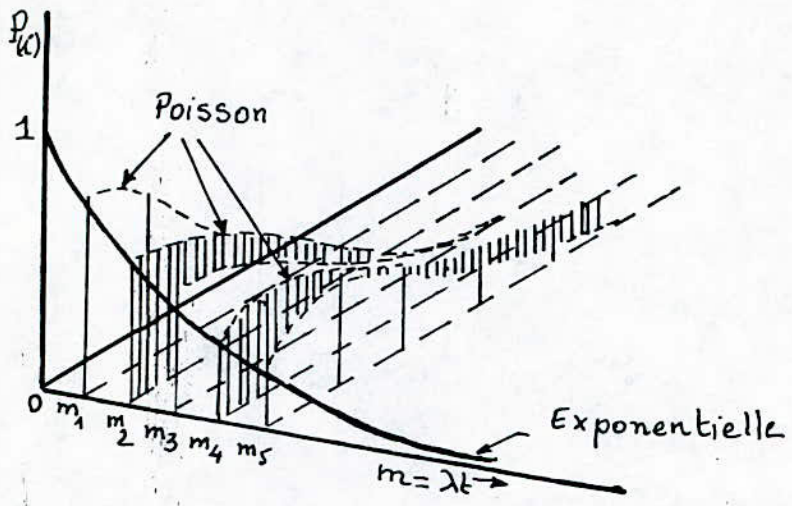
A présent, il s'agit de déterminer la période optimale de maintenance pour cela, on introduit la notion du coefficient de disponibilité opérationnelle.

Le coefficient de disponibilité est définie tel que

$$K_D = \frac{T_0}{T_0 + T_R} \quad \text{où } T_R \text{ est le temps de réparation}$$

et  $T_0$  est la période de maintenance

Le coefficient de disponibilité opérationnel dans un régime stationnaire est le produit de deux probabilités : la probabilité d'avoir le système



graphe 3.6 :

Présentation de la distribution de poisson.

fig 3.7. Probabilité d'apparition  
de "i" pannes.

pour  $\lambda = 3.35 \cdot 10^5 \text{ h}^{-1}$

[1]  $\lambda t = 0,01675$

[2]  $\lambda t = 0,1675$

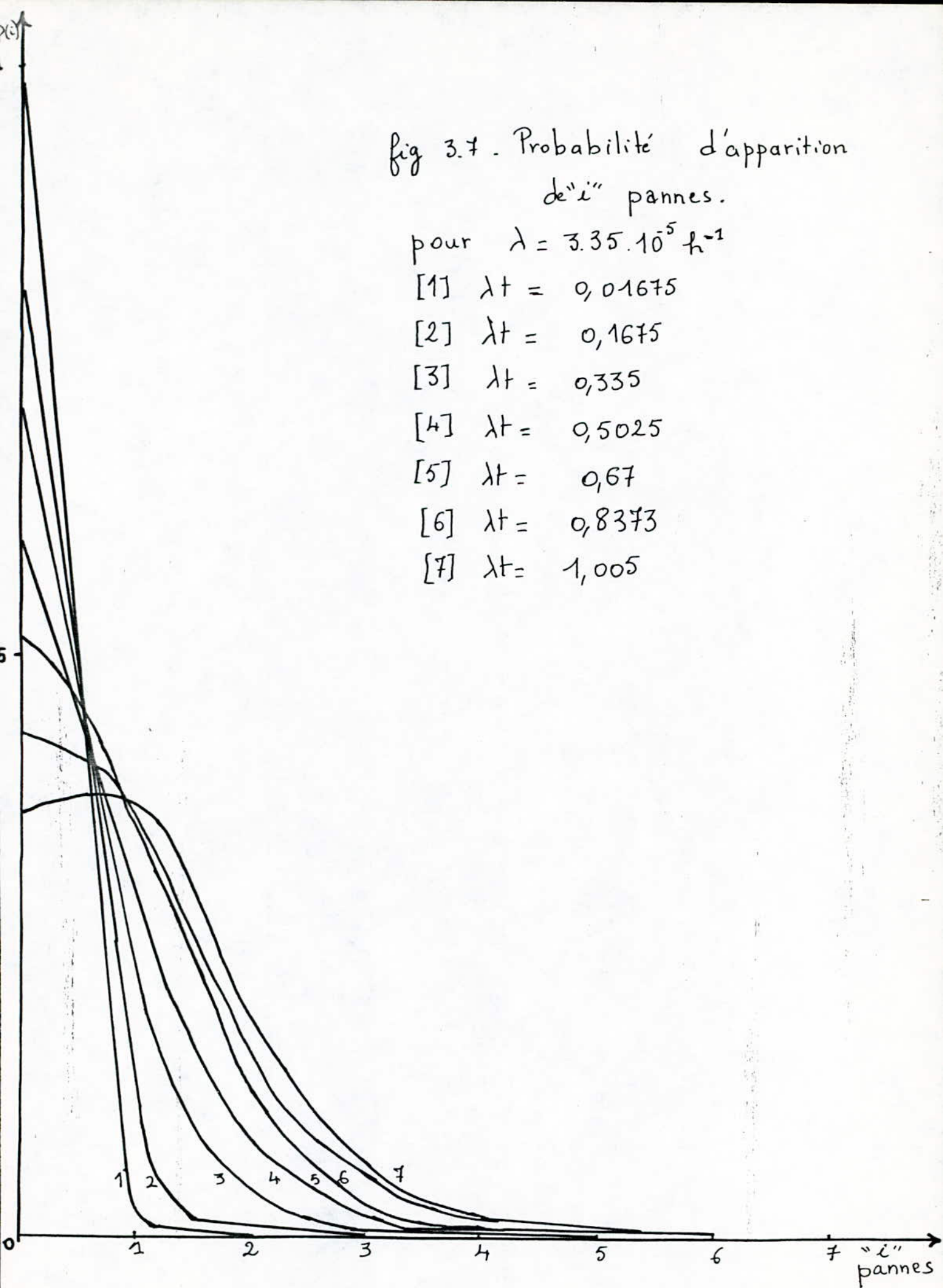
[3]  $\lambda t = 0,335$

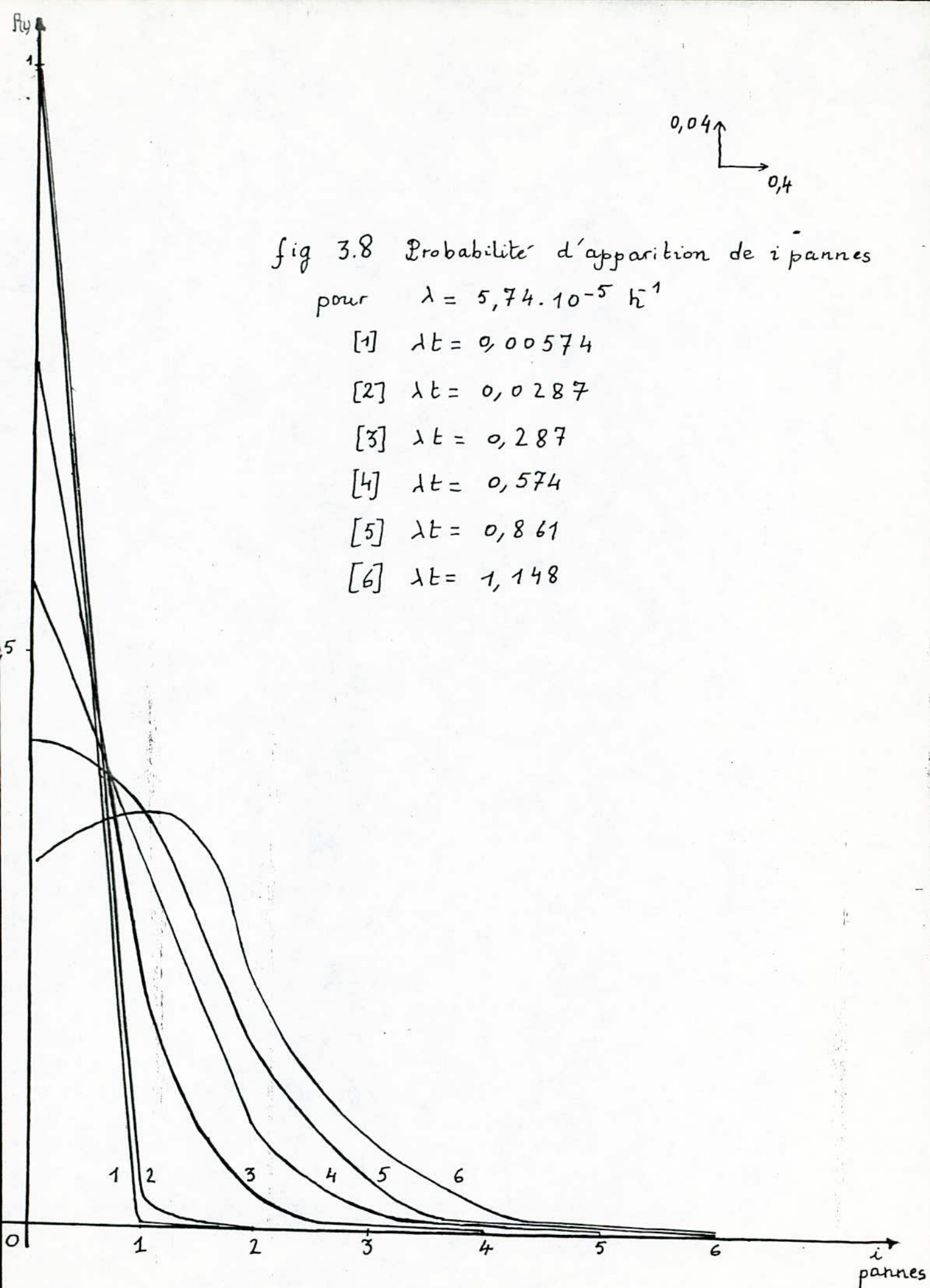
[4]  $\lambda t = 0,5025$

[5]  $\lambda t = 0,67$

[6]  $\lambda t = 0,8375$

[7]  $\lambda t = 1,005$





opérationnel au temps  $t$  et la probabilité de ne pas avoir de panne dans l'intervalle  $[t, t+\tau]$  où  $\tau = T_0 + T_R$ .  
 Ce coefficient est donné par la formule

$$K_{D_0} = K_D e^{-\lambda \tau}$$

Nous tracerons ces courbes en faisant varier  $T_0$  dans les deux cas de Qualité cités plus haut.

Ces courbes présentent des maximums dont les projections sur l'axe des temps correspondent à la période  $T_0$  optimale

Le programme et les calculs de  $K_{D_0}$  sont donnés en Annexe 8

Le graphique correspondant est donné en fig 3-9

On obtient  $T_0 = 172^h$

$$\text{pour: } \begin{cases} T_R = 1^h \text{ et} \\ \lambda_{HQ} = 3,35 \cdot 10^{-5} h^{-1} \end{cases}$$

et  $T_0 = 131^h$

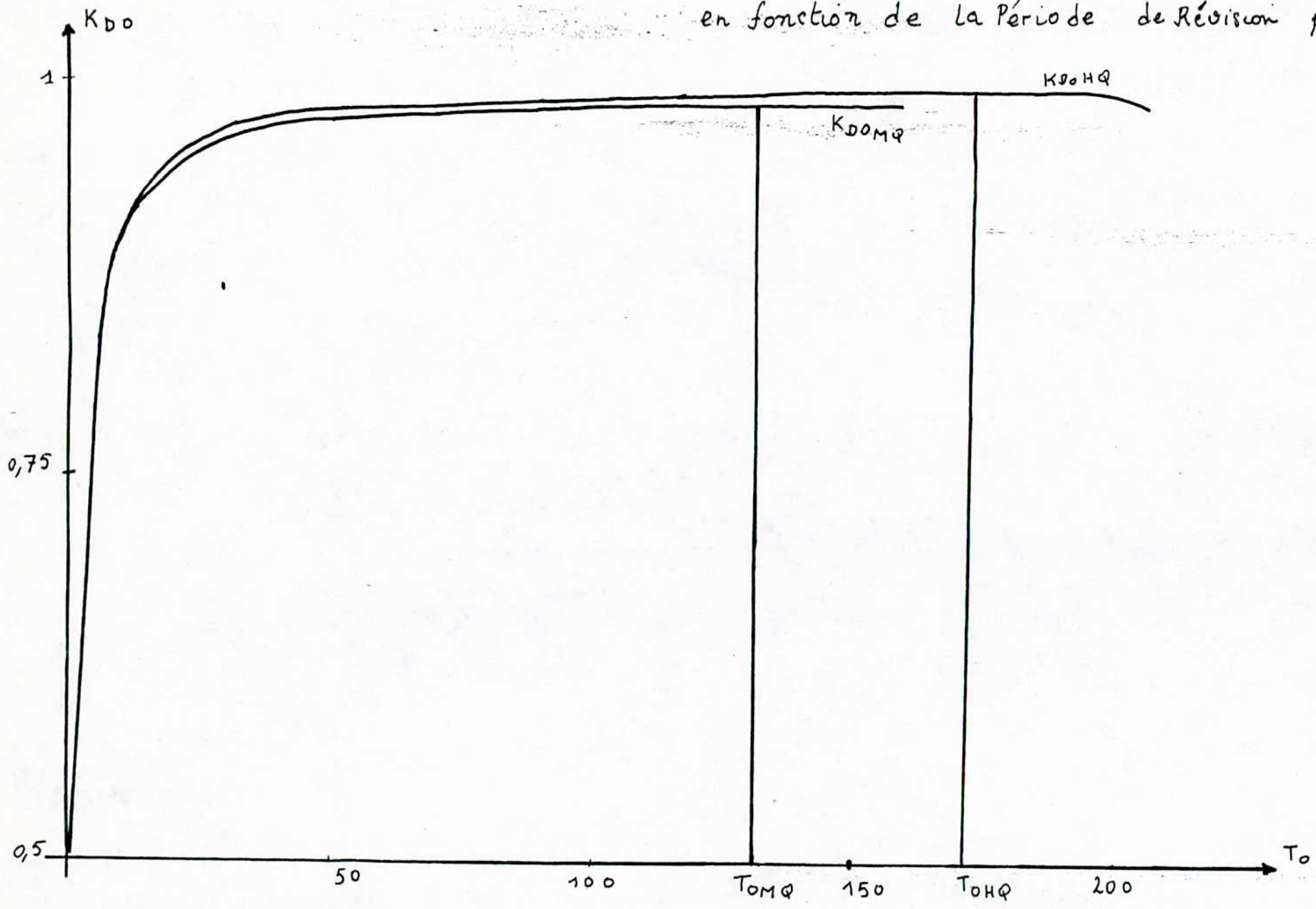
$$\text{pour: } \begin{cases} T_R = 1^h \text{ et} \\ \lambda_{MQ} = 5,74 \cdot 10^{-5} h^{-1} \end{cases}$$

### Interprétation des graphiques

Le graphique 3-4 nous montre que la qualité des éléments influe énormément sur la durée de vie du système et par conséquent sur sa fiabilité. Cela se traduit par le fait que la courbe représentant  $P_{HQ}$  est au dessus de celle de  $P_{MQ}$ .

Le graphique 3-7 et 3-8 nous montre que la probabilité d'avoir  $i$  pannes augmente dans le temps.

fig 3-9 Coefficient de disponibilité opérationnelle  
 en fonction de la Période de Révision pour  $T_R = 1h$



3-29



Nous remarquons, à titre d'exemple que pour  $t=500^h$ , la probabilité d'avoir deux pannes est donnée par  $P_{Hq} = 0,00013$  et  $P_{Mq} = 0,00040$ .

Le coefficient de disponibilité représente la rentabilité de l'appareil travaillant sans arrêt jusqu'à la révision; ce qui est l'équivalent du rendement d'un moteur en électrotechnique par exemple.

Le graphique 3-9 représente le coefficient de disponibilité opérationnel donné par  $K_{D_0} = \frac{T_0}{T_0 + T_R} e^{-\lambda T}$ . On voit que pour  $T_0 \rightarrow 0$   $K_{D_0} \rightarrow 0$ ; ce qui s'explique par le fait qu'au temps  $T_0 = 0$ , la rentabilité de l'appareil est nulle car il est absurde d'avoir un temps de réparation supérieur à la durée de travail.

De même quand  $T_0 \rightarrow \infty$   $K_{D_0}$  tend vers 0 ce qui se traduit par le fait qu'à l'infini la probabilité de travail  $e^{-\lambda T}$  tend vers zéro et la probabilité de panne est égal à 1.

On voit que la courbe passe par un maximum qui correspond à la période optimale  $T_0$  de la révision préventive.

## Chapitre IV Conclusion générale

Cette étude nous a permis de voir l'importance que joue l'étude de la fiabilité - lors de la conception, de la réalisation, de la mise au point et de l'utilisation d'un système quelconque.

Nous avons montré le rôle des conditions de travail sur la durée de vie du système. D'autre part, nous avons montré le rôle que joue la maintenance dans l'augmentation de la viabilité du système.

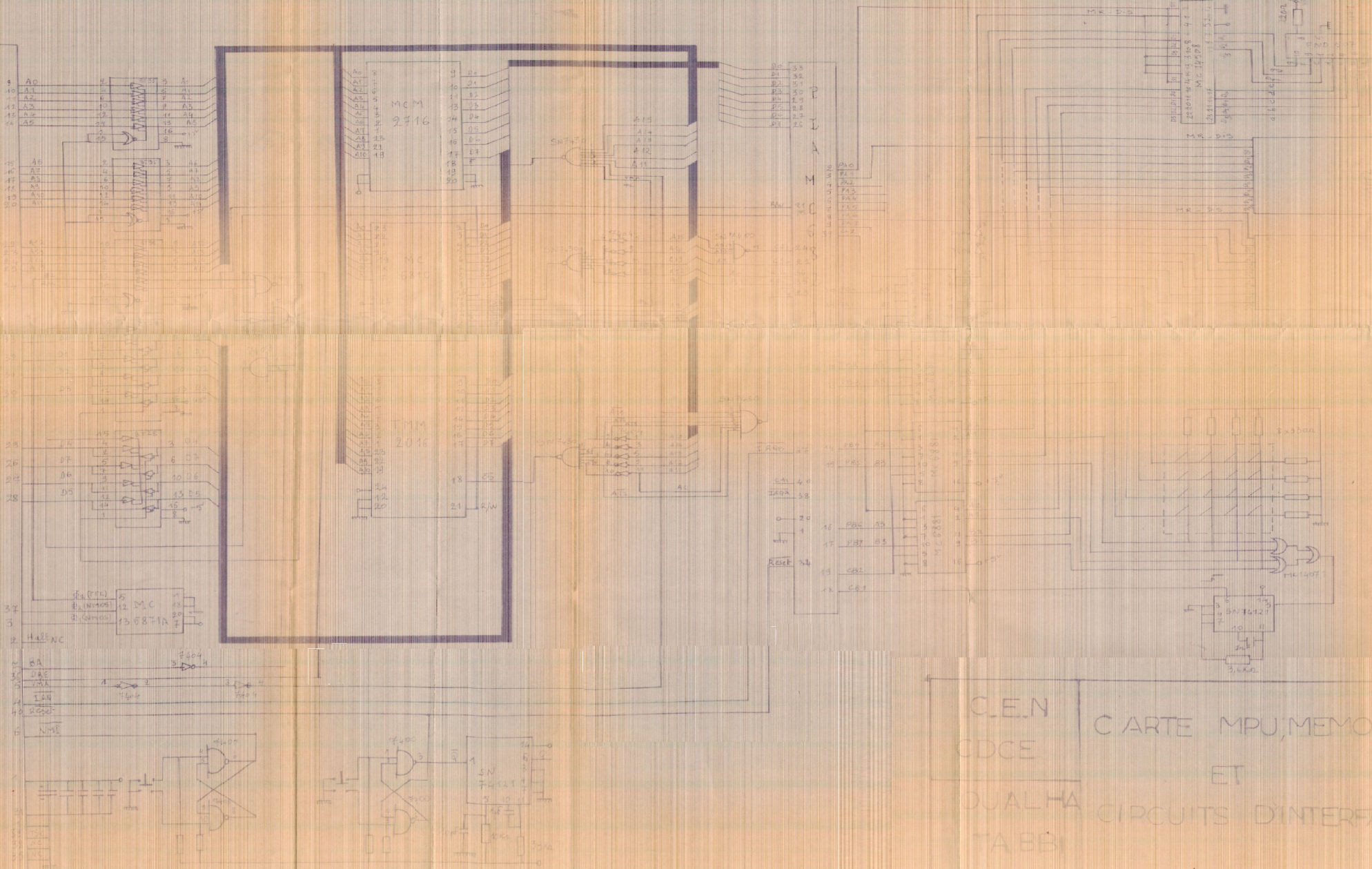
On distingue différentes méthodes d'amélioration de la fiabilité du système. Parmi ces méthodes

- L'utilisation d'un matériel plus fiable donc très coûteux car il nécessite un travail soigné, une technologie avancée et des produits de qualité supérieure. Pour ce faire, ils sont produits en petite quantité.

