

MESRS

17/81  
USTHB

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

المدرسة الوطنية للعلوم الهندسية

DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

BIBLIOTHÈQUE

PROJET DE FIN D'ETUDE S

DIPLOME D'INGENIEUR

CONTRIBUTION  
A LA MISE EN ŒUVRE  
D'UN CALCULATEUR HYBRIDE

Proposé par:

M<sup>r</sup> H. TEDJINI

M<sup>r</sup> R. OUIGUINI

Etudié par:

Mohammed

HADJ MAHAMED

Mohammed

HALIMI

JUIN 81



ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

DIPLOME D'INGENIEUR

CONTRIBUTION  
A LA MISE EN ŒUVRE  
D'UN CALCULATEUR HYBRIDE

Proposé par:

M<sup>r</sup> H. TEDJINI

M<sup>r</sup> R. OUIGUINI

Etudié par:

Mohammed

HADJ MAHAMED

Mohammed

HALIMI

JUIN 81



R E M E R C I E M E N T S

\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$

*Ce projet a été réalisé au sein de la division "SIMULATION et CONTROLE"  
du Centre des Sciences et de la Technologie Nucléaire (C.S.T.N.)*

*Nous remercions Mr. B. SANSAL de nous avoir accepté dans  
sa division.*

*Nous formulons l'expression de notre profonde reconnaissance  
à Mr. TEDJINI ,Mr. OUIGUINI ,et Mr. HALIMI pour leur précieuse aide ,  
ainsi qu'à Mr. BOUATOUCHE et Mr. BOURKEB pour leurs conseils,  
Mr. LAZIB ,Mr. ABDI et Mr. ZERROUK pour leur aide.*

*Nous ne manquerons pas d'exprimer aussi toute notre gratitude  
et notre reconnaissance à tous les professeurs de l'Ecole Nationale  
Polytechnique qui ont contribué à notre formation .*