- L'utilisation d'éléments standards en Redondance. (Voir tableau 4-1) ; ce qui confère au système une bonne fiabilité et un coût raisonnable.

- L'utilisation d'éléments dont la technologie est plus évoluée et réalisant la même fonction.

MC 6800



CLEAN CARTE MPU, MEMOIRE  
ET DUAL HA CIRCUITS D'INTERFACE  
TABBI

# Classification de la Redondance

Tableau 4-1

|  |   |
|--|---|
| Critère de Classification                        | Type de la Redondance.  |
| Methode de Branchement                           | Redondance parallèle -<br>Redondance séquentielle   |
| Multiplicité de la Redondance                    | Redondance unitaire<br>Redondance multiple  |
| Schema de Branchement de la Redondance (reserve) | Redondance commune<br>Redondance particulière   |
| Etat de la Redondance (reserve)                  | Redondance non chargée (froide)<br>Redondance demi chargée<br>Redondance chargée (chaude) |
| Caractéristique de la Redondance                 | Redondance réparable (Reserve)<br>Redondance non réparable Reserve                        |
| Fixabilité de la Reserve                         | Reserve fixe<br>Reserve glissante   |
| Homogénéité de la Redondance                     | Redondance homogène<br>Redondance complexe.   |

D'après les calculs effectués au chapitre précédent le clavier est le dispositif le moins fiable, c'est un élément auquel on doit exiger une bonne fiabilité. Il est clair, que sans ce périphérique d'entrée on ne peut accéder au microprocesseur.

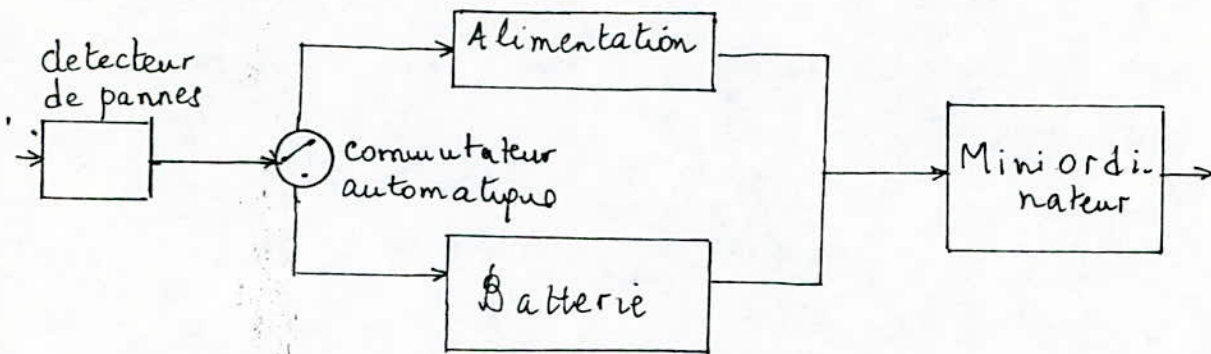
Certe il n'est pas commode d'employer la redondance pour les touches du clavier car cela augmenterait la complexité du montage.

Pour palier à cela, on propose d'utiliser des circuits plus performants tels les "Microswitchs" et les touches résistives. Cette alternative nous revient chère. Néanmoins, si on devait renouveler les touches du clavier à chaque fois qu'il est nécessaire, le prix correspondant dépasserait probablement <sup>celui</sup> qu'il aurait fallu verser si on achetait des Microswitchs.

L'alimentation est aussi importante pour nous, étant donné que lors de l'utilisation du Miniordinateur, une simple coupure de l'alimentation du secteur anéantit la quantité des mémoires vives. Ce qui représente une perte de temps pour l'utilisateur que de reintroduire son programme.

Pour ce faire, nous proposons d'employer la redondance de l'alimentation et ce, en

mettant en parallèle sur l'alimentation, une batterie d'accumulateur ou des piles délivrant la même tension +5V.



Dès qu'il y a coupure d'alimentation ou lors d'une panne secondaire, le commutateur effectue la liaison entre le miniordinateur et l'élément de réserve.

Un troisième élément important pour le traitement des données en provenance du clavier; il s'agit de la mémoire morte qui contient le moniteur de gestion. Celle-ci peut être facilement détériorée par des rayons ultraviolets. A ce moment là, le traitement des données devient impossible puisque le guide nécessaire à ce traitement n'est plus présent.

On juge nécessaire de munir la carte d'une EPROM supplémentaire contenant le moniteur de

gestion en Reserve, et qui peut être utilisé en cas de besoin.

- Quant aux circuits intégrés de la carte, nous proposons un calendrier de maintenance préventif qui consiste à procéder à une remise au point lors de la Révision qui a lieu tous les  $T_0 + T_R$ .

Durant ces révisions on changera les éléments selon le tableau 4-2.

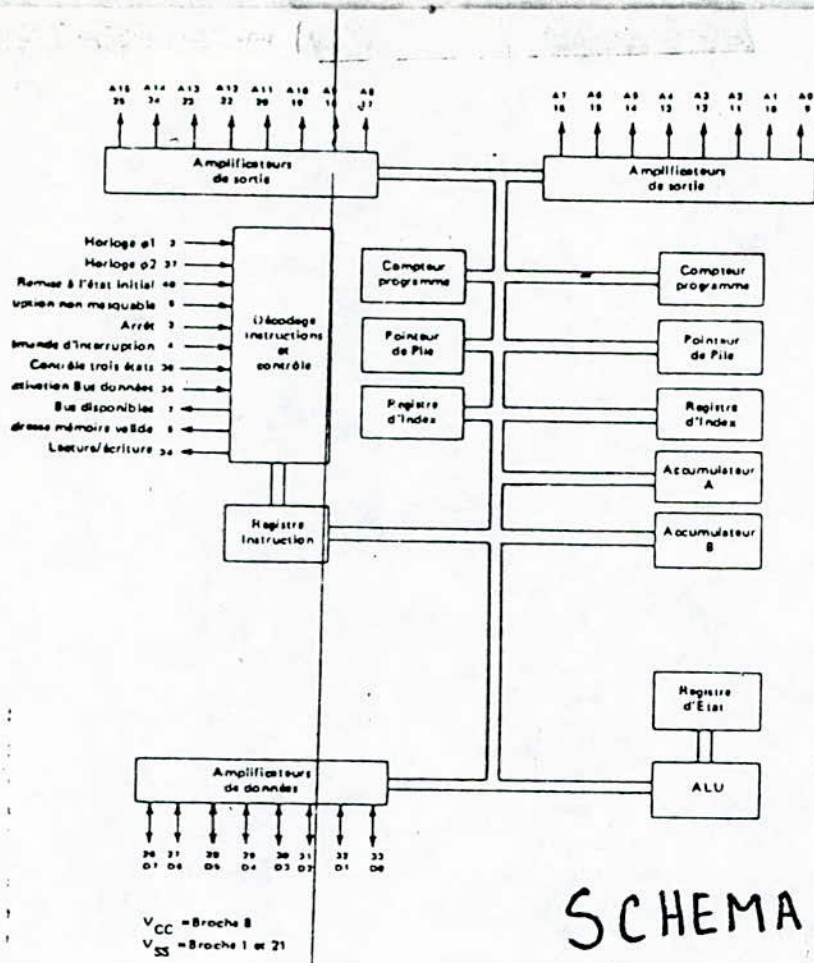
Tableau 42

| éléments | $T = 1/\lambda$ (h) | pour $T_0 = 131$ h et $T_R = 1^h$            |   |  |
|----------|---------------------|--|---|--|
| Mc 6800  | 76923               | Changer pendant la 587 <sup>e</sup> révision |   |  |
| 8T 28    | 952400              | "  | " | " 7326 <sup>e</sup> " - les 2 éléments |
| 8T 95    | 952400              | "  | " | " 7326 <sup>e</sup> " les 3 éléments   |
| MC6871   | 952400              | "  | " | " 7326 <sup>e</sup> "                  |
| SN7400   | 952400              | "  | " | " 7326 <sup>e</sup> " les 2 "          |
| SN7404   | 952400              | "  | " | " 7326 <sup>e</sup> " les 3 "          |
| SN7408   | 952400              | "  | " | " 7326 <sup>e</sup> "                  |
| SN7430   | 952400              | "  | " | " 7326 <sup>e</sup> " les 4 "          |
| SN74121  | 952400              | "  | " | " 7326 <sup>e</sup> " les 2 "          |
| MCM2716  | 1270648             | "  | " | " 9699 "                               |
| MC 6810  | 125000              | "  | " | " 954 "                                |
| TMM2016  | 952400              | "  | " | " 7326 "                               |
| MC6881   | 1270648             | "  | " | " 9699 " les 4 "                       |
| PIA6821  | 125000              | "  | " | " 954 "                                |
| MC14508  | 1270648             | "  | " | " 9699 " les 7 éléments                |
| FND507   | 1270648             | "  | " | " 9699 " les 7 "                       |
| MC14071  | 1270648             | "  | " | " 9699 "                               |

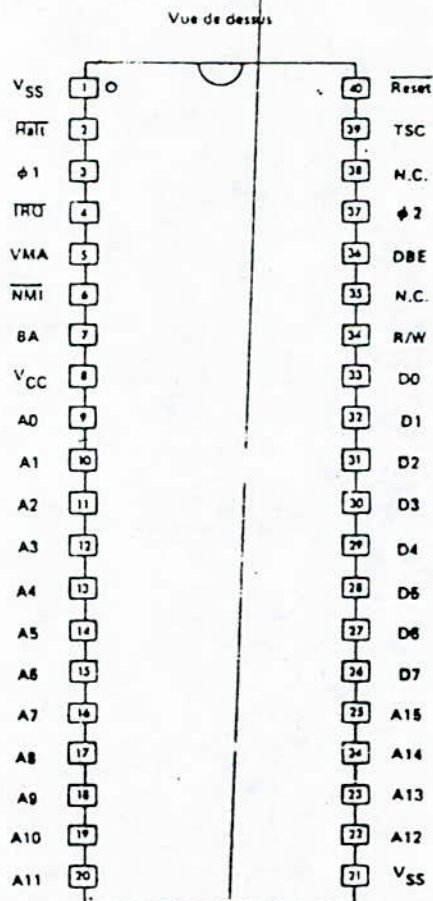


Annexe

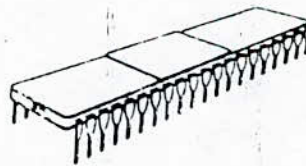
# Annexe 1



## SCHEMA FONCTIONNEL



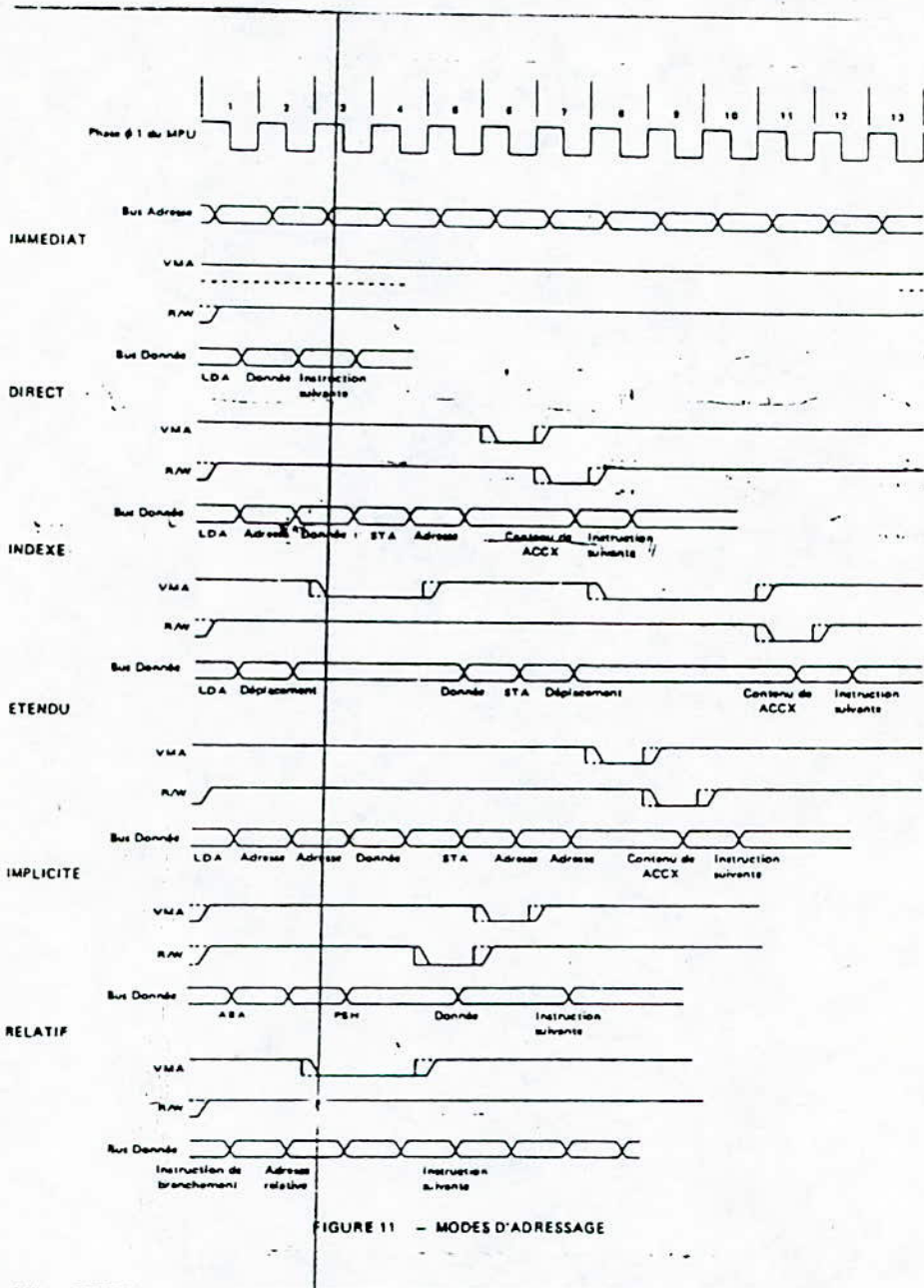
Boîtier CB-182



Suffixe K  
Boîtier Céramique

Sur demande  
Suffixe E  
Boîtier Plastique

## Brochage



Le microprocesseur utilisent différents modes d'adressage pour le traitement des données :

- Adressage implicite : l'opérande est la valeur manipulée par l'instruction

- Adressage direct : Le champ opérande contenu dans l'instruction est l'adresse de la valeur à manipuler. L'opérande est une valeur sur 8 bits

- Adressage étendu : identique au précédent seulement, le microprocesseur peut accéder le reste de la mémoire de 256 à 65536.

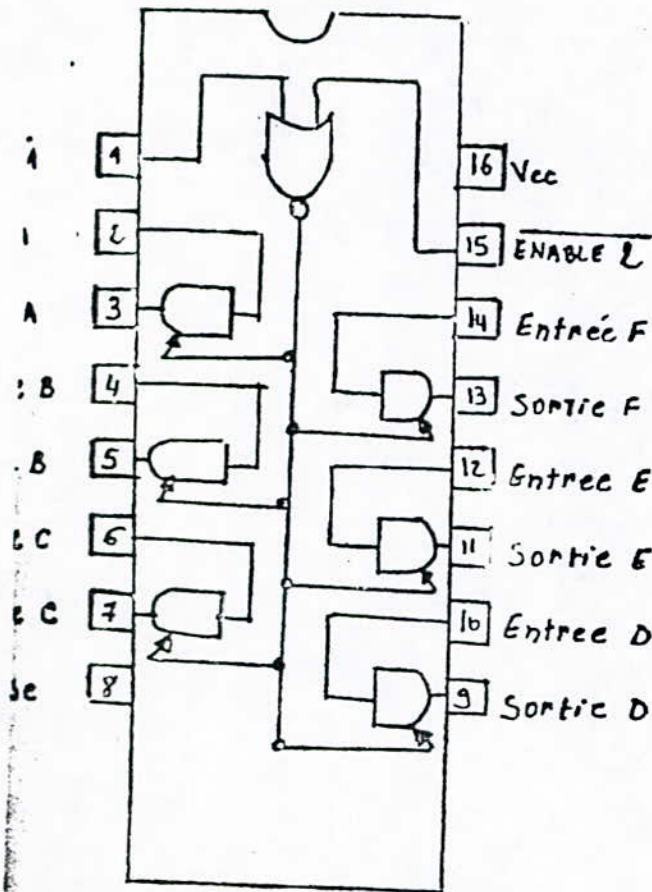
- Adressage relatif : utilisé pour les instructions de branchement. Il donne une adresse relative par rapport à la valeur courante du Compteur Ordinal.

- Adressage indexé : se fait grâce au registre d'index qui lui est sur 16 bits.

Le Microprocesseur MC 6800 ne possède pas d'adressage indirect.