*Enfin ,nous remercions tous nos camarades qui nous ont aidés  
de près ou de loin.*

~~~~~

INTRODUCTION

CHAPITRE I. OPERATEURS ANALOGIQUES

- 1 - LES OPERATEURS DU CALCUL ANALOGIQUE PAR COURANT CONTINU
- 2 - LES OPERATEURS LINEAIRES
  - A/ Potentiomètre de calcul
  - B/ Sommateur
  - C/ Intégrateur avec condition initiale
  - D/ Exemples
- 3 - LES ELEMENTS NON LINEAIRES
  - A/ Introduction
  - B/ Le multiplieur
  - C/ Le diviseur
  - D/ Calcul des carrés et racines carrés
  - E/ Générateurs de fonctions

CHAPITRE II CALCUL ANALOGIQUE

- 1 - INTRODUCTION
- 2 - UITE MACHINE
- 3 - CHOIX DE L'ECHELLE D'AMPLITUDE
- 4 - RESOLUTION DE PROBLEME AVEC EQUATIONS DIFFERENTIELLES A COEFFICIENTS CONSTANTS
  - A/ Equation différentielle du premier ordre
  - B/ Equation différentielle du second ordre
- 5 - EVALUATION DES FACTEURS D'ECHELLES
  - A/ Equation différentielle du premier ordre
  - B/ Equation différentielle du second ordre
  - C/ Equation différentielle d'ordre n
- 6 - CHOIX DE L'ECHELLE DE TEMPS
  - A/ Introduction
  - B/ Methode de changement d'echelle
- 7 - CONTROLE DU MODE DELA MACHINE
  - A/ Mode etalonnage des potentiomètres
  - B/ Mode condition initiale
  - C/ Mode calcul
  - D/ Mode gel

1  
4

11

CHAPITRE III . L'UNITE CENTRALE LE MPU MC 6800

20

- 1 - DESCRIPTION GENERALE DU MPU
- 2 - REGISTRES INTERNES DU MC 6800
- 3 - DESCRIPTION DES SIGNAUX DU MPU

CHAPITRE IV . INTERFACE D'ADAPTATION PARALLELE LE PIA MC 6821

24

- 1 - DESCRIPTION GERALE DU PIA
- 2 - LIGNES DE LIAISON ENTRE LE PIA ET LE MPU
- 3 - REGISTRES INTERNES DU PIA
- 4 - LE MODE PROGRAMME ( SET RESET )

CHAPITRE V . LA CARTE D'ACQUISITION DE DONNEE (CARTE DVM )

27

- 1 - INTRODUCTION
- 2 - LE MONOSTABLE ( SN 74121 )
- 3 - LES ECHANTILLONNEURS BLOQUEURS
  - A/ Définition
  - B/ Principe d'un échantillonneur et d'un échantillonneur - bloqueur
- 4 - CONVERTISSEUR ANALOGIQUE NUMERIQUE
  - A/ C onvertisseur A/N rapide
  - B/ Caractéristique d'un convertisseur A/N
- 5 - LOGIQUE DE COMMANDE DU PIA DE LA CARTE
- 6 - REGLAGE ET MISE AU POINT DE LA CARTE DVM
  - A/ Impulsion control input
  - B/ Impulsion start convert
  - C/ Reglage du convertisseur A/N
  - D/ Verifications
  - E/ Programme d'acquisition de données
  - F/ Programme de conversion avec affichage

CHAPITRE VI . CARTE DES POTENTIOMETRES NUMERIQUES( PN )  
ET DES AMPLIFICATEURS PROGRAMMABLES ( AP )

44

- 1 - LOGIQUE DE COMMANDE DES 2 PIA DE LA CARTE
- 2 - LOGIQUE D'ECRITURE ET DE LECTURE DE LA CARTE
- 3 - ROLE DES DEUX PIA
- 4 - SELECTION D'UN PN OU AP
- 5 - PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DES PN
- 6 - PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DES AP ET GENERATEURS DE FONCTIONS ( GDF )
- 7 - PROGRAMMES D'APPLICATIONS

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| <u>CHAPITRE VII . CARTE DE SELECTION DES CONSTANTES DE</u>            | 52 |
| <u>TEMPS DES INTEGRATEURS</u>                                         |    |
| 1 - INTRODUCTION                                                      |    |
| 2 - DESCRIPTION GENERALE                                              |    |
| 3 - ADRESSAGE DES CARTES D'INTEGRATEURS                               |    |
| 4 - SELECTION D'UNE CARTE D'INTEGRATEURS                              |    |
| 5 - LES ADRESSES DES CARTES D'INTEGRATEURS DU CALCULATEUR             |    |
| 6 - APPLICATIONS                                                      |    |
| <u>CHAPITRE VIII . UN CIRCUIT D'HORLOGE PROGRAMMABLE</u>              | 56 |
| <u>LE TIMER MC 6840</u>                                               |    |
| 1 - INTRODUCTION                                                      |    |
| 2 - LOGIQUE D'ADRESSAGE                                               |    |
| 3 - DESCRIPTION INTERNE                                               |    |
| 4 - MODES DE FONCTIONNEMENT                                           |    |
| A/ Mode continu                                                       |    |
| B/ Mode impulsionnel                                                  |    |
| C/ Programmation de l'horloge                                         |    |
| <u>CHAPITRE IX . HORL<sup>o</sup>E PROGRAMMABLE</u>                   | 63 |