MC 8T95

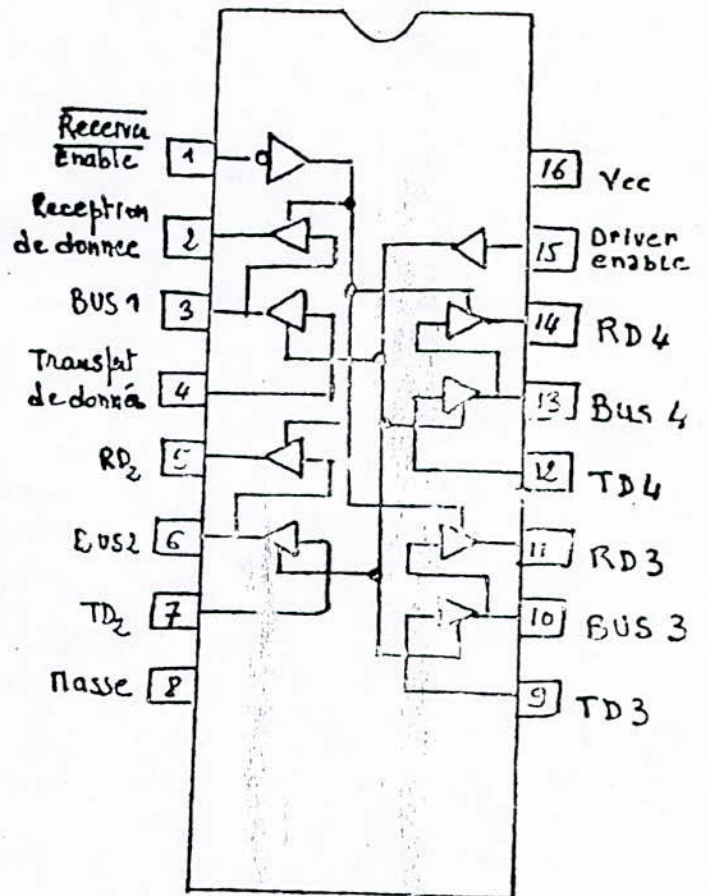


brochage du 8T95

| Enable 2 | Enable 1 | Entree | Sortie |
|----------|----------|--------|--------|
| 0        | 0        | 0      | 0      |
| 0        | 0        | 1      | 1      |
| 0        | 1        | ∅      | isolée |
| 1        | 0        | ∅      | isolée |
| 1        | 1        | ∅      | isolée |

TABLE DE VERITE du 8T95

MC 8T28

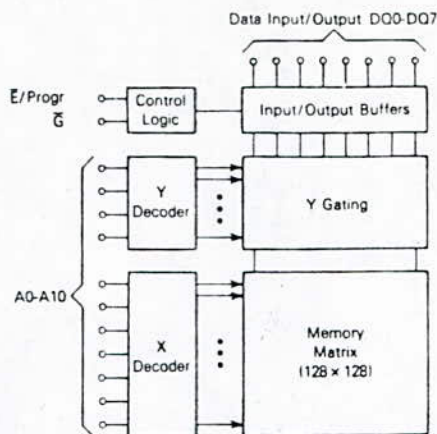


brochage du 8T28

| Drech | RECEN | TD | RD | BUS    |
|-------|-------|----|----|--------|
| 0     | 0     | ∅  | 0  | 0      |
| 0     | 0     | ∅  | 1  | 1      |
| 0     | 1     | ∅  | ∅  | isolée |
| 1     | 1     | 0  | ∅  | 0      |
| 1     | 1     | 1  | ∅  | 1      |

TABLE DE VERITE du 8T28

## BLOCK DIAGRAM



# MOTOROLA

## MCM2716 MCM27L16

### 2048 x 8-BIT UV ERASABLE PROM

The MCM2716/27L16 is a 16,384-bit Erasable and Electrically Reprogrammable PROM designed for system debug usage and similar applications requiring nonvolatile memory that could be reprogrammed periodically. The transparent lid on the package allows the memory content to be erased with ultraviolet light.

For ease of use, the device operates from a single power supply and has a static power-down mode. Pin for pin mask programmable ROMs are available for large volume production runs of systems initially using the MCM2716/27L16.

- Single 5 V Power Supply
- Automatic Power down Mode (Standby)
- Organized as 2048 Bytes of 8 Bits
- Low Power Version 27L16/27L16-25 Active 50 mA Max Standby 10 mA Max  
27L16-25 Active 70 mA Max Standby 15 mA Max
- TTL Compatible During Read and Program
- Maximum Access Time = 450 ns MCM2716  
360 ns MCM2716-25  
250 ns MCM2716-25
- Pin Equivalent to Intel's 2716
- Pin Compatible to MCM68A316E
- Output Enable Active Level is User Selectable

### MOS

(N-CANNEL, SILICON-GATE)

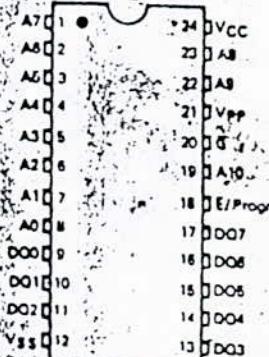
2048 x 8-BIT  
UV ERASABLE PROM



C SUFFIX  
FRIT-SEAL CERAMIC PACKAGE  
CASE 823A

L SUFFIX CERAMIC PACKAGE  
ALSO AVAILABLE - CASE 718

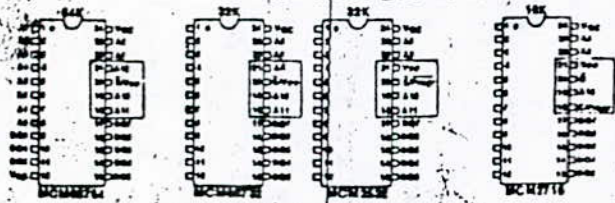
### PIN ASSIGNMENT



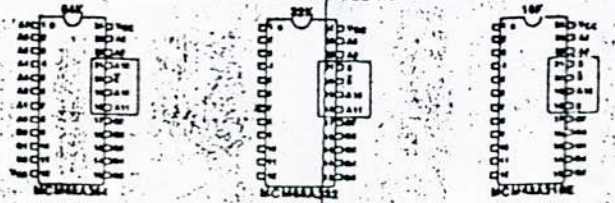
| Pin Names |                       |
|-----------|-----------------------|
| A         | Address               |
| DQ        | Data Input/Output     |
| E/Prog    | Output Enable/Program |
| O         | Output Enable         |

Pin names are industry standard notation.

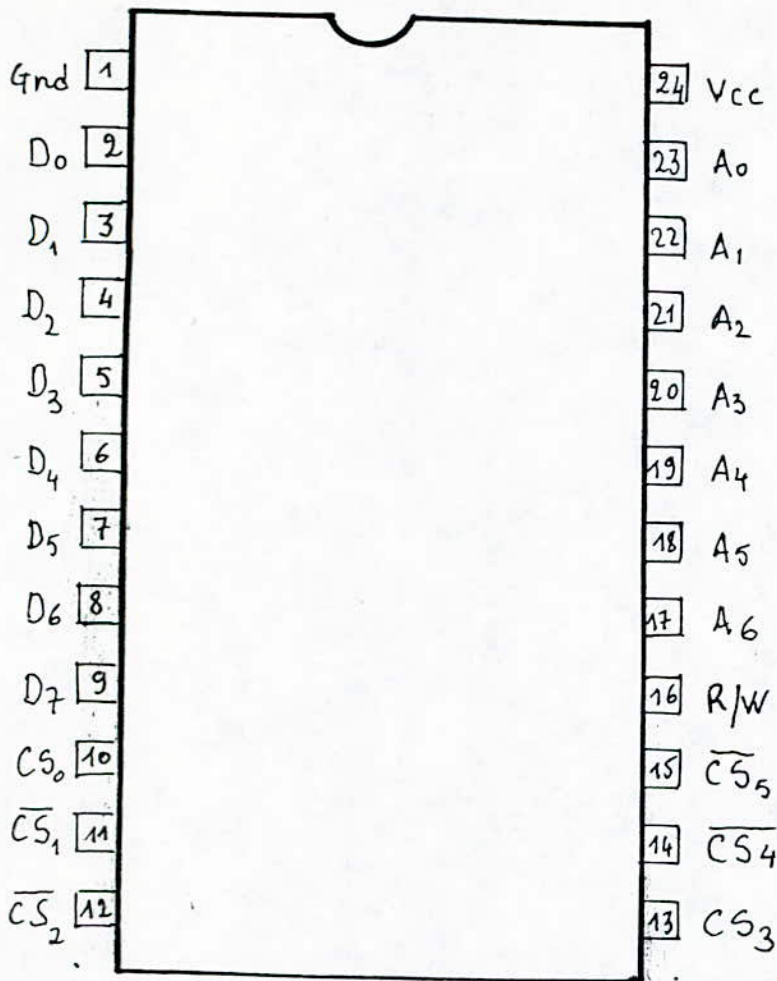
### MOTOROLA'S PIN-COMPATIBLE EPROM FAMILY



### MOTOROLA'S PIN-COMPATIBLE ROM FAMILY

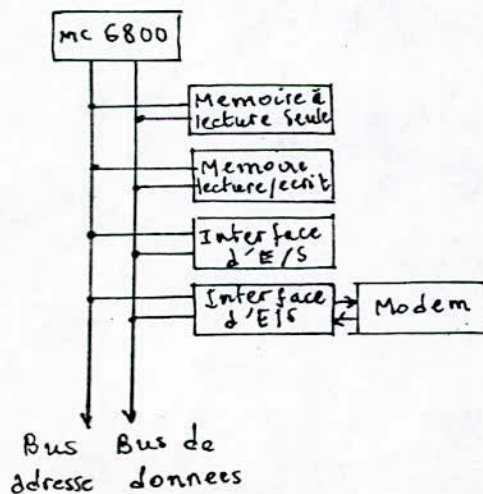


INDUSTRY STANDARD PINOUTS

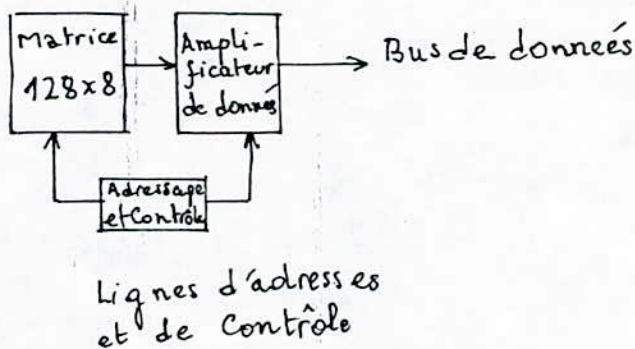


BROCHAGE DU MC 6810

Schema Fonctionnel de la Famille EF6800

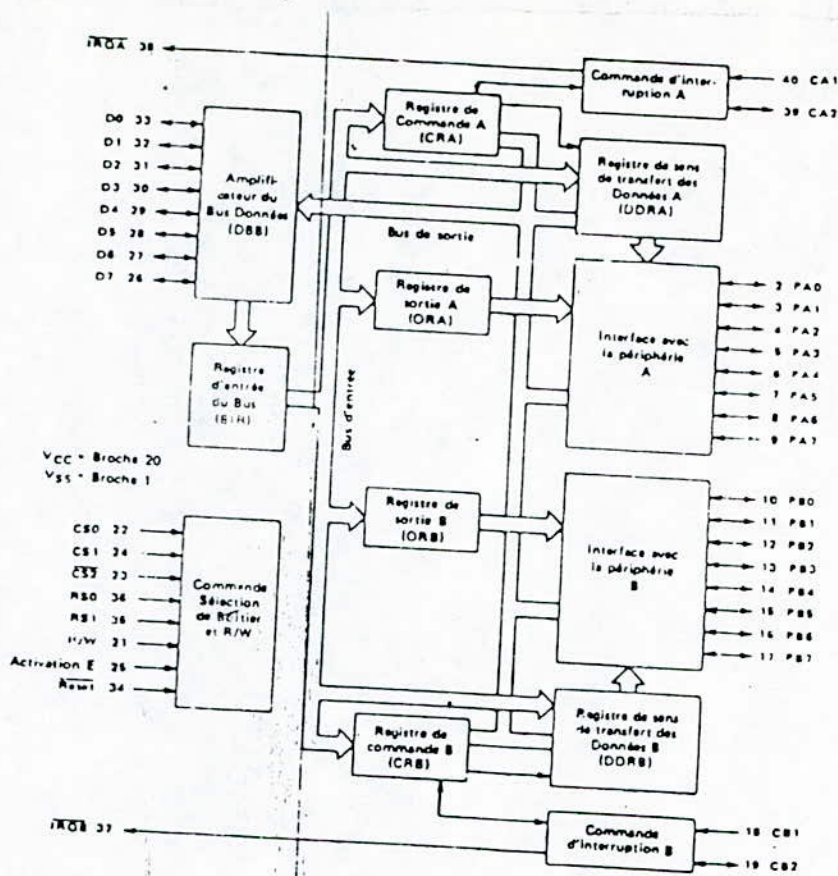


SCHEMA FONCTIONNEL de la RA 6810



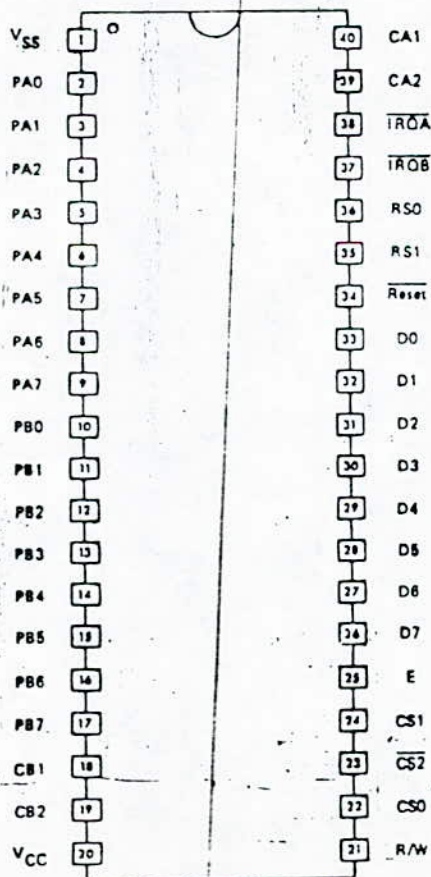


# Schéma fonctionnel

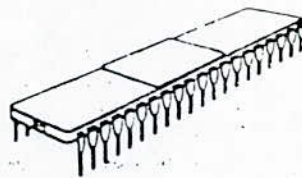


## brochage

Vue de dessus



Boîtier CB-182



Suffixe K  
Boîtier Céramique  
Sur demande,  
Suffixe E  
Boîtier Plastique

## Présentation du PIA

C'est un circuit d'interface parallèle programmable, se présente en un Boîtier de 40 Broches

Il est constitué de deux parties symétriques appelées port A et port B. Chacun d'eux contient 3 registres:

- Un registre OR image des lignes  $P_0 - P_7$ ; où le microprocesseur viendra:
  - soit écrire les données à envoyer vers un périphérique si  $P_0 - P_7$  sont programmés en sorties
  - soit lire les données venant d'un périphérique si  $P_0 - P_7$  sont programmés en entrées.
- Un Registre DDR de direction de transfert des données. Chaque bit de ce registre permet de définir le sens de travail des lignes  $P_0 - P_7$ . Si un bit est à un, la ligne qui lui correspond est programmée en sortie; si le bit est à 0, elle est programmée en entrée.
- Un Registre CR: Il permet de définir le mode de fonctions des lignes de dialogue  $C_1$  et  $C_2$ ;  $C_1$  est en entrée pouvant générer une

interruption et  $C_2$  peut être programmé en entrée ou en sortie.

Le PIA ne dispose que de deux broches de sélection c'est pour cela qu'il est vu du microprocesseur comme étant 4 positions mémoire.

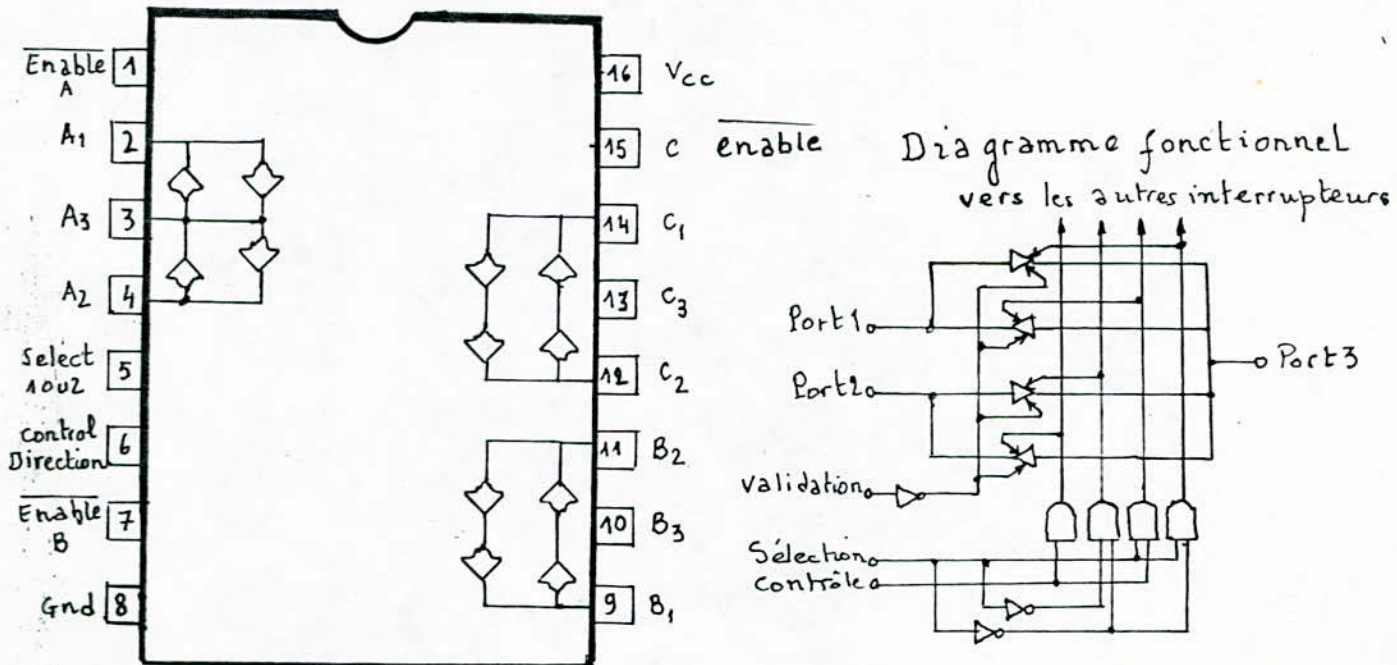
En fait les registres OR et DDR de chaque port ont la même adresse ; l'ambiguïté est alors levée au niveau du bit  $b_2$  du registre de contrôle.

Signaux échangés avec le microprocesseur  
Le PIA est sélectionnée par les chips Select  $CS_0$ ,  $CS_1$ ,  $\overline{CS}_2$  et par les quatre combinaisons de  $RS_0$  et  $RS_1$  permettant la sélection des registres internes.