| 1 - SCHEMA DE PRINCIPE                                                |    |
| 2 - FONCTIONNEMENT                                                    |    |
| 3 - PROGRAMMATION                                                     |    |
| <u>CHAPITRE X . LES INTEGRATEURS</u>                                  | 65 |
| 1 - SCHEMA DE PRINCIPE                                                |    |
| 2 - FONCTIONNEMENT                                                    |    |
| 3 - PROGRAMMATIONS                                                    |    |
| <u>CHAPITRE XI . ENSEMBLE DE PRIMITIVES PERMETTANT L'EXPLOITATION</u> | 70 |
| <u>DU CALCULATEUR HYBRIDE</u>                                         |    |
| <u>CONCLUSION</u>                                                     | 77 |



## I N T R O D U C T I O N

La simulation en temps réel d'un processus industriel nucléaire ou aérospatial demande une grande précision et aussi une grande rapidité de calcul. Pendant près de 10 ans ni le calculateur analogique, ni le calculateur numérique seuls ne pouvaient satisfaire aux deux critères rapidité, précision à la fois.

Nous allons succinctement présenter les avantages et inconvénients de chaque calculateur.

### LE CALCULATEUR ANALOGIQUE

Son principal avantage tient au fait que tout problème s'exécute d'une manière parallèle, donc avec une grande vitesse de calcul. Il est bien adapté à la résolution d'opérations linéaires ou non linéaires simples et donc à la résolution de systèmes d'équations différentielles. L'absence de toute mémorisation et l'extrême faiblesse de la précision qui dépend fortement de la qualité des composants électroniques l'excluent de résoudre certains problèmes dont la précision est prédominante.

### LE CALCULATEUR NUMERIQUE

Son principal avantage est sa grande précision, il ne dépend en effet que du nombre de bits servant à coder l'information. Il permet de résoudre toutes les opérations soit directement soit par des méthodes approchées. L'inconvénient du calculateur numérique est que tout problème s'exécute d'une manière série, ce qui limite considérablement sa vitesse, qui reste aussi fonction de la complexité du problème et de la précision souhaitée.

La comparaison des deux calculateurs conduit à la conclusion suivante :

Chaque inconvénient de l'un peut être compensé par l'avantage de l'autre. Ceci suscite l'intérêt d'un couplage hybride dont les motivations sont :

- La combinaison de la vitesse de l'analogique et sa facilité de résoudre des intégrations, à la précision du numérique et sa facilité à générer des fonctions non linéaires.
- Essais et conduite d'une simulation analogique.
- Contrôle et affichage des paramètres.
- Gestion et supervision du calculateur analogique par l'utilisation du calculateur numérique.

Cette analyse définit le comportement d'un système hybride d'une manière idéale. Une solution originale, qui se situe entre l'utilisation de l'analogique pur et de l'hybride (au sens de l'analogique plus numérique) a été développée dans le cadre d'un travail de recherche au C.S.T.N.. Cette solution qui fait appel à des techniques numériques avancées, associe au calculateur analogique un microordinateur. Le calculateur se compose d'un ensemble dans lequel se trouvent tous les organes généraux (panneau de câblage, blocs d'alimentation, organes de commande et de contrôle).

La configuration globale du calculateur se décompose en une partie analogique et une partie numérique destinée à prendre en charge certaines tâches nécessaires à la gestion de l'ensemble.

Le calculateur dispose d'une logique parallèle composée d'éléments logiques dont les fonctions sont les suivantes :

- Commande de mode des opérateurs analogiques à partir de signaux provenant des éléments logiques.
- Commande de mémorisation de certaines valeurs caractéristiques d'un calcul à partir de signaux logiques.