La sélection se fait comme suit :

| $CS_0$ | $CS_1$ | $\overline{CS}_2$ | $RS_0$ | $RS_1$ | Registres   |
|--------|--------|-------------------|--------|--------|-------------|
| 1      | 1      | 0                 | 0      | 0      | ORA ou DDRA |
| 1      | 1      | 0                 | 0      | 1      | CRA         |
| 1      | 1      | 0                 | 1      | 0      | ORB ou DDRB |
| 1      | 1      | 0                 | 1      | 1      | CRB         |

# Annexe 4



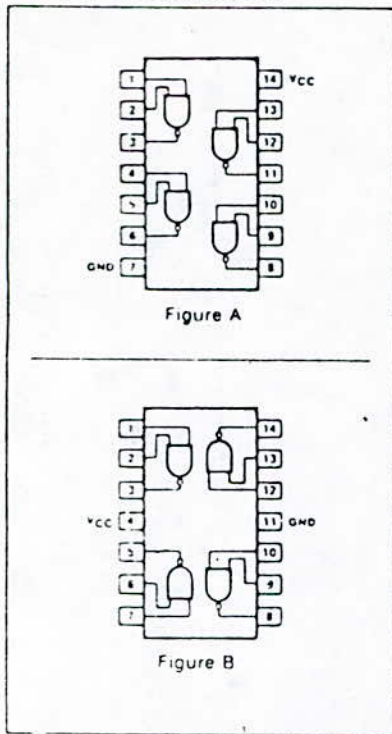
## BROCHAGE DU MC 6881

| ENABLE | SELECT | Control | SENS de TRANSFERT |
|--------|--------|---------|-------------------|
| 0      | 0      | 0       | 2 → 3             |
| 0      | 0      | 1       | 3 → 2             |
| 0      | 1      | 0       | 1 → 3             |
| 0      | 1      | 1       | 3 → 1             |
| 1      | X      | X       | Haute impédance   |

TABLE DE VÉRITÉ DU MC 6881

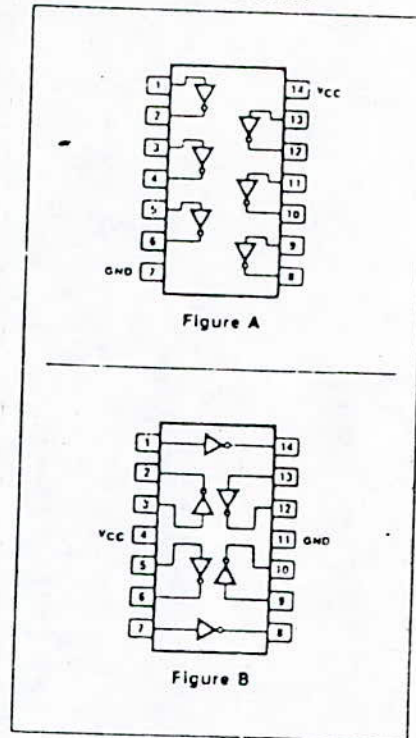
54/74 SERIES "00"

PIN CONFIGURATIONS



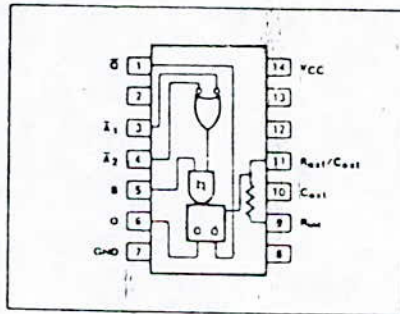
54/74 SERIES "04"

PIN CONFIGURATIONS



54/74 SERIES "121"

PIN CONFIGURATION



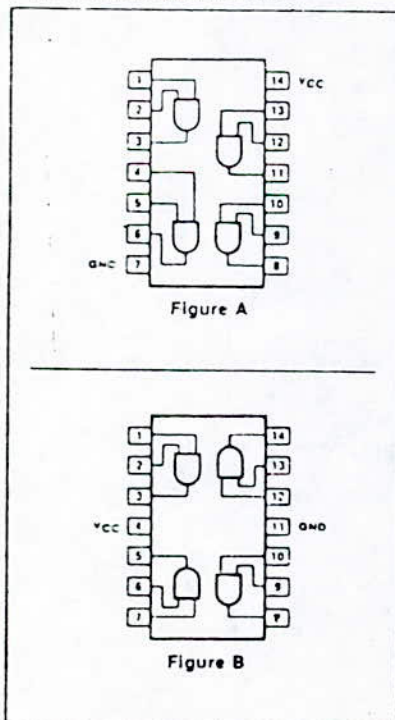
FUNCTION TABLE

| INPUTS      |             |   | OUTPUTS |           |
|-------------|-------------|---|---------|-----------|
| $\bar{A}_1$ | $\bar{A}_2$ | B | O       | $\bar{O}$ |
| L           | X           | H | L       | H         |
| X           | L           | H | L       | H         |
| X           | X           | L | L       | H         |
| H           | H           | X | L       | H         |
| H           |             | H |         |           |
|             | H           | H |         |           |
|             |             | H |         |           |
| L           | X           |   |         |           |
| X           | L           |   |         |           |

H = HIGH voltage level  
 L = LOW voltage level  
 X = Don't care  
 | = LOW-to-HIGH transition  
 | = HIGH-to-LOW transition

54/74 SERIES "08"

PIN CONFIGURATIONS





**MOTOROLA**  
Semiconductors  
BOX 20912, PHOENIX, ARIZONA 85036

**MC14508B**

**DUAL 4-BIT LATCH**

The MC14508B dual 4-bit latch is constructed with MOS P-channel and N-channel enhancement mode devices in a single monolithic structure. The part consists of two identical, independent 4-bit latches with separate Strobe (ST) and Master Reset (MR) controls. Separate Disable Inputs force the outputs to a high impedance state and allow the devices to be used in time sharing bus line applications.

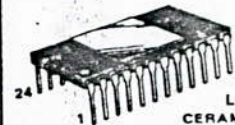
These complementary MOS latches find primary use in buffer storage, holding register, or general digital logic functions where low power dissipation and/or high noise immunity is desired. Additional characteristics can be found on the Family Data Sheet.

- Quiescent Current = 5.0 nA/package typical @ 5 Vdc
- High Fanout > 50
- Input Impedance =  $10^{12}$  ohms typical
- 3-State Output
- Supply Voltage Range = 3.0 Vdc to 18 Vdc
- Capable of Driving Two Low-power TTL Loads, One Low-power Schottky TTL Load to Two HTL Loads Over the Rated Temperature Range.

**McMOS MSI**

(LOW-POWER COMPLEMENTARY MOS)

**DUAL 4-BIT LATCH**



L SUFFIX  
CERAMIC PACKAGE  
CASE 716

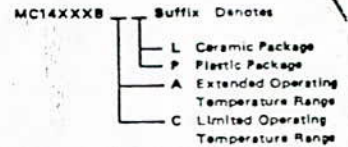


P SUFFIX  
PLASTIC PACKAGE  
CASE 709

**MAXIMUM RATINGS (Voltages referenced to V<sub>SS</sub>)**

| Rating                                  | Symbol           | Value                         | Unit             |
|---|------------------|-------------------------------|------------------|
| DC Supply Voltage                       | V <sub>DD</sub>  | -0.5 to +18                   | Vdc              |
| Input Voltage, All Inputs               | V <sub>in</sub>  | -0.5 to V <sub>DD</sub> + 0.5 | Vdc              |
| DC Current Drain per Pin                | I                | 10                            | mA <sub>dc</sub> |
| Operating Temperature Range - AL Device | T <sub>A</sub>   | -55 to +125                   | °C               |
| CL/CP Device                            |                  | -40 to +85                    |                  |
| Storage Temperature Range               | T <sub>stg</sub> | -65 to +150                   | °C               |

**ORDERING INFORMATION**

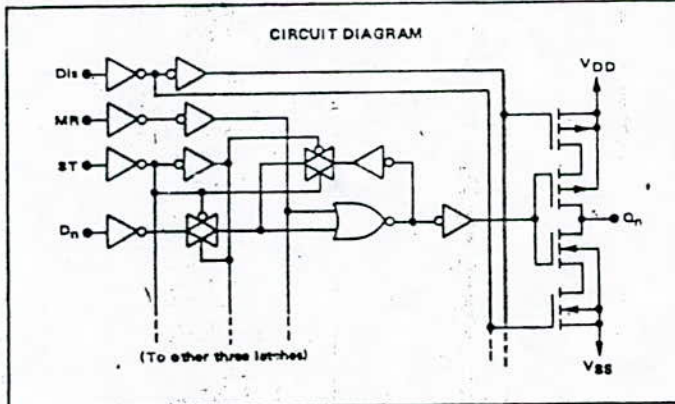


**TRUTH TABLE**

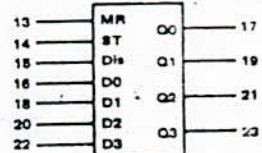
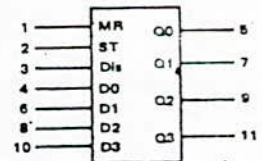
| MR | ST | Disable | D3 | D2 | D1 | D0 | Q3             | Q2 | Q1 | Q0 |
|----|----|---------|----|----|----|----|----------------|----|----|----|
| 0  | 1  | 0       | 0  | 0  | 0  | 0  | 0              | 0  | 0  | 0  |
| 0  | 1  | 0       | 0  | 0  | 0  | 1  | 0              | 0  | 0  | 1  |
| 0  | 1  | 0       | 0  | 0  | 1  | 0  | 0              | 0  | 1  | 0  |
| 0  | 1  | 0       | 0  | 1  | 0  | 0  | 0              | 1  | 0  | 0  |
| 0  | 1  | 0       | 1  | 0  | 0  | 0  | 1              | 0  | 0  | 0  |
| 0  | 1  | 0       | 1  | 0  | 0  | 1  | 0              | 0  | 0  | 0  |
| 0  | 0  | 0       | X  | X  | X  | X  | Latched        |    |    |    |
| 1  | X  | 0       | X  | X  | X  | X  | 0              | 0  | 0  | 0  |
| X  | X  | 1       | X  | X  | X  | X  | High Impedance |    |    |    |

X = Don't Care

**CIRCUIT DIAGRAM**



**BLOCK DIAGRAM**



V<sub>DD</sub> = Pin 24  
V<sub>SS</sub> = Pin 12

## Programmation

| Adresses | Langage assembleur                                 | Octets | Code machine | Commentaires  |
|----------|--|--------|--------------|---|
| F800     | SEI  | 1      | 0F           | Masque d'interruption   |
| F801     | CLR \$0900 (CRA)                                   | 3      | 7F 0900      | Accès au DDRA   |
| F804     | CLR \$0902 (CRB)                                   | 3      | 7F 0902      | Accès au DDRB   |
| F807     | LDA A ≠ \$FF                                       | 2      | 86 FF        | PA <sub>0</sub> -PA <sub>7</sub> en sortie                              |
| F809     | STAA \$0901 (DDRA)                                 | 3      | B7 0901      |   |
| F80C     | STAA \$0903 (DDRB)                                 | 3      | B7 0903      | PB <sub>0</sub> -PB <sub>7</sub> en sortie                              |
| F80F     | LDA A ≠ \$3C                                       | 2      | 86 3C        | Accès à l'ORA   |
| F811     | STAA \$0900 (CRA)                                  | 3      | B7 0900      | CA, non utilisé   |
| F814     | LDA A ≠ \$C0                                       | 2      | 86 C0        | écriture de l'ORA   |
| F816     | STAA \$0901 (ORA)                                  | 3      | B7 0901      | PA <sub>0</sub> -PA <sub>5</sub> =0 PA <sub>6</sub> -PA <sub>7</sub> =1 |
| F819     | LDA A ≠ \$37                                       | 2      | 86 37        | Accès à l'ORB   |
| F81B     | STAA \$0902 (CRB)                                  | 3      | B7 0902      |   |
| F81E     | LDA A ≠ \$02                                       | 2      | 86 02        | écriture de l'DRB   |
| F820     | STAA \$0903 (ORB)                                  | 3      | B7 0903      | PB <sub>0</sub> =0 =PB <sub>2</sub> -PB <sub>7</sub> PB <sub>1</sub> =1 |
| F823     | LDA A ≠ \$06                                       | 2      | 86 06        | Charger M <sub>34</sub> de la valeur 6                                  |
| F825     | STAA \$M34   | 3      | B7 0813      |   |
| F828     | LDX \$M80  | 3      | FE 0880      | Mettre à zéro   |
| F82B     | <sup>Lp<sub>0</sub></sup> CLR \$M <sub>0</sub> , X | 3      | 7F, 0800, x  | les mémoires suivantes:   |
| F82E     | INX  | 1      | 08           | - M <sub>lect</sub>   |
| F82F     | CPX ≠ \$0010                                       | 3      | 8C 0010      | - M <sub>26</sub>   |
| F832     | BNE Lp <sub>0</sub>                                | 2      | 26 -09       | - M <sub>1</sub> - M <sub>6</sub>                                       |
| F834     | CLRA   | 1      | 4F           | - M <sub>7</sub> - M <sub>12</sub>                                      |
| F835     | CMPA \$M37   | 3      | B1 080F      |   |
| F838     | BNE Lp <sub>1</sub>                                | 2      | 26 +13       |   |

| Adresses | Langage assembleur                 | octets | Codemachine | Commentaires  |
|----------|------------------------------------|--------|-------------|---|
| F83A     | LDX #000A                          | 3      | CE DA       | Décalage des mémoires dans le cas de la première instruction.             |
| F83D     | $L_{p2}$ LDAA § M <sub>1</sub> , X | 3      | B6 0801, X  |   |
| F840     | STAA § M <sub>2</sub> , X          | 3      | B7 0802, X  |   |
| F843     | DEX                                | 1      | 09          |   |
| F844     | CPX #0000                          | 3      | 8C 0000     |   |
| F847     | BNE $L_{p2}$                       | 2      | 26 -A       |   |
| F849     | BRA $L_{p3}$                       | 2      | 20 .E       |   |
| F84B     | $L_{p1}$ LDAA § M7                 | 3      | B6 0807     | Décalage des mémoires dans le cas autre que le précédent                  |
| F84E     | STAA § M8                          | 3      | B7 0808     |   |
| F851     | LDAA § M <sub>1</sub>              | 3      | B7 0801     |   |
| F854     | STAA § M <sub>2</sub>              | 3      | B7 0802     |   |
| F857     | $L_{p3}$ CLR § 0902 (CRB)          | 3      | 7F 0902     | Accès au DDRB   |
| F85A     | LDAA #F0                           | 2      | 86 F0       | Programmer PB <sub>7</sub> -PB <sub>4</sub> en                            |
| F85C     | STAA § 0903 (DDRB)                 | 3      | B7 0903     | Sortie et PB <sub>3</sub> -PB <sub>0</sub> entrée                         |
| F85F     | LDAB #03F                          | 2      | C6 3F       | Accès à l'ORB   |
| F861     | STAB § 0902 (CRB)                  | 3      | B7 0902     |   |
| F864     | STAA § 0903 (ORB)                  | 3      | B7 0903     | PB <sub>7</sub> -PB <sub>4</sub> = 1 PB <sub>4</sub> -PB <sub>0</sub> = 0 |
| F867     | LDS #087F                          | 3      | BE 087F     | chargement du stack pointer de 087F                                       |
| F86A     | CLI                                | 1      | 0E          | Valider l'interruption  |
| F86B     | WAI                                | 1      | 3E          | Attente.  |
| F86C     | LDX #09C4                          | 3      | CE 09C4     | Boucle anti Rebond  |
| F86F     | $L_{p4}$ DEX                       | 1      | 09          |   |
| F870     | CPX #0000                          | 3      | 8C 0000     | Temporisation de  |
| F873     | BNE $L_{p4}$                       | 2      | 26 -4       | 20ms.   |



| Adresses | Langage assembleur         | Octets | code machine | Commentaires  |
|----------|----------------------------|--------|--------------|---|
| F875     | LDAB \$0903 (ORB)          | 3      | F6 0903      | Lecture de la colonne   |
| F878     | STAB \$M40                 | 3      | F7 0821      |   |
| F87B     | CLR \$0902 CRB             | 3      | 7F 0902      | Accès au DDRB   |
| F87E     | LDAA #80F                  | 2      | 86 0F        | Inversion des   |
| F880     | STAA \$0903 (DDR8)         | 3      | B7 0903      | lignes et des colonnes.   |
| F883     | LDAB # \$3F                | 2      | C6 3F        | Accès à l'ORB   |
| F885     | STAB \$0902 (CRB)          | 3      | F7 0902      |   |
| F888     | STAA \$0903 (ORB)          | 3      | B7 0903      | PB <sub>0</sub> -PB <sub>3</sub> =1 PB <sub>7</sub> -PB <sub>4</sub> =0 |
| F88B     | LDAB \$0903                | 3      | F6 0903      | Lecture de la ligne   |
| F88E     | SEI                        | 1      | 0F           | Masque d'interruption   |
| F88F     | ANDB \$M40                 | 3      | F4 0838      | détection du code   |
| F892     | CLRA                       | 1      | 4F           | Chargement de   |
| F893     | <sup>Lp</sup> LDX # \$FC10 | 3      | CE FC10      | l'index avec l'adresse  |
| F896     | CMPB 0, X                  | 3      | F1 0, X      | du début de la Tab <sub>2-2</sub>                                       |
| F899     | BEQ Lp5                    | 2      | 27 +09       | Comparaison du  |
| F89B     | CMPA # \$10                | 2      | 81 0010      | Contenu de X avec le  |
| F89D     | BEQ ERR                    | 2      | 27, +08      | Code générée  |
| F89F     | INCA                       | 1      | 4C           | - Si le code est détecté  |
| F8A0     | BRA Lp6                    | 2      | 20, -0E      | passer à l'affichage  |
| F8A2     | STAA \$M1                  | 3      | B7 0801      | - si non se brancher  |
| F8A5     | ERR JSR \$F980             | 3      | 8D F980      | au sous programme   |
| F8A8     | LDX \$M0                   | 3      | CE, 0800     | d'ERREUR  |
| F8AB     | LDAB Tab <sub>23</sub> , X | 3      | F6 F00, X    | Stocker le code 7 segments  |
| F8AE     | STAB \$M7                  | 3      | F7 0807      | correspondant au<br>code généré dans M7                                 |

60

| Adresses | Langage assembleur                   | octets | code machine | Commentaires                                |
|----------|--------------------------------------|--------|--------------|---|
| F8B1     | CLR § 0902 (CRB)                     | 3      | 7E 0902      | Accès au DDRB                               |
| F8B4     | LDAA #§ FF                           | 2      | 86 FF        | PB <sub>0</sub> - PB <sub>7</sub> en sortie |
| F8B6     | STAA § 0903 (DDR <sub>B</sub> )      | 3      | B7 0903      |   |
| F8B9     | LDAA #§ 34                           | 2      | 86 34        | Accès à l'ORB                               |
| F8BB     | STAA § 0902 (CRB)                    | 3      | B7 0902      |   |
| F8BE     | CLR § M50                            | 3      | 7F 0890      | Mise à zéro de l'index                      |
| F8C1     | LDX § M50                            | 3      | FE 0890      |   |
| F8C4     | CLRA                                 | 1      | 4F           |   |
| F8C5     | INA                                  | 1      | 4C           |   |
| F8C6     | <sup>L<sub>7</sub></sup> ADDA # § 80 | 2      | 8B 80        |   |
| F8C8     | STAA § 0901                          | 3      | B7 0901      |   |
| F8CB     | LDAB § M <sub>7</sub> , X            | 3      | F6 0807, X   | Activation des                              |
| F8CE     | STAB § 0903                          | 3      | F7 0903      | latches un par un                           |
| F8D1     | INX                                  | 1      | 08           | et l'envoi                                  |
| F8D2     | ASLA                                 | 1      | 48           | simultanée des                              |
| F8D3     | CPX # § 06                           | 3      | 8C 0006      | codes 7 segments                            |
| F8D6     | BEQ L <sub>7</sub>                   | 2      | 27 - 11      | sur l'ORB.                                  |
| F8D8     | CLRA                                 | 1      | 4F           |   |
| F8D9     | CMPA § M34                           | 3      | B1 0813      | Est ce que les                              |
| F8DC     | BEQ L <sub>8</sub>                   | 2      | 27 + 08      | 5 digits sont                               |
| F8DE     | DEC § M34                            | 3      | 7A 0813      | introduits ?                                |
| F8E1     | JMP § F835                           | 3      | 7E F835      | Si non Décrémente                           |
| F8E4     | <sup>L<sub>8</sub></sup> CMPA § M26  | 3      | B1, 080E     | M <sub>34</sub> et recommencer              |
| F8E7     | BEQ L <sub>13</sub>                  | 2      | 27           | la procédure                                |
| F8E9     | DEC M26                              | 3      | 7A 080E      | Si oui passer à                             |
|          |                                      |        |              | l'adresse suivante                          |

| Adresses | Langage assembleur         | octets | code Machine | Commentaires   |
|----------|----------------------------|--------|--------------|--|
| F8EC     | INC § M37                  | 3      | 7C 080F      |  |
| F8EF     | JMP § F835                 | 3      | FE F835      |  |
| F8F2     | L <sub>p13</sub> LDAA § M6 | 3      | B6 0806      |  |
| F8F5     | ASLA                       | 1      | 48           | Décalage 4 fois<br>à gauche du<br>contenu de M6  |
| F8F6     | ASLA                       | 1      | 48           |  |
| F8F7     | ASLA                       | 1      | 48           |  |
| F8F8     | ASLA                       | 1      | 48           |  |
| F8F9     | ORAA § M5                  | 3      | BA 0805      | ou logique entre   |
| F8FC     | STAA § M19                 | 3      | B7 0810      | les contenus de  |
| F8FF     | LDAA § M4                  | 3      | B6 0804      | M5 et M6 et  |
| F902     | ASLA                       | 1      | 48           | stockage du résultat   |
| F903     | ASLA                       | 1      | 48           | dans M19   |
| F904     | ASLA                       | 1      | 48           | décalage 4 fois à<br>gauche du contenu   |
| F905     | ASLA                       | 1      | 48           |  |
| F906     | ORAA § M3                  | 3      | BA 0803      |  |
| F909     | STAA § M20                 | 3      | B7 0811      | ou logique entre   |
| F90C     | CLRA                       | 1      | 4F           | M3 et M4   |
| F90D     | CMPA § M37                 | 3      | B1 080F      | et stockage du   |
| F910     | BNE L <sub>p10</sub>       | 2      | 26           | résultat de M20  |
| F912     | LDAA § M19                 | 3      | B6 0810      | Si c'est la première<br>instruction, stocker<br>les deux premiers<br>digits de Mx <sub>1</sub> et les<br>deux derniers de My <sub>1</sub><br>Si Mlect = 0 poursuivre<br>le traitement des<br>données. Sinon se<br>brancher au Sp lecture |
| F915     | STAA § Mx <sub>1</sub>     | 3      | B7 081E      |  |
| F918     | LDAA § M20                 | 3      | B6 0811      |  |
| F91B     | STAA § My <sub>1</sub>     | 3      | B7 081F      |  |
| F91E     | CLRA                       | 1      | 4F           |  |
| F91F     | CMPA § Mlect               | 3      | B1 080D      |  |
| F922     | BEQ L <sub>pX</sub>        | 2      | 27, +5       |  |
|          |                            | 56     |              |  |

| adresses | Langage assembleur                   | octets | code machine | Commentaires   |
|----------|--------------------------------------|--------|--------------|--|
| F924     | JSR § FFEO                           | 3      | BD FFEO      |  |
| F927     | L <sub>x</sub> LDAA § M <sub>2</sub> | 3      | B6 0802      |  |
| F92A     | ASLA                                 | 1      | 48           | décalage 4 fois<br>à gauche du<br>contenu de M <sub>2</sub>  |
| F92B     | ASLA                                 | 1      | 48           |  |
| F92C     | ASLA                                 | 1      | 48           |  |
| F92D     | ASLA                                 | 1      | 48           |  |
| F92E     | ORAA § M <sub>1</sub>                | 3      | BA 0801      | ou logique entre<br>M <sub>1</sub> et M <sub>2</sub> et Stocker<br>le résultat dans<br>M <sub>21</sub>                                 |
| F931     | STAA § M <sub>21</sub>               | 3      | B7 0814      |  |
| F934     | L <sub>Dx</sub> § M <sub>19</sub>    | 3      | FE 0810      | Stocker le contenu<br>de M <sub>21</sub> dans<br>l'adresse M <sub>19</sub> M <sub>20</sub>   |
| F937     | STAA 0, X                            | 3      | B7 0, X      |  |
| F93A     | INX                                  | 1      | 08           |  |
| F93B     | STX § M <sub>50</sub>                | 3      | FF0870       |  |
| F93E     | LDAA § M <sub>49</sub>               | 3      | B6 0869      |  |
| F941     | LDAB § M <sub>50</sub>               | 3      | F6 0870      | Séparation des<br>digits et les<br>stocker<br>respectivement<br>dans M <sub>1</sub> , M <sub>2</sub> , M <sub>3</sub> , M <sub>4</sub> |
| F944     | ANDB ≠ § FO                          | 2      | C4 FO        |  |
| F946     | STAB § M <sub>1</sub>                | 3      | F7 0801      |  |
| F949     | LDAB § M <sub>50</sub>               | 3      | F6 0870      |  |
| F94C     | ANDB ≠ § OF                          | 2      | C4 OF        |  |
| F94E     | STAB § M <sub>2</sub>                | 3      | F7 0802      |  |
| F951     | ANDA ≠ § FO                          | 2      | 84 FO        |  |
| F953     | STAA § M <sub>3</sub>                | 3      | B7 0803      |  |
| F958     | LDAA § M <sub>49</sub>               | 3      | B6 0869      |  |
| F95B     | ANDA ≠ § OF                          | 2      | 84 OF        |  |
| F95D     | STAA § M <sub>4</sub>                | 3      | B7 0804      |  |
|          |                                      | 58     |              |  |

| Addresses | Langage assembleur                      | Octets | Code machine          | Commentaires  |
|-----------|---|--------|-----------------------|---|
| F950      | LDX Tab <sub>2,3</sub> + M <sub>1</sub> | 3      | FEFC00+M <sub>1</sub> | Recherche des codes<br>7 segment correspondant<br>et les stocker en<br>M <sub>11</sub> M <sub>12</sub><br>Recherche du code<br>7 segment et les<br>stocker en M <sub>9</sub> et M <sub>10</sub> |
| F963      | STX § M <sub>12</sub>                   | 3      | FF080C                |   |
| F969      | LDX Tab <sub>2,3</sub> + M <sub>2</sub> | 3      | FEFC00+M <sub>2</sub> |   |
| F96C      | STX § M <sub>11</sub>                   | 3      | FF080B                |   |
| F96F      | LDX Tab <sub>2,3</sub> + M <sub>3</sub> | 3      | FEFC00+M <sub>3</sub> |   |
| F972      | STX § M <sub>10</sub>                   | 3      | FF080A                |   |
| F975      | LDX Tab <sub>2,3</sub> + M <sub>4</sub> | 3      | FEFC00+M <sub>4</sub> |   |
| F978      | STX § M <sub>9</sub>                    | 3      | FF0809                |   |
| F97B      | LDAA #§02                               | 2      | 8602                  |   |
| F97D      | STAA §M26                               | 3      | B7080E                |   |
| F980      | CLR § M7                                | 3      | 7F0807                | Mise à zéro des<br>mémoires M <sub>7</sub> , M <sub>8</sub> ,<br>M <sub>1</sub> , M <sub>2</sub>  |
| F983      | CLR § M8                                | 3      | 7F0808                |   |
| F986      | CLR § M <sub>1</sub>                    | 3      | 7F0801                |   |
| F989      | CLR § M <sub>2</sub>                    | 3      | 7F0802                |   |
| F98C      | LDAA #§01                               | 2      | 8601                  | Mettre M37 à 1  |
| F98E      | STAA §M37                               | 3      | B7080F                |   |
| F991      | JMP §F835                               | 3      | FEF835                | Recommencer la<br>procédure   |
|           |   | 49     |                       |   |
| F9A0      | CLR §0900 (CRA)                         | 3      | 7F0900                | Accès au DORA   |
| F9A3      | CLR §0902 (CRB)                         | 3      | 7F0902                | Accès au DDRB   |
| F9A6      | LDAA #§FF                               | 2      | 86FF                  | PA <sub>0</sub> - PA <sub>7</sub> en Sortie   |
| F9A8      | STAA §0901 (DORA)                       | 3      | B70901                |   |
| F9AB      | STAA §0903 (DDRAB)                      | 3      | B70903                | PB <sub>0</sub> - PB <sub>7</sub> en Sortie   |
| F9AE      | LDAA #§3C                               | 2      | 863C                  |   |
|           |   | 16     |                       |   |
|           |   | 65     |                       |   |

| Adresses | Langage assembleur                                 | octets | codemachine | Commentaires  |
|----------|--|--------|-------------|---|
| F9 B0    | STAA \$ 0900(CRA)                                  | 3      | B7 0900     | Accès à l'ORA   |
| F9 B3    | LDAA # \$38  | 2      | 86 38       |   |
| F9 B5    | STAA \$ 0902(CRB)                                  | 3      | B7 0902     | Accès à l'ORB   |
| F9 B8    | LDAA # \$81  | 2      | 86 81       | Activer l'afficheur 1   |
| F9 BA    | STAA \$ 0901(CRA)                                  | 3      | B7 0901     | PA <sub>0</sub> =1 = PA <sub>7</sub>                                    |
| F9 BD    | <sup>L<sub>50</sub></sup> LDAA # \$9E              | 2      | 86 9E       | PA <sub>2</sub> -PA <sub>6</sub> =0                                     |
| F9 BF    | STAA \$0903(CRB)                                   | 3      | B7 0903     | PB <sub>0</sub> =0 PB <sub>7</sub> =1                                   |
| F9 C2    | BRA L <sub>50</sub>                                | 2      | 20 -07      | PB <sub>5</sub> =PB <sub>6</sub> =0 PB <sub>1</sub> -PB <sub>4</sub> =1 |
|          |  | 20     |             |   |
| FA 80    | <sup>S<sub>PNMI</sub></sup> LDAA \$MX <sub>1</sub> | 3      | B6 081E     | charger l'Acc A des   |
| FA 83    | LDAB \$MX <sub>1</sub>                             | 3      | B6 081F     | poids forts de  |
| FA 86    | BSR Ex   | 2      | 8D +1       | l'adresse d'implantation  |
| FA 88    | Ex PSHA  | 1      | 36          | du programme utilisateur  |
| FA 89    | PSHB   | 1      | 37          | et l'Acc B des poids faibles  |
| FA 8A    | INS  | 1      | 31          | Ranger l'Acc A et   |
| FA 8B    | INS  | 1      | 31          | l'Acc B successivement  |
| FA 8C    | RTS  | 1      | 39          | au Sommet de la pile.   |
|          |  | 13     |             |   |
| FF00     | <sup>S<sub>Rect</sub></sup> CLR \$ 0900 (CRA)      | 3      | 7F 0900     | Accès à l'ORA   |
| FF03     | CLR \$ 0902 (CRB)                                  | 3      | 7F 0902     | Accès à l'ORB   |
| FF06     | LOAA # \$FF  | 2      | 86 FF       | Programmer le port A  |
| FF08     | STAA \$0901(CRA)                                   | 3      | B7 0901     | et le port B en sortie  |
| FF0B     | STAA \$ 0903(DORB)                                 | 3      | B7 0903     |   |
|          |  | 14     |             |   |
|          |  | 47     |             |   |

| Adresses | Langage machine           | Octets | Code machine | Commentaires                  |
|----------|---------------------------|--------|--------------|-------------------------------|
| FF0E     | LDA # \$3C                | 2      | 86 3C        |                               |
| FF10     | STAA \$0900(CRA)          | 3      | B7 0900      | Accès à l'ORA                 |
| FF13     | LDA # \$38                | 2      | 86 38        |                               |
| FF15     | STAA \$0902(CRB)          | 3      | B7 0902      | Accès à l'ORB                 |
| FF18     | CLR \$Mtest+2             | 3      | 7F 0817      | Mise à zéro des               |
| FF1B     | CLR \$(Mtest+2)'          | 3      | 7F 0840      | Mémoires : Mtest,             |
| FF1E     | CLR \$Mtest+1             | 3      | 7F 0816      | (Mtest)'; Mtest+1; (Mtest+1)' |
| FF21     | CLR \$(Mtest+1)'          | 3      | 7F 0850      | Mtest+2; (Mtest+2)'           |
| FF24     | LD CLR \$Mtest            | 3      | 7F 0815      |                               |
| FF27     | CLR \$(Mtest)'            | 3      | 7F 0860      |                               |
| FF2A     | STX \$Msave               | 3      | FF 081C      | Sauvegarde de                 |
| FF2D     | LD STAA \$Mx              | 3      | B7 0820      | Contenu de l'index            |
| FF30     | ANDA # \$0F               | 2      | 84 0F        | Sauvegarde de                 |
| FF32     | STAA \$ML                 | 3      | B7 081B      | l'AccA dans MH                |
| FF35     | LDA \$Mx                  | 3      | B6 0820      | charger le poids              |
| FF38     | ANDA # \$F0               | 2      | 84 F0        | fort de l'AccA de MH          |
| FF3A     | STAA \$MH                 | 3      | B7 0819      | et le poids faible            |
| FF3D     | LDX # \$ML-1              | 3      | CE 081A      | dans ML.                      |
| FF40     | LDA # \$81                | 2      | 86 81        | Valider l'afficheur 1         |
| FF42     | STAA \$0901(ORA)          | 3      | B7 0901      | Recherche des                 |
| FF45     | LDA tab <sub>2,31</sub> x | 3      | B6 F00,x     | Code 7 segment                |
| FF48     | STAA \$0903(ORB)          | 3      | B7 0903      | de ML et MH et                |
| FF4B     | LDX # \$MH-1              | 3      | CE 0818      | leurs affichages.             |
| FF4E     | LDA # \$82                | 2      | 86 82        | Valider l'afficheur           |
|          |                           | 66     |              | 2                             |

| Adresses | Langage assembleur       | Octets | code machine | Commentaires   |
|----------|--------------------------|--------|--------------|--|
| FF50     | STAA $\$0901(ORA)$       | 3      | B7 0901      |  |
| FF53     | LDA $tab_{2-3}, X$       | 3      | B6 F00,x     |  |
| FF56     | STAA $\$0903(ORB)$       | 3      | B7 0903      |  |
| FF59     | $L_{40}$ LDA $\neq \$FF$ | 2      | 86 FF        | Temporisation<br>de 15 $\Delta$ pour<br>permettre à<br>l'utilisateur<br>de lire aisément |
| FF5B     | $L_{30}$ DEC A           | 1      | 4A           |  |
| FF5C     | CMPA $\neq \$00$         | 2      | 81 00        |  |
| FF5E     | BNE $L_{30}$             | 2      | 26 -04       |  |
| FF60     | LDX $\neq \$393A$        | 3      | CE 393A      |  |
| FF63     | DEX                      | 1      | 09           |  |
| FF64     | CPX $\neq \$0000$        | 3      | 8C 0000      |  |
| FF67     | BNE $L_{40}$             | 2      | 26 10        |  |
| FF69     | TST $\$M_{test+2}$       | 3      | 7D 0817      | Est ce que $M_{test+2} = 0$  |
| FF6C     | BEQ $L_{py}$             | 2      | 27, +5       | Si non se brancher   |
| FF6E     | JMP $\$FF9F$             | 3      | 7E F83A      | en $L_{py}$  |
| FF71     | $L_{py}$ TBA             | 1      | 17           | Si oui recommencer   |
| FF72     | INC $\$M_{test}$         | 3      | 7C 0815      | la procedure precedente  |
| FF75     | INC $\$(M_{test})'$      | 3      | 7C 0860      | en transférant   |
| FF78     | DEC $\$(M_{test})'$      | 3      | 7A 0860      | d'abord B dans A   |
| FF7B     | TST $(M_{test})'$        | 3      | 7D 0860      |  |
| FF7E     | BEQ LD1                  | 2      | 27 -4F       |  |
| FF80     | INC $\$M_{test+1}$       | 3      | 7C 0816      |  |
| FF83     | INC $\$(M_{test+1})'$    | 3      | 7C 0850      |  |
| FF86     | LDA $\$M_{sauv}$         | 3      | BA 081C      | lecture de l'index   |
| FF89     | LDAB $\$M_{sauv+1}$      | 3      | BA 081D      | charger les poich de L'Acc<br>dans $M_{sauv}$ .  |
|          |                          | 60     |              |  |



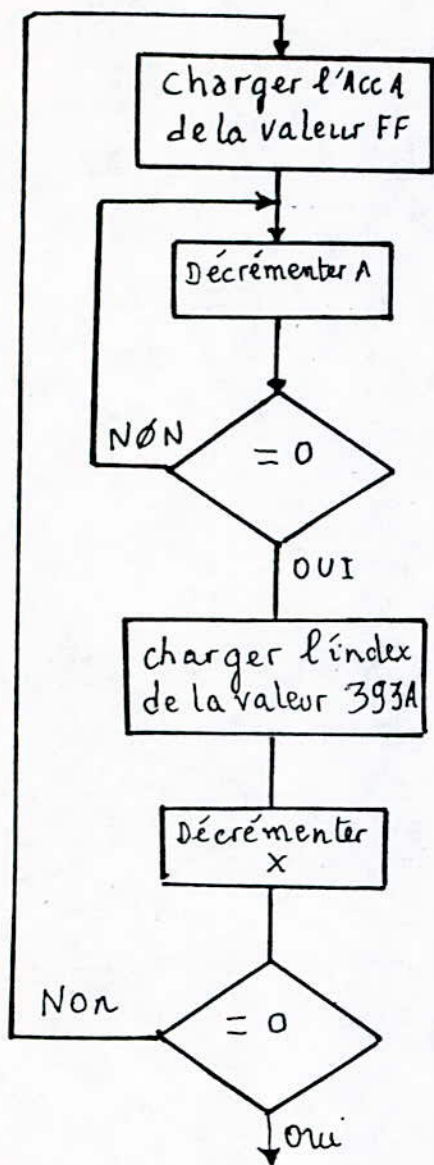
| Adresses                             | Langage assembleur     | Objets | code machine | Commentaires   |
|--------------------------------------|------------------------|--------|--------------|--|
| FF8C                                 | DEC $\$ (M_{test+1})'$ | 3      | 7A 0850      | charger les poids<br>faibles de l'index<br>de $M_{sauv+1}$<br>Mise à zero de $M_{26}$<br>Mettre: $M_{lect}$ à 4 ;<br>$M_{34}$ à 4 et<br>se brancher à<br>l'adresse F8F2  |
| FF8F                                 | TST $\$ (M_{test+1})'$ | 3      | 7D 0850      |  |
| FF92                                 | BNE LD <sub>0</sub>    | 3      | 26 -69       |  |
| FF95                                 | LDAA $\# \$04$         | 2      | 86 04        |  |
| FF97                                 | CLR $\$ M_{26}$        | 2      | 7F 080E      |  |
| FF99                                 | STAA $\$ M_{lect}$     | 3      | B7 080D      |  |
| FF9C                                 | STAA $\$ M_{34}$       | 3      | B7 0813      |  |
| FF9F                                 | JMP $\$ F8F2$          | 3      | FE F8F2      |  |
|                                      |                        | 22     |              |  |
| FFE0 <sup>Sp</sup> lect <sub>m</sub> | LDX $\$ M_{19}$        | 3      | CE 0810      | Charger l'index<br>de $M_{19} - M_{20}$<br>charger l'AccA du<br>Contenu de l'index<br>Incrementer $M_{test+2}$<br>pour dire qu'on<br>passe à la lecture<br>des mémoires. |
| FFE3                                 | LDAA 0,X               | 3      | B6 0810x     |  |
| FFE6                                 | INC $\$ M_{test+2}$    | 3      | 7c 0817      |  |
| FFE9                                 | BRA LD <sub>0</sub>    | 2      | 20 -c7       |  |
|                                      |                        | 11     |              |  |

| Mémoires          | Adresses Mémoires | Contenues des Mémoires   |
|-------------------|-------------------|--|
| M <sub>0</sub>    | 800               | 0  |
| M <sub>1</sub>    | 801               | 6 <sup>e</sup> digit   |
| M <sub>2</sub>    | 802               | 5 <sup>e</sup> digit   |
| M <sub>3</sub>    | 803               | 4 <sup>e</sup> digit   |
| M <sub>4</sub>    | 804               | 3 <sup>e</sup> digit   |
| M <sub>5</sub>    | 805               | 2 <sup>e</sup> digit   |
| M <sub>6</sub>    | 806               | 1 <sup>e</sup> digit   |
| M <sub>7</sub>    | 807               | Code 7 segment du 6 <sup>e</sup> digit   |
| M <sub>8</sub>    | 808               | Code 7 segment du 5 <sup>e</sup> digit   |
| M <sub>9</sub>    | 809               | Code 7 segment du 4 <sup>e</sup> digit   |
| M <sub>10</sub>   | 80A               | Code 7 segment du 3 <sup>e</sup> digit   |
| M <sub>11</sub>   | 80B               | Code 7 segment du 2 <sup>e</sup> digit   |
| M <sub>12</sub>   | 80C               | Code 7 segment du 1 <sup>e</sup> digit   |
| M <sub>lect</sub> | 80D               | 0 si on est en introduction de données<br>4 si on est en programme de lecture de résultats |

| Mémoires           | Adresses Mémoires | Contenues des Mémoires   |
|--------------------|-------------------|--|
| M <sub>26</sub>    | 80E               | nombre de touches à enfoncer pour le code                            |
| M <sub>37</sub>    | 80F               | numéro de commande   |
| M <sub>19</sub>    | 810               | octet de poids fort de l'adresse du début de programme utilisateur.  |
| M <sub>20</sub>    | 811               | octet de poids faible de l'adresse du début de programme utilisateur |
| M <sub>34</sub>    | 813               | Nombre de touches à enfoncer   |
| M <sub>21</sub>    | 814               | octet qui représente le code opération                               |
| M <sub>test</sub>  | 815               | 0 si lecture de l'acc A  |
| M <sub>test1</sub> | 816               | 0 est ce la lecture de l'AccA est terminée                           |
| M <sub>test2</sub> | 817               | 0 Est ce la lecture des accumulateurs A et B est terminée            |
| M <sub>H-1</sub>   | 818               | Poids fort du résultat à afficher                                    |
| M <sub>H</sub>     | 819               | Poids faible du résultat à afficher                                  |
| M <sub>L-1</sub>   | 81A               | Poids fort du résultat à afficher                                    |
| M <sub>L</sub>     | 81B               | Poids faible du résultat à afficher.                                 |

| Mémoires          | Adresses Mémoires | Contenu des mémoires  |
|-------------------|-------------------|---|
| $M_{sauv}$        | 81C               | Les poids forts de l'index  |
| $M_{sauv+1}$      | 81D               | Les poids faibles de l'index  |
| $M_{x1}$          | 81E               | Poids forts de l'adresse du début de programme utilisateur                                      |
| $M_{x1}$          | 81F               | Poids faibles de l'adresse du début de programme utilisateur.                                   |
| $M_x$             | 820               | Contenu de l'AccA lors de sa lecture  |
| $M_{40}$          | 838               | 0   |
| $M_{(test+2)'}^1$ | 840               | mémoire qui suit $M_{test+2}$ et est utilisée comme mémoire sur laquelle s'effectue le travail. |
| $M_{(test+1)'}^1$ | 850               | mémoire qui suit $M_{test+1}$   |
| $M_{(test)'}^1$   | 860               | mémoire qui suit $M_{test}$   |
| $M_{50}$          | 870               | $M_{19} - M_{20}$   |
| $M_{80}$          | 880               | 0 nécessaire lors de la mise à zéro de mémoires $M_{26}$ , $M_{1-6}$ et $M_{7-12}$              |
| $M_{60}$          | 890               | 0   |

# Organigramme : Temporisation de 15s



$$T = (9 + 4X) Y$$

avec  $T = 15s$

on fixe  $X = FF$  c'est à dire 256, on trouve  $Y = 393A$ .

MCM 2716      TMM 2016      Mc 6810

SN7430

SN 7404

SN7404

SN7430

SN7430

SN7400

8T26

MC 6800

MC 6871A

8T26

8T95

8T95

8T95

SN7408

SN7408

SN7430

MC 6821

MC 6881

MC 6881

MC 14508

MC 14508

MC 14508

MC 6881

MC 6881

MC 14508

MC 14508

MC 14508

MC 14508

Carte MPU - Mémoires - ENTRÉES SORTIES  
DISPOSITION DES CIRCUITS INTÉGRÉS

# Annexe 7

## Lois de distribution utilisées en Fiabilité

Les calculs de fiabilité utilisent différentes distributions de Probabilité et de Statistiques. Ces distributions dépendent des paramètres estimés par des essais et des variables. Les variables peuvent être discrètes ou continues. Le temps est la variable continue pour la fiabilité.

### Distributions à variables discrètes

Une variable  $x$  est dite discrète si elle ne peut prendre qu'un nombre fini de valeurs. A chaque variable discrète, on associe une fonction de distribution telle que  $f(x_i) \geq 0$  et  $\sum f(x_i) = 1$ . On définit la fonction cumulée  $F(x_i)$  aussi dite fonction de répartition telle que  $F(x_i) = \sum_i f(x_i)$ . D'autres grandeurs caractéristiques viennent s'ajouter:

- L'espérance mathématique :  $E(x) = \sum x_i f(x_i)$
- La variance :  $V(x) = \sum (x_i - m)^2 f(x_i)$
- écart type :  $\sigma = \sqrt{V(x)}$

### Distribution de Binomiale: $B(x, n, p)$

La variable aléatoire est  $x_i$  et est distribuée selon la loi Binomiale si  $f(x) = C_n^x p^x q^{n-x}$  où  $n$  est un entier et  $x$  prend des valeurs de 0 à  $n$ ;  $p$  et  $q$  sont des paramètres tel que  $0 \leq p \leq 1, 0 \leq q \leq 1$

La fonction cumulée est  $f(x) = \sum_{x_i=0}^{x_i=x} C_n^{x_i} p^{x_i} q^{n-x_i}$

On en conclut que :  $E(x) = np$  et  $V(x) = npq$ .

La distribution binomiale permet de calculer la fiabilité d'un ensemble composé d'éléments identiques à un instant donné si l'on connaît à cet instant la fiabilité d'un élément.

Pour un ensemble constitué de  $n$  éléments identiques, la probabilité de fonctionnement du système est la probabilité pour laquelle on a  $0, 1, \dots, x$  éléments en panne représenté par  $F(x) = \sum_{x_i=0}^{x_i=x} C_n^{x_i} p^{x_i} q^{n-x_i}$  en supposant que le système est composé de  $n$  éléments en série et qui fonctionne si et seulement si  $n-x$  éléments sont bons.

## Distribution Multinomiale

C'est une distribution de la forme :

$$f(x_1, \dots, x_{k-1}) = \frac{n!}{\prod_{i=1}^k x_i!} \prod_{i=1}^k p_i^{x_i}$$

$$\sum_{i=1}^k x_i = n \quad 0 \leq p_i \leq 1 \quad \sum p_i = 1$$

Cette loi s'applique à des systèmes dont les éléments sont identiques et admettent plusieurs états complémentaires possibles.

## Distribution de Poisson

C'est une distribution de la forme :  $f(x) = \frac{m^x}{x!} e^{-m}$

$$\text{et } f(x) = \sum_{k=0}^x \frac{m^k}{k!} e^{-m}$$



Cette loi est utilisée sur systèmes réparables admettant deux états : Bon et Mauvais.

Si  $t$  est un temps de fonctionnement, que l'on décompose en  $n$  parties égales. Si le système est en panne dans l'intervalle de temps  $\frac{kt}{n}$ , il sera réparé au début de l'intervalle  $\frac{(k+1)t}{n}$ .

Si  $x$  est le nombre de pannes pendant  $t$ ,  $p$  est la probabilité pour que le système soit en panne durant  $\frac{t}{n}$ .

La probabilité pour que le système soit une panne durant  $t$  est  $n^x p$ .

Si le système admet une fiabilité du type exponentielle  $m = \lambda t = \lim_{n \rightarrow \infty} n p$

$P(x, \lambda t) = \frac{(\lambda t)^x e^{-\lambda t}}{x!}$  est la probabilité pour

que le système réparable ayant  $\lambda$  comme taux de panne, admette  $x$  pannes durant  $t$ .

## Distributions à variables continues

Les principales distributions continues utilisées en fiabilité sont les distributions:

- exponentielle
- Normales
- Log normales
- De Weibull
- Gamma
- de Student
- du  $\chi^2$ .

### Distribution de la loi Normale.

Elle est utilisée en probabilité et en statistique la densité de probabilité est  $f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{t-t_0}{\sigma}\right)^2}$  où  $t_0$  est la moyenne et  $\sigma$  l'écart  $\sqrt{V(t)}$  type. La courbe est symétrique autour de la droite d'abscisse  $t = t_0$ .

$$E(t) = t_0 \quad : \text{moyenne}$$

$$V(t) = \sigma^2 \quad : \text{Variance}$$

La fonction de répartition est  $F(t) = \int_{-\infty}^t \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{t-t_0}{\sigma}\right)^2} dt$

La densité de probabilité normale est  $f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}$  permet de décrire la période de fin de vie d'un dispositif.

## Distribution de la loi Normale.

La fonction de Distribution est donnée par

$$f(t) \begin{cases} = \frac{1}{t\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\log t - \mu}{\sigma}\right)^2} & \text{pour } t > 0 \\ = 0 & t < 0 \end{cases}$$

La fonction de répartition est :  $F(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_0^t e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\log t - \mu}{\sigma}\right)^2} \frac{dt}{t}$

La courbe log normale convieut mieux que la courbe Normale pour présenter la fiabilité du système car au temp  $t=0$   $f(t)=0$  ce qui signifie qu'un équipement neuf ne sera pas en panne.

## Distribution de Weibull.

Elle est représentée par :

$$- F(t) = \begin{cases} 1 - e^{-\left(\frac{t-\delta}{\alpha}\right)^\beta} \\ 0 \end{cases} \quad t \leq \tau$$

$$- f(t) = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t-\delta}{\alpha}\right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{t-\delta}{\alpha}\right)^\beta}$$

$$- E(t) = n P \left(1 + \frac{1}{\beta}\right)$$

$$- \lambda(t) = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t-\delta}{\alpha}\right)^{\beta-1}$$

Il est important de mentionner que certains composants ne suivent pas la loi exponentielle mais une loi de Weibull c'est le cas des relais, des capacités au Tantale, transistor au Si.

## Distribution Gamma.

Elle est représentée par  $f(t) = \frac{\lambda}{\Gamma(r)} (\lambda t)^{r-1} e^{-\lambda t} \quad t \geq 0 \quad \lambda > 0$   
 $= 0 \quad t < 0 \quad r \in \mathbb{N}$

Si  $r < 1$ ,  $\lambda$  décroît et tend vers une valeur constante différente de 0. C'est le cas de la période où les défaillances de jeunesse sont associées aux défaillances aléatoires.

Si  $r = 1$  c'est la distribution exponentielle.

Si  $r > 1$   $\lambda$  croît et tend vers une valeur constante non nulle. Cas de l'usure avec remplacement uniquement après défaillance.

La fonction de répartition de la loi Gamma donne la probabilité pour qu'au bout de la  $r$ -ième défaillance, le temps n'ait été inférieur ou égal à  $t$ .

## Distribution de la loi de Student.

Le temps  $t$  admet comme densité de probabilité  $f(t, r) dt = \frac{1}{\sqrt{r\pi}} \frac{\Gamma(\frac{r+1}{2})}{\Gamma(\frac{r}{2})} \frac{1}{(1 + \frac{t^2}{r})^{\frac{r+1}{2}}} dt$

$r$  est le degré de liberté.  $\Gamma$  est la fonction Gamma étudiée précédemment.

La distribution en  $t$  permet d'effectuer des tests d'hypothèses statistiques.

## Distribution de la loi $\chi^2$ .

C'est une loi utilisée pour les tests statistiques et est donnée par  $f(x^2) = \frac{1}{2^{\frac{r}{2}} \Gamma(\frac{r}{2})} (x^2)^{\frac{r}{2}-1} e^{-\frac{x^2}{2}}$

Annexe 8 Programme et Calcul de  $P(t)$  et  $Q(t)$

|     |    |     | $\lambda = 335.10^{-5} h^{-1}$ |             |             |
|-----|----|-----|--------------------------------|-------------|-------------|
| 000 | 76 | LBL | 500.                           | 10500.      | 20500.      |
| 001 | 22 | INV | .9833895013                    | 0.703455964 | .5032088431 |
| 002 | 05 | 5   | .0166104987                    | 0.296544036 | .4967911569 |
| 003 | 00 | 0   | 1000.                          | 11000.      | 21000.      |
| 004 | 00 | 0   | .9670549112                    | .6917712096 | .4948502933 |
| 005 | 44 | SUM | .0329450888                    | .3082287904 | .5051497067 |
| 006 | 10 | 10  | 1500.                          | 11500.      | 21500.      |
| 007 | 01 | 1   | .9509916469                    | .6802805448 | .4866305831 |
| 008 | 75 | -   | .0490083531                    | .3197194552 | .5133694169 |
| 009 | 53 | (   | 2000.                          | 12000.      | 22000.      |
| 010 | 43 | RCL | .9351952013                    | .6689807457 | .4785474064 |
| 011 | 23 | 23  | .0648047987                    | .3310192543 | .5214525936 |
| 012 | 65 | x   | 2500.                          | 12500.      | 22500.      |
| 013 | 43 | RCL | .9196611426                    | .6578686419 | .4705984953 |
| 014 | 10 | 10  | .0803388574                    | .3421313581 | .5294015047 |
| 015 | 54 | )   | 3000.                          | 13000.      | 23000.      |
| 016 | 22 | INV | .9043851124                    | .6469411156 | .4627816196 |
| 017 | 23 | LNx | .0956148876                    | .3530588844 | .5372183804 |
| 018 | 42 | STO | 3500.                          | 13500.      | 23500.      |
| 019 | 24 | 24  | .8893628247                    | .6361951011 | .4550945861 |
| 020 | 95 | =   | .1106371753                    | .3638048989 | .5449054139 |
| 021 | 42 | STO | 4000.                          | 14000.      | 24000.      |
| 022 | 27 | 27  | .8745900646                    | .6256275832 | .4475352381 |
| 023 | 43 | RCL | .1254099354                    | .3743724168 | .5524647619 |
| 024 | 10 | 10  | 4500.                          | 14500.      | 24500.      |
| 025 | 99 | PRT | .8600626875                    | 0.615235597 | .4401014546 |
| 026 | 43 | RCL | .1399373125                    | 0.384764403 | .5598985454 |
| 027 | 24 | 24  | 5000.                          | 15000.      | 25000.      |
| 028 | 99 | PRT | .8457766173                    | .6050162269 | 0.43279115  |
| 029 | 43 | RCL | .1542233827                    | .3949837731 | 0.56720885  |
| 030 | 27 | 27  | 5500.                          | 15500.      | 25500.      |
| 031 | 99 | PRT | .8317278459                    | .5949666056 | .4256022731 |
| 032 | 93 | .   | .1682721541                    | .4050333944 | .5743977269 |
| 033 | 00 | 0   | 6000.                          | 16000.      | 26000.      |
| 034 | 01 | 1   | .8179124316                    | .5850839136 | .4185328071 |
| 035 | 32 | X/T | .1820875684                    | .4149160864 | .5814671929 |
| 036 | 43 | RCL | 6500.                          | 16500.      | 26500.      |
| 037 | 10 | 10  | .8043264982                    | 0.575365378 | .4115807684 |
| 038 | 22 | INV | .1956735018                    | 0.424634622 | .5884192316 |
| 039 | 77 | GE  | 7000.                          | 17000.      | 27000.      |
| 040 | 23 | LNx | .7909662339                    | .5658082721 | .4047442066 |
| 041 | 61 | GTO | .2090337661                    | .4341917279 | .5952557934 |
| 042 | 22 | INV | 7500.                          | 17500.      | 27500.      |
| 043 | 76 | LBL | .7778278903                    | .5564099145 | .3980212035 |
| 044 | 23 | LNx | .2221721097                    | .4435900855 | .6019787965 |
| 045 | 91 | R/S | 8000.                          | 18000.      | 28000.      |
| 046 | 00 | 0   | .7649077811                    | .5471676684 | .3914098728 |
| 047 | 00 | 0   | .2350922189                    | .4528323316 | .6085901272 |
| 048 | 00 | 0   | 8500.                          | 18500.      | 28500.      |
|     |    |     | .7522022814                    | .5380789405 | .3849083596 |
|     |    |     | .2477977186                    | .4619210595 | .6150916404 |
|     |    |     | 9000.                          | 19000.      | 29000.      |
|     |    |     | .7397078264                    | 0.529141181 | .3785148398 |
|     |    |     | .2602921736                    | 0.470858819 | .6214851602 |
|     |    |     | 9500.                          | 19500.      | 29500.      |
|     |    |     | .7274209105                    | .5203518821 | .3722275195 |
|     |    |     | .2725790895                    | .4796481179 | .6277724805 |
|     |    |     | 10000.                         | 20000.      | 30000.      |
|     |    |     | .7153380864                    | .5117085778 | .3660446348 |
|     |    |     | .2846619136                    | .4882914222 | .6339553652 |

|             |             |             |             |             |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 30500.      | 40500.      | 50500.      | 60500.      | 70500.      |
| .3599644509 | .2574962814 | .1841968972 | 0.131763056 | .0942551323 |
| .6400355491 | .7425037186 | .8158031028 | 0.868236944 | .9057448677 |
| 31000.      | 41000.      | 51000.      | 61000.      | 71000.      |
| .3539852618 | .2532191398 | .1811372949 | .1295744059 | .0926895075 |
| .6460147382 | .7467808602 | .8188627051 | .8704255941 | .9073104925 |
| 31500.      | 41500.      | 51500.      | 61500.      | 71500.      |
| .3481053901 | .2490130436 | .1781285141 | .1274221104 | .0911498886 |
| .6518946099 | .7509869564 | .8218214859 | .8725778896 | .9088501114 |
| 32000.      | 42000.      | 52000.      | 62000.      | 72000.      |
| .3423231859 | .2448768127 | .1751697106 | .1253055656 | .0896358435 |
| .6576768141 | .7551231873 | .8248302894 | .8746944344 | .9103641565 |
| 32500.      | 42500.      | 52500.      | 62500.      | 72500.      |
| .3366370271 | .2408092868 | .1722600544 | .1232241776 | .0881469474 |
| .6633629729 | .7591907132 | .8277399456 | .8767758224 | .9118530526 |
| 33000.      | 43000.      | 53000.      | 63000.      | 73000.      |
| .3310453182 | .2368093244 | 0.169398729 | .1211773626 | .0866327827 |
| .6689546818 | .7631906756 | 0.830601271 | .8788226374 | .9133172173 |
| 33500.      | 43500.      | 53500.      | 63500.      | 73500.      |
| .3255464904 | .2328758034 | .1665849316 | .1191645462 | .0852429384 |
| .6744535096 | .7671241966 | .8334150684 | .8808354538 | .9147570616 |
| 34000.      | 44000.      | 54000.      | 64000.      | 74000.      |
| .3201390008 | .2290076202 | .1638178728 | .1171851636 | .0838270107 |
| .6798609992 | .7709923798 | .8361821272 | .8828148364 | .9161729893 |
| 34500.      | 44500.      | 54500.      | 64500.      | 74500.      |
| .3148213323 | .2252036894 | .1610967762 | .1152386596 | .0824346022 |
| .6851786677 | .7747963106 | .8389032238 | .8847613404 | .9175653979 |
| 35000.      | 45000.      | 55000.      | 65000.      | 75000.      |
| 0.309591993 | .2214629438 | .1584208784 | 0.113324488 | .0810653224 |
| 0.690408007 | .7785370562 | .8415791216 | 0.886675512 | .9189346776 |
| 35500.      | 45500.      | 55500.      | 65500.      | 75500.      |
| .3044495156 | .2177843339 | .1557894286 | .1114421118 | 0.079718787 |
| .6955504844 | .7822156661 | .8442105714 | .8885578882 | 0.920281213 |
| 36000.      | 46000.      | 56000.      | 66000.      | 76000.      |
| .2993924573 | .2141668275 | .1532016885 | .1095910027 | .0783946182 |
| .7006075427 | .7858331725 | .8467983115 | .8904089973 | .9216053818 |
| 36500.      | 46500.      | 56500.      | 66500.      | 76500.      |
| .2944193993 | .2106094097 | .1506569321 | .1077706415 | .0770924444 |
| .7055806007 | .7893905903 | .8493430679 | .8922293585 | .9229075556 |
| 37000.      | 47000.      | 57000.      | 67000.      | 77000.      |
| .2895289462 | .2071110823 | .1481544453 | .1059805174 | .0758119005 |
| .7104710538 | .7928889177 | .8518455547 | .8940194826 | .9241880995 |
| 37500.      | 47500.      | 57500.      | 67500.      | 77500.      |
| 0.284719726 | 0.203670864 | .1456935261 | .1042201281 | 0.074552627 |
| 0.715280274 | 0.796329136 | .8543064739 | .8957798719 | 0.925447373 |
| 38000.      | 48000.      | 58000.      | 68000.      | 78000.      |
| .2799903894 | .2002877893 | .1432734839 | .1024889798 | .0733142707 |
| .7200096106 | .7997122107 | .8567265161 | .8975110202 | .9266857293 |
| 38500.      | 48500.      | 58500.      | 68500.      | 78500.      |
| .2753396094 | .1969609093 | .1408936399 | .1007865868 | .0720964841 |
| .7246603906 | .8030390907 | .8591063601 | .8992134132 | .9279035159 |
| 39000.      | 49000.      | 59000.      | 69000.      | 79000.      |
| .2707660812 | .1936892903 | .1385533263 | .0991124713 | .0708989256 |
| .7292339188 | .8063107097 | .8614466737 | .9008875287 | .9291010745 |
| 39500.      | 49500.      | 59500.      | 69500.      | 79500.      |
| .2662685215 | .1904720146 | .1362518865 | .0974661637 | 0.069721259 |
| .7337314785 | .8095279854 | .8637481135 | .9025338363 | 0.930278741 |
| 40000.      | 50000.      | 60000.      | 70000.      | 80000.      |
| .2618456686 | .1873081795 | .1339886747 | .0958472021 | .0685631542 |
| .7381543314 | .8126918205 | .8660113253 | .9041527979 | .9314368453 |

|             |             |             |             |
|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 80500.      | 90500.      |             | 10500.      |
| 0.067424286 | .0482311597 | 500.        | .5473318433 |
| 0.932575714 | .9517688403 | .9717079331 | .4526681567 |
| 81000.      | 91000.      | .0282920669 | 11000.      |
| 0.066304335 | .0474300161 | 1000.       | .5318466942 |
| 0.933695665 | .9525699839 | .9442163073 | .4681533058 |
| 81500.      | 91500.      | .0557836927 | 11500.      |
| .0652029869 | .0466421799 | 1500.       | .5167996519 |
| .9347970131 | .9533578201 | .9175024764 | .4832003481 |
| 82000.      | 92000.      | .0824975236 | 12000.      |
| .0641199328 | 0.04586743  | 2000.       | .5021783216 |
| .9358800672 | 0.95413257  | 0.891544435 | .4978216784 |
| 82500.      | 92500.      | 0.108455565 | 12500.      |
| .0630548687 | .0451055491 | 2500.       | 0.487970659 |
| .9369451313 | .9548944509 | .8663208002 | 0.512029341 |
| 83000.      | 93000.      | .1336791998 | 13000.      |
| .0620074959 | .0443563234 | 3000.       | .4741649605 |
| .9379925041 | .9556436766 | .8418107942 | .5258350395 |
| 83500.      | 93500.      | .1581892058 | 13500.      |
| .0609775204 | .0436195428 | 3500.       | .4607498537 |
| .9390224796 | .9563804572 | .8179942269 | .5392501463 |
| 84000.      | 94000.      | .1820057731 | 14000.      |
| .0599646534 | .0428950004 | 4000.       | 0.447714288 |
| .9400353466 | .9571049996 | .7948514795 | 0.552285712 |
| 84500.      | 94500.      | .2051485205 | 14500.      |
| .0589686106 | .0421824931 | 4500.       | .4350475254 |
| .9410313894 | .9578175069 | .7723634883 | .5649524746 |
| 85000.      | 95000.      | .2276365117 | 15000.      |
| .0579891126 | .0414818208 | 5000.       | .4227391317 |
| .9420108874 | .9585181792 | .7505117288 | .5772608683 |
| 85500.      | 95500.      | .2494882712 | 15500.      |
| .0570258845 | .0407927871 | 5500.       | 0.410778968 |
| .9429741155 | .9592072129 | .7292782008 | 0.589221032 |
| 86000.      | 96000.      | .2707217992 | 16000.      |
| .0560786561 | .0401151986 | 6000.       | .3991571819 |
| .9439213439 | .9598848014 | .7086454132 | .6008428181 |
| 86500.      | 96500.      | .2913545868 | 16500.      |
| .0551471617 | .0394488651 | 6500.       | .3878642002 |
| .9448528383 | .9605511349 | .6885963698 | .6121357998 |
| 87000.      | 97000.      | .3114036302 | 17000.      |
| .0542311398 | .0387935998 | 7000.       | .3768907203 |
| .9457688602 | .9612064002 | .6691145552 | .6231092797 |
| 87500.      | 97500.      | .3308854448 | 17500.      |
| .0533303335 | .0381492187 | 7500.       | .3662277029 |
| .9466696665 | .9618507813 | .6501839215 | .6337722971 |
| 88000.      | 98000.      | .3498160785 | 18000.      |
| .0524444901 | .0375155412 | 8000.       | .3558663642 |
| .9475555099 | .9624844588 | .6317888745 | .6441336358 |
| 88500.      | 98500.      | .3682111255 | 18500.      |
| 0.051573361 | .0368923893 | 8500.       | .3457981692 |
| 0.948426639 | .9631076107 | .6139142614 | .6542018308 |
| 89000.      | 99000.      | .3860857386 | 19000.      |
| .0507167017 | .0362795884 | 9000.       | .3360148243 |
| .9492832983 | .9637204116 | .5965453581 | .6639851757 |
| 89500.      | 99500.      | .4034546419 | 19500.      |
| 0.049874272 | .0356769663 | 9500.       | .3265082704 |
| 0.950125728 | .9643230337 | .5796678569 | .6734917296 |
| 90000.      | 100000.     | .4203321431 | 20000.      |
| .0490458355 | .0350843541 | 10000.      | .3172706766 |
| .9509541645 | .9649156459 | .5632678551 | .6827293234 |
|             |             | .4367321449 |             |

| 20500.      | 30500.      | 40500.      | 50500.      |
|-------------|-------------|-------------|-------------|
| .3082944334 | .1736523443 | .0978127885 | .0550947968 |
| .6917055666 | .8263476557 | .9021872165 | .9449052032 |
| 21000.      | 31000.      | 41000.      | 51000.      |
| .2995721467 | .1687393605 | .0950454577 | .0535360511 |
| .7004278533 | .8312606395 | .9049545423 | .9464639489 |
| 21500.      | 31500.      | 41500.      | 51500.      |
| .2910966315 | .1639653752 | .0923564252 | .0520214055 |
| .7089033685 | .8360346248 | .9076435748 | .9479785945 |
| 22000.      | 32000.      | 42000.      | 52000.      |
| .2828609061 | .1593264559 | .0897434711 | .0505496125 |
| .7171390939 | .8406735441 | .9102565289 | .9494503875 |
| 22500.      | 32500.      | 42500.      | 52500.      |
| .2748581864 | .1548187811 | .0872044428 | .0491194594 |
| .7251418136 | .8451812189 | .9127955572 | .9508805406 |
| 23000.      | 33000.      | 43000.      | 53000.      |
| .2670818802 | .1504386378 | .0847372489 | .0477297684 |
| .7329181198 | .8495613622 | .9152627511 | .9522702316 |
| 23500.      | 33500.      | 43500.      | 53500.      |
| .2595255818 | .1461824178 | .0823398569 | .0463793946 |
| .7404744182 | .8538175822 | .9176601431 | .9536206054 |
| 24000.      | 34000.      | 44000.      | 54000.      |
| .2521830667 | .1420466151 | .0800102922 | .0450672257 |
| .7478169333 | .8579533849 | .9199897078 | .9549327743 |
| 24500.      | 34500.      | 44500.      | 54500.      |
| .2450482865 | .1380278228 | .0777466357 | .0437921807 |
| .7549517135 | .8619721772 | .9222533643 | .9562078193 |
| 25000.      | 35000.      | 45000.      | 55000.      |
| 0.238115364 | .1341227304 | .0755470227 | .0425532094 |
| 0.761884636 | .8658772696 | .9244529773 | .9574467906 |
| 25500.      | 35500.      | 45500.      | 55500.      |
| .2313785882 | .1303281211 | .0734096412 | .0413492912 |
| .7686214118 | .8696718789 | .9265903588 | .9586507088 |
| 26000.      | 36000.      | 46000.      | 56000.      |
| .2248324097 | .1266408692 | .0713327308 | .0401794343 |
| .7751675903 | .8733591308 | .9286672692 | .9598205657 |
| 26500.      | 36500.      | 46500.      | 56500.      |
| .2184714361 | .1230579372 | .0693145804 | 0.039042675 |
| .7815285639 | .8769420628 | .9306854196 | 0.960957325 |
| 27000.      | 37000.      | 47000.      | 57000.      |
| .2122904277 | .1195763739 | .0673535276 | 0.037938077 |
| .7877095723 | .8804236261 | .9326464724 | 0.962061923 |
| 27500.      | 37500.      | 47500.      | 57500.      |
| .2062842927 | .1161933111 | .0654479571 | .0368647304 |
| .7937157073 | .8838066889 | .9345520429 | .9631352696 |
| 28000.      | 38000.      | 48000.      | 58000.      |
| .2004480837 | .1129059622 | .0635962991 | 0.035821751 |
| .7995519163 | .8870940378 | .9364037009 | 0.964178249 |
| 28500.      | 38500.      | 48500.      | 58500.      |
| .1947769931 | .1097116191 | .0617970284 | .0348082796 |
| .8052230069 | .8902883809 | .9382029716 | .9651917204 |
| 29000.      | 39000.      | 49000.      | 59000.      |
| .1892663494 | .1066076507 | .0600486627 | .0338234815 |
| .8107336506 | .8933923493 | .9399513373 | .9661765185 |
| 29500.      | 39500.      | 49500.      | 59500.      |
| .1839116132 | .1035914999 | .0583497619 | .0328665453 |
| .8160883868 | .8964085001 | .9416502381 | .9671334547 |
| 30000.      | 40000.      | 50000.      | 60000.      |
| .1787083735 | .1006606822 | .0566989266 | .0319366828 |
| .8212916265 | .8993393178 | .9433010734 | .9680633172 |



# Programme et Calcul de Pi

$$\lambda = 5,74 \cdot 10^{-5} \text{ h}^{-1}$$

```

000 43 RCL
001 09 09
002 99 PRT
003 76 LBL
004 22 INV
005 01 1
006 44 SUM
007 10 10
008 43 RCL
009 10 10
010 42 STD
011 00 00
012 29 CP
013 67 EQ
014 11 A
015 76 LBL
016 12 B
017 43 RCL
018 00 00
019 65 X
020 97 DSZ
021 00 00
022 12 B
023 76 LBL
024 11 A
025 01 1
026 95 =
027 42 STD
028 05 05
029 53 (
030 43 RCL
031 09 09
032 45 YX
033 43 RCL
034 10 10
035 55 +
036 43 RCL
037 05 05
038 54 )
039 65 X
040 53 (
041 53 (
042 43 RCL
043 09 09
044 94 +/-
045 54 )
046 22 INV
047 23 LNX
048 54 )
049 95 =
050 42 STD
051 11 11
052 43 RCL
053 10 10
054 99 PRT
055 43 RCL
056 11 11
057 99 PRT
058 01 1
059 05 5
    
```

```

060 32 X!T
061 43 RCL
062 10 10
063 77 GE
064 23 LNX
065 61 GTD
066 22 INV
067 76 LBL
068 23 LNX
069 91 R/S
    
```

0.00574  $t = 100 \text{ h}$

```

1.
.0057071468
2.
.0000163795
3.
.0000000313
4.
4.4972132-11
    
```

0.0287  $t = 500 \text{ h}$

```

1.
.0278880177
2.
.0004001931
3.
.0000038285
4.
.0000000275
5.
.0000000002
6.
7.5421407-13
    
```

0.287  $t = 5000 \text{ h}$

```

1.
.2153968662
2.
.0309094503
3.
.0029570041
4.
0.000212165
5.
.0000121783
6.
.0000005825
7.
.0000000239
    
```

0.574  $t = 10,000 \text{ h}$

```

1.
.3233157488
2.
.0927916199
3.
.0177541299
4.
.0025477176
5.
0.000292478
6.
.0000279804
7.
.0000022944
8.
.0000001646
9.
.0000000105
10.
.0000000006
    
```

0.861  $t = 15,000 \text{ h}$

```

1.
.3639783924
2.
.1566926979
3.
.0449708043
4.
.0096799656
5.
.0016668901
6.
.0002391987
7.
.0000294214
8.
.0000031665
9.
.0000003029
10.
.0000000261
    
```

1.148  $t=20.000h$

- 1. .3642267368
- 2. .2090661469
- 3. .0800026455
- 4. .0229607593
- 5. .0052717903
- 6. .0010086692
- 7. .0001654218
- 8. 0.000023738
- 9. .0000030279
- 10. .0000003476

0.1675  $t=500h$

- 1. .1416675834
- 2. .0118646601
- 3. .0006624435
- 4. .0000277398
- 5. .0000009293
- 6. .0000000259
- 7. .0000000006

- 1. .0000009712
- 2. 0.000000061
- 3. .0000000034
- 4. .0000000002

$\lambda = 3,35 \cdot 10^{-5} h^{-1}$

0.00335  $t=100h$

- 1. .0033387963
- 2. .0000055925
- 3. .0000000062
- 4. 5.2301374-12

0.335  $t=10.000h$

- 1. .2396382589
- 2. .0401394084
- 3. .0044822339
- 4. .0003753871
- 5. .0000251509
- 6. .0000014043
- 7. .0000000672
- 8. .0000000028
- 9. .0000000001

- 1. 0.67  $t=20.000h$
- 2. .3428447471
- 3. .1148529903
- 4. .0256505012
- 5. .0042964589
- 6. .0005757255
- 7. .0000642893
- 8. .0000061534
- 9. .0000005153
- 10. .0000000384
- 11. .0000000026

0.01675  $t=500h$

- 1. .0164717741
- 2. .0001379511
- 3. .0000007702
- 4. .0000000032
- 5. 1.0804841-11

0.5025  $t=15.000h$

- 1. 0.304020654
- 2. .0763851893
- 3. .0127945192
- 4. .0016073115
- 5. .0001615348
- 6. .0000135285

- 1. 0.8375  $t=25.000h$
- 2. .3624625881
- 3. .1517812088
- 4. .0423722541
- 5. .0088716907
- 6. .0014860082
- 7. 0.000207422
- 8. .0000248166
- 9. 0.000002598
- 10. .0000002418
- 11. .0000000202
- 12. .0000000015

1.005 t<sub>30.000h</sub>  
 1.  
 0.367874858  
 2.  
 .1848571161  
 3.  
 .0619271339  
 4. ✓  
 .0155591924  
 5.  
 .0031273977  
 6. ✓  
 .0005238391  
 7.  
 .0000752083  
 8.  
 0.000009448  
 9.  
 0.000001055  
 10.  
 0.000000106  
 11.  
 .0000000097  
 12.  
 .0000000008

|     |    |     |
|-----|----|-----|
| 000 | 43 | RCL |
| 001 | 09 | 09  |
| 002 | 94 | +/- |
| 003 | 99 | PRT |
| 004 | 43 | RCL |
| 005 | 11 | 11  |
| 006 | 99 | PRT |
| 007 | 98 | ADV |
| 008 | 76 | LBL |
| 009 | 22 | INV |
| 010 | 01 | 1   |
| 011 | 44 | SUM |
| 012 | 10 | 10  |
| 013 | 43 | RCL |
| 014 | 10 | 10  |
| 015 | 85 | +   |
| 016 | 43 | RCL |
| 017 | 11 | 11  |
| 018 | 95 | =   |
| 019 | 42 | STD |
| 020 | 12 | 12  |
| 021 | 53 | (   |
| 022 | 43 | RCL |
| 023 | 10 | 10  |
| 024 | 55 | ÷   |
| 025 | 43 | RCL |
| 026 | 12 | 12  |
| 027 | 54 | )   |
| 028 | 65 | *   |
| 029 | 53 | (   |
| 030 | 53 | (   |
| 031 | 43 | RCL |
| 032 | 09 | 09  |
| 033 | 65 | *   |
| 034 | 43 | RCL |
| 035 | 12 | 12  |
| 036 | 54 | )   |
| 037 | 22 | INV |
| 038 | 23 | LNx |
| 039 | 54 | )   |
| 040 | 95 | =   |
| 041 | 42 | STD |
| 042 | 13 | 13  |
| 043 | 43 | RCL |
| 044 | 10 | 10  |
| 045 | 99 | PRT |
| 046 | 43 | RCL |
| 047 | 13 | 13  |
| 048 | 99 | PRT |
| 049 | 93 | .   |
| 050 | 00 | 0   |
| 051 | 05 | 5   |
| 052 | 32 | X!T |
| 053 | 43 | RCL |
| 054 | 13 | 13  |
| 055 | 22 | INV |
| 056 | 77 | GE  |
| 057 | 23 | LNx |
| 058 | 61 | GTD |
| 059 | 22 | INV |
| 060 | 76 | LBL |
| 061 | 23 | LNx |
| 062 | 91 | R/S |

1. T<sub>R</sub>

|                   |              |             |             |             |
|-------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| 1. T <sub>0</sub> | 31.          | 61.         | 91.         | 121.        |
| 0.4999665011      | .9677120564  | .9818295884 | .9860866277 | .9877580507 |
| 0.66659967        | 32.          | 62.         | 92.         | 122.        |
| 0.7498995067      | 0.968625562  | .9820521743 | .9861701078 | .9877913274 |
| 0.7998660112      | 33.          | 63.         | 93.         | 123.        |
| 0.8331658502      | .9694833646  | .9822667608 | .9862511023 | .9878235303 |
| 0.8569418807      | 34.          | 64.         | 94.         | 124.        |
| 0.8747655314      | .9702902389  | .9824737172 | .9863296897 | .9878546853 |
| 0.8886209293      | 35.          | 65.         | 95.         | 125.        |
| 0.8996985505      | 0.971050429  | .9826733903 | .9864059453 | .9878848174 |
| 0.9087559708      | 36.          | 66.         | 96.         | 126.        |
| 0.9162982407      | .9717677201  | .9828661063 | .9864799412 | .9879139507 |
| 0.9226750106      | 37.          | 67.         | 97.         | 127.        |
| 0.9281360307      | .9724454991  | .9830521722 | .9865517466 | .9879421086 |
| 0.9328644511      | 38.          | 68.         | 98.         | 128.        |
| 0.9369976346      | .9730868056  | .9832318771 | .9866214279 | 0.987969314 |
| 0.9406406232      | 39.          | 69.         | 99.         | 129.        |
| 0.9438751161      | 0.973694375  | .9834054938 | .9866890489 | .9879955887 |
| 0.9467656129      | 40.          | 70.         | 100.        | 130.        |
| 0.9493637132      | .9742706759  | .9835732795 | .9867546709 | .9880209542 |
| 0.951711188       | 41.          | 71.         | 101.        | 131.        |
| 0.9538422137      | 0.974817942  | .9837354773 | .9868183526 | .9880454311 |
| 0.955785023       | 42.          | 72.         | 102.        | 132.        |
| 0.957563143       | 0.975338199  | .9838923167 | .9868801505 | .9880690395 |
| 0.9591963366      | 43.          | 73.         | 103.        | 133.        |
| 0.9607013262      | .9758332884  | .9840440152 | .9869401192 | .9880917989 |
| 0.9620923568      | 44.          | 74.         | 104.        | 134.        |
| 0.9633816384      | .9763048882  | .9841907783 | .9869983108 | .9881137281 |
| 0.9645796969      | 45.          | 75.         | 105.        | 135.        |
| 0.9656956547      | .9767545305  | 0.984332801 | .9870547757 | .9881348455 |
| 0.9667374571      | 46.          | 76.         | 106.        | 136.        |
|                   | 0.9771836168 | .9844702679 | .9871095623 | .9881551688 |
|                   | 47.          | 77.         | 107.        | 137.        |
|                   | .9775934319  | .9846033544 | .9871627173 | .9881747155 |
|                   | 48.          | 78.         | 108.        | 138.        |
|                   | .9779851558  | .9847322268 | .9872142856 | .9881935022 |
|                   | 49.          | 79.         | 109.        | 139.        |
|                   | 0.978359874  | .9848570431 | .9872643105 | .9882115453 |
|                   | 50.          | 80.         | 110.        | 140.        |
|                   | .9787185869  | .9849779538 | .9873128338 | .9882288606 |
|                   | 51.          | 81.         | 111.        | 141.        |
|                   | 0.979062218  | .9850951016 | .9873598958 | .9882454635 |
|                   | 52.          | 82.         | 112.        | 142.        |
|                   | 0.979391621  | .9852086227 | .9874055351 | 0.988261369 |
|                   | 53.          | 83.         | 113.        | 143.        |
|                   | .9797075865  | .9853186466 | .9874497894 | .9882765917 |
|                   | 54.          | 84.         | 114.        | 144.        |
|                   | .9800108473  | .9854252967 | .9874926947 | .9882911456 |
|                   | 55.          | 85.         | 115.        | 145.        |
|                   | .9803020843  | .9855286909 | .9875342861 | .9883050446 |
|                   | 56.          | 86.         | 116.        | 146.        |
|                   | .9805819303  | .9856289414 | .9875745971 | 0.988318302 |
|                   | 57.          | 87.         | 117.        | 147.        |
|                   | .9808509746  | .9857261554 | .9876136604 | .9883309309 |
|                   | 58.          | 88.         | 118.        | 148.        |
|                   | .9811097664  | .9858204353 | .9876515075 | 0.988342944 |
|                   | 59.          | 89.         | 119.        | 149.        |
|                   | .9813588184  | 0.985911879 | .9876881688 | .9883543535 |
|                   | 60.          | 90.         | 120.        | 150.        |
|                   | .9815986097  | 0.98600058  | .9877236737 | .9883651715 |

151. .9883754097  
 152. .9883850795  
 153. 0.988394192  
 154. 0.988402758  
 155. 0.988410788  
 156. .9884182923  
 157. .9884252808  
 158. .9884317634  
 159. .9884377495  
 160. .9884432485  
 161. .9884482693  
 162. .9884528208  
 163. .9884569116  
 164. 0.98846055  
 165. .9884637444  
 166. .9884665026  
 167. .9884688325  
 168. .9884707417  
 169. .9884722376  
 170. .9884733276  
 171. .9884740187  
 172. .9884743178 X  
 173. .9884742318  
 174. .9884737672  
 175. .9884729306  
 176. .9884717282  
 177. .9884701662  
 178. .9884682507  
 179. .9884659876  
 180. .9884633827

181. .9884604416  
 182. .9884571698  
 183. .9884535728  
 184. .9884496559  
 185. .9884454242  
 186. .9884408828  
 187. .9884360366  
 188. .9884308906  
 189. .9884254494  
 190. .9884197178  
 191. .9884137002  
 192. .9884074012  
 193. 0.988400825  
 194. .9883939761  
 195. .9883868585  
 196. .9883794764  
 197. .9883718339  
 198. .9883639348  
 199. 0.988355783  
 200. .9883473823  
 201. .9883387364  
 202. 0.988329849  
 203. .9883207237  
 204. .9883113638  
 205. 0.988301773  
 206. .9882919544  
 207. .9882819115  
 208. .9882716474  
 209. .9882611654

0.0000574 A  
 1. T<sub>k</sub>  
 1. T<sub>o</sub>  
 K<sub>o</sub> o  
 .4999426033  
 .6665518765  
 .7498278198  
 .7997704329  
 .8330463827  
 .8567985263  
 .8745982922  
 .8884298075  
 .8994835482  
 .9085170903  
 .9160354841  
 0.92238838  
 .9278255283  
 .9325300792  
 .9366393953  
 .9402585185  
 .9434691484  
 .9463357843  
 .9489100258  
 0.951233644  
 .9533408153  
 .9552597723  
 .9570140423  
 0.958623388  
 .9601045318  
 .9614717188  
 0.962737159  
 .9639113783  
 .9650034991  
 .9660214666

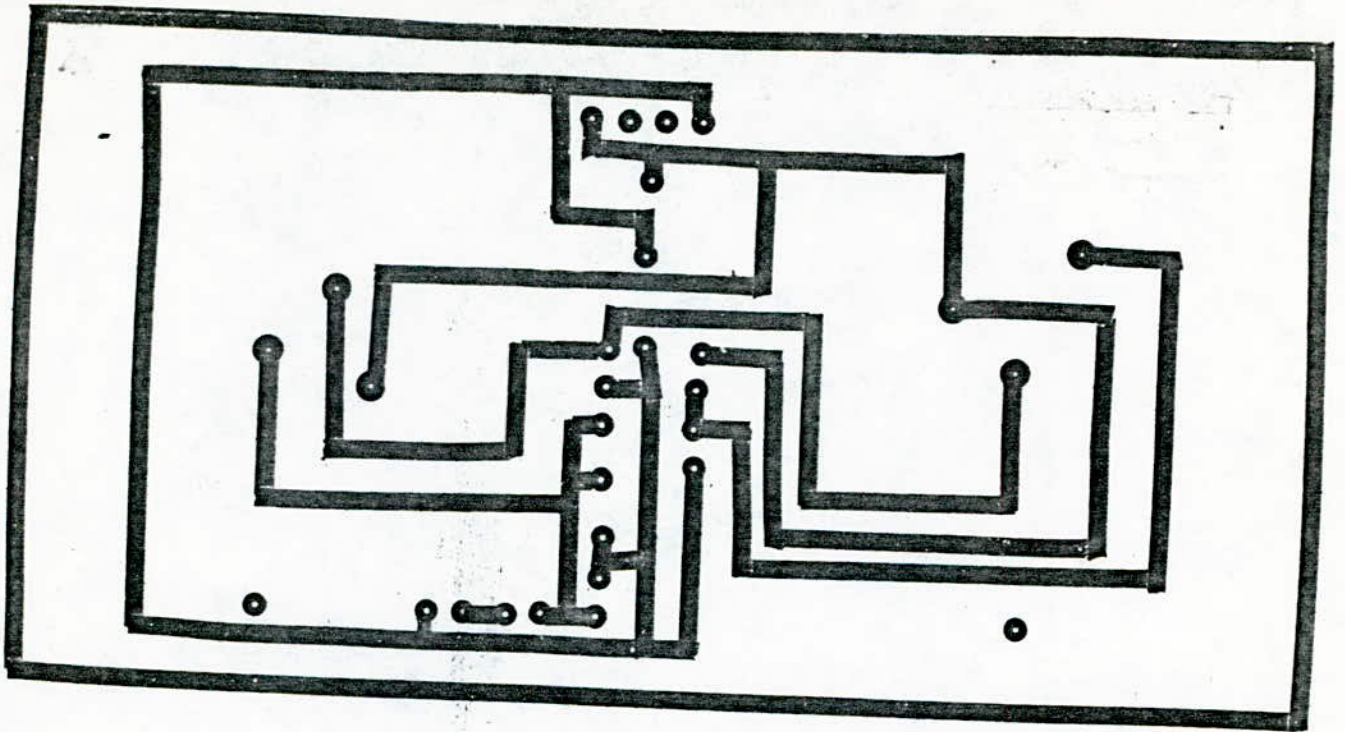
31. .9669722332  
 32. .9678619082  
 33. .9686958825  
 34. .9694789305  
 35. .9702152965  
 36. .9709087657  
 37. .9715627251  
 38. 0.972180214  
 39. .9727639679  
 40. .9733164557  
 41. .9738399107  
 42. .9743363588  
 43. .9748076415  
 44. .9752554368  
 45. .9756812766  
 46. .9760865627  
 47. .9764725797  
 48. .9768405077  
 49. .9771914322  
 50. .9775263536  
 51. .9778461953  
 52. 0.978151811  
 53. .9784439914  
 54. .9787234694  
 55. .9789909256  
 56. .9792469931  
 57. .9794922609  
 58. .9797272784  
 59. .9799525584  
 60. .9801685798

61. .9803757907  
62. 0.980574611  
63. .9807654341  
64. .9809486292  
65. .9811245432  
66. .9812935022  
67. .9814558134  
68. .9816117657  
69. .9817616319  
70. .9819056693  
71. .9820441209  
72. .9821772164  
73. 0.982305173  
74. .9824281965  
75. .9825464817  
76. .9826602133  
77. .9827695666  
78. 0.982874708  
79. .9829757955  
80. .9830729795  
81. .9831664028  
82. .9832562015  
83. .9833425052  
84. .9834254373  
85. .9835051156  
86. .9835816523  
87. .9836551548  
88. .9837257253  
89. .9837934617  
90. .9838584576

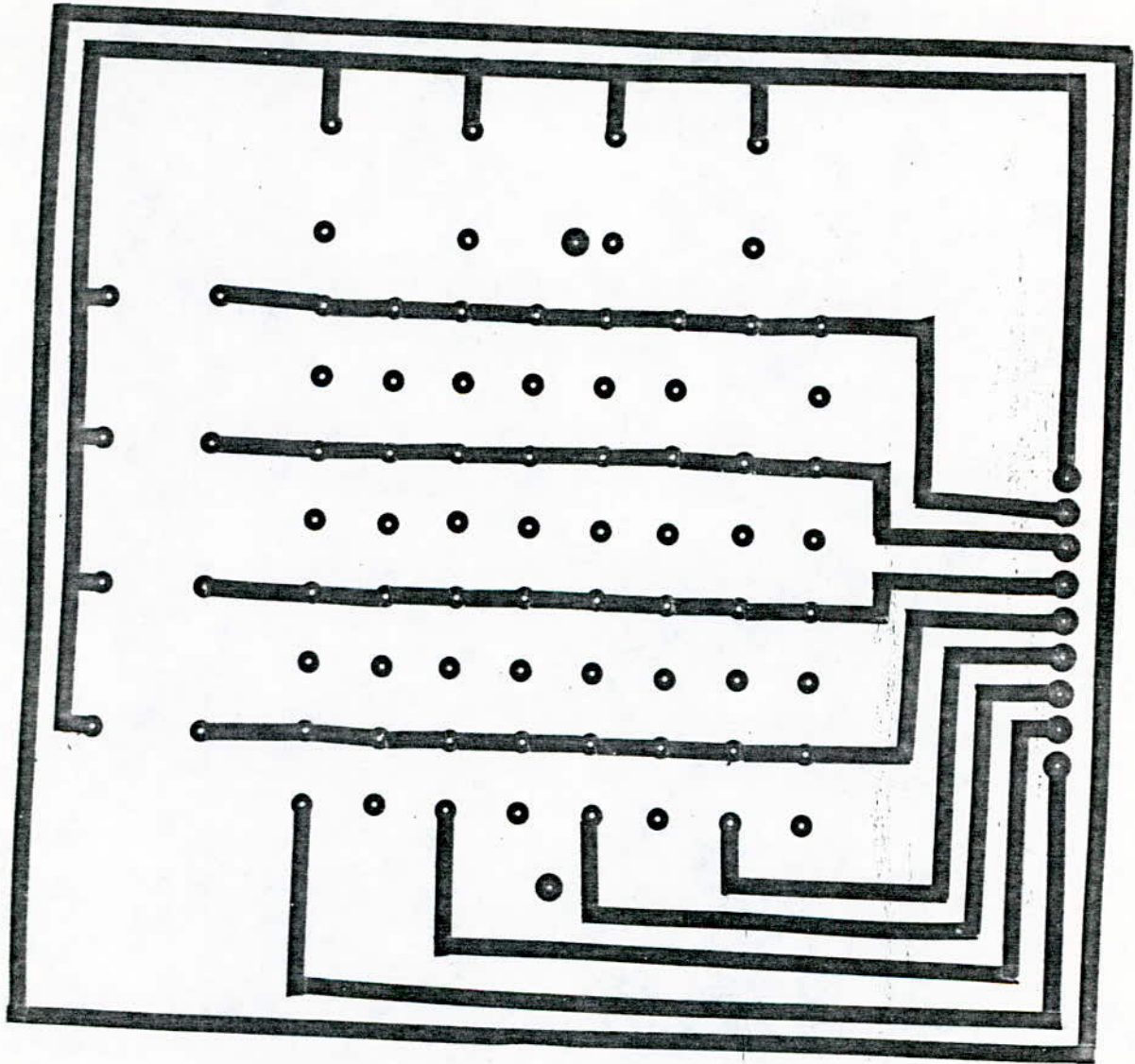
91. .9839208024  
92. .9839805818  
93. .9840378777  
94. .9840927686  
95. .9841453299  
96. .9841956336  
97. 0.984243749  
98. .9842897425  
99. .9843336779  
100. .9843756163  
101. .9844156167  
102. .9844537355  
103. .9844900271  
104. .9845245438  
105. .9845573359  
106. 0.984588452  
107. .9846179386  
108. .9846458406  
109. .9846722015  
110. .9846970628  
111. 0.984720465  
112. .9847424467  
113. .9847630455  
114. .9847822975  
115. .9848002377  
116. .9848168997  
117. .9848323162  
118. .9848465186  
119. .9848595373  
120. .9848714019

121. .9848821406  
122. .9848917812  
123. .9849003502  
124. .9849078734  
125. .9849143759  
126. .9849198817  
127. .9849244143  
128. .9849279965  
129. .9849306503  
130. .9849323969  
131. .9849332571 X  
132. 0.984933251  
133. .9849323979  
134. .9849307169  
135. .9849282262  
136. .9849249436  
137. .9849208865  
138. .9849160716  
139. .9849105152  
140. .9849042331  
141. .9848972409  
142. .9848895534  
143. .9848811851  
144. .9848721503  
145. .9848624627  
146. .9848521357  
147. .9848411824  
148. .9848296153  
149. .9848174468  
150. 0.984804689

Annexe 9



Circuit imprimé  
de l'alimentation.



Circuit Imprimé du Clavier



# BIBLIOGRAPHIE

- [1] Journal el Moudjahid
- [2] Fiabilité (extrait de l'encyclopédie Larousse)
- [3] Fiabilité J. GARNIER
- [4] Fiabilité des systèmes J. de CorLieu
- [5] Fiabilité des systèmes R. Chapouille & R. De PAZZIS
- [6] Fiabilité et Contrôle des ordinateurs Y. JOURAVLEV L. Koteliouk  
N. TSIKLINSKI (en Russe)
- [7] Fiabilité et renouvellement des équipements R. Faure & J.L. Laurière
- [8] Théorie et pratique des microprocesseur R. ARouette & H. Lilen
- [9] Etude et Réalisation du Microordinateur (Projet de fin d'étude)  
M. Alem et A. AMRouche
- [10] Microordinateur MicroLab (Projet de Magistère)  
M<sup>me</sup> Boudouane Isma et autres
- [11] Etude du PID Projet de Fin d'étude  
KASDI KARIMA et  
Djemame Nabil
- [12] Organisation des systèmes d'asservissement à haute fiabilité Thèse de Doctorat M<sup>r</sup> Borsali  
en Russe
- [13] Programmeur en assembleur du Mc6800 L. A. Leventhal.
- [14] Electronique Application N° 12.
- [15] Cours de calcul des probabilités G. Cabot
- [16] L'onde électrique V 49 Mars 1969
- [17] L'onde électrique V 51 Avril 1971
- [18] EFCIS Microprocesseurs et Memoirs 1980
- [19] Data Book Microcomputer Components 1979