Dans le premier chapitre, on fait un rappel très bref, sur les éléments linéaires et non-linéaires utilisés dans le calculateur (intégrateurs, sommateurs ...). Ces éléments permettent, la simulation de phénomènes physiques représentés sous forme d'équations différentielles ; Ces équations devant être normalisées, avant d'être simulées sur calculateur. On décrit pour cela dans le chapitre 2 la procédure générale permettant cette normalisation (Evaluation des facteurs d'échelle, ...). La gestion de la partie analogique est faite par micro-ordinateur, dont l'unité centrale est le Microprocesseur MC6800 de Motorola, présenté brièvement dans le chapitre 3.

Le circuit d'adaptation parallèle-parallèle MC6821 (Périphéral Interface Adaptér.) exposé au chapitre 4 permettant l'interfaçage et l'adaptation de l'unité centrale avec tous les circuits périphériques. Dans ce calculateur hybride les résultats analogiques peuvent être traités numériquement, pour cela la conception d'une carte spécialisée (CARTE DVM Digital Voltmètre) s'avère nécessaire. Celle-ci étant traitée au chapitre 5.

Étant donné que la simulation d'équations différentielles, est à base de potentiomètres et d'intégrateurs, pour cela on traitera, les potentiomètres numériques dans le chapitre 6, les intégrateurs dans le chapitre 10, et la sélection de leur constantes de temps dans le chapitre 7. En plus du fait que les intégrateurs utilisés dans le calculateur, évoluent sous l'action, de deux signaux de commande, générés soit par l'horloge MC6840 (chapitre 8) soit par l'horloge programmable (chapitre 9), avec un potentiomètre utilisé comme inverseur.

La présence dans le calculateur hybride d'ampli programmable et de générateur de fonction, nous permet de générer, n'importe quel forme de signal, par programme (Voir Chap 6)

1 - Les operateurs du calcul analogique par courant continu

La réalisation des divers opérateurs , fait appel à un élément de base qui est l'amplificateurs opérationnel .

L'avantage de l'A.O reside dans les caractéristiques suivantes :

- Impédance de sortie presque nulle
- Impédance d'entrée très élevée
- Un gain très grand
- Une insensibilité aux effets de temperature
- Une tension de sortie nulle en l'absence de signal d'entée
- Une bande passante très large

Ainsi la precision , ne dépend que des éléments de calcul composant les circuits de contre réaction .

2 - Opérateurs linéaires :

A/ Potentiomètre de calcul

Le potentiomètre introduit une constante  $0 \leq K \leq 1$  .

Il faut toujours prendre soin , quand on règle un potentiomètre de corriger les erreurs de charge . Celles çi deviennent importantes quand la resistance de charge du potentiomètre n'est pas grande par rapport à la resistance du potentio .

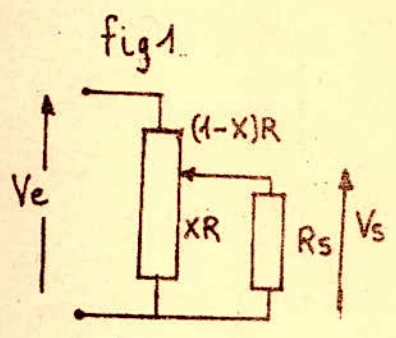
Alors il ne faut régler les potentiomètres , qu'une fois le montage electronique général monté . Dans les appareils plus modernes ce réglage se fait facilement grâce à un potentiomètre à zéro incorporé .

On ne saurait donner trop de soin au problème de charge puisque le réglage incorrect des potentiomètres est source majeur d'erreurs dans le calcul analogique .

La tension de référence dans les calculateurs est général de +10V  
Alors pour normaliser la programmation la tension de référence vaudra 1 Unité Machine(UM) et toutes les autres tensions de calcul seront des fractions. ex: Dans une machine de 10V.7,3V = 0,73 U.M

Equation du potentiomètre en charge: (Voir fig 1) .

Equation du potentiometre en charge



$$R_{eq} = \frac{R_c X R}{R_c + X R}$$

d'où

$$V_s = \frac{R_{eq}}{R_{eq} + (1-X)R} V_e$$

$$V_s = \frac{(R_c X R) V_e}{R_c X R + (1-X)R(R_c + X R)} = \frac{X}{X + (1-X)(1 - X R / R_c)} V_e$$

d'où  $V_s = \frac{X}{1 + X(1-X) \frac{R}{R_c}} V_e$

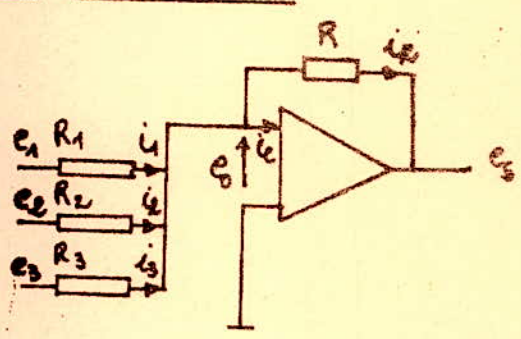
$$K = \frac{X}{1 + X(1-X) \frac{R}{R_c}}$$

on voit qu'il est nécessaire de positionner le curseur de telle sorte que

on a  $0 < K < 1$   $V_s = K V_e$ .

**B.**

Le Sommateur



$$i_1 + i_2 + i_3 = i_R + i_o$$

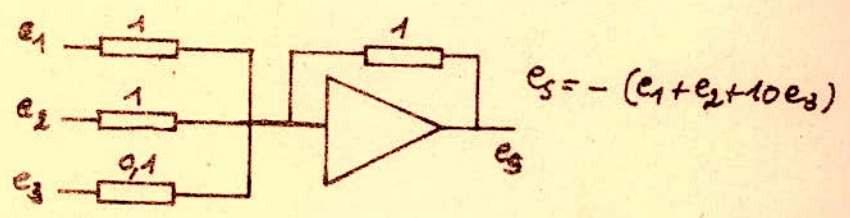
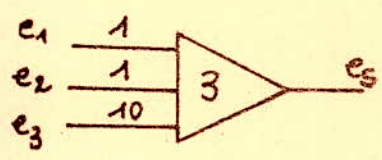
$$\frac{(e_1 - e_o)}{R_1} + \frac{(e_2 - e_o)}{R_2} + \frac{(e_3 - e_o)}{R_3} = \frac{(e_o - e_s)}{R}$$

$$e_o = 0$$

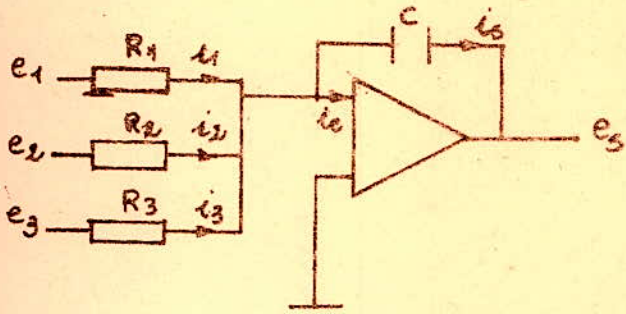
$$\frac{e_1}{R_1} + \frac{e_2}{R_2} + \frac{e_3}{R_3} = -\frac{e_s}{R}$$

$$e_s = -\left(\frac{R}{R_1} e_1 + \frac{R}{R_2} e_2 + \frac{R}{R_3} e_3\right)$$

Symbole



C. Intégrateur avec condition initiale



$$i_1 + i_2 + i_3 = i_C + \frac{de_0}{dt}$$

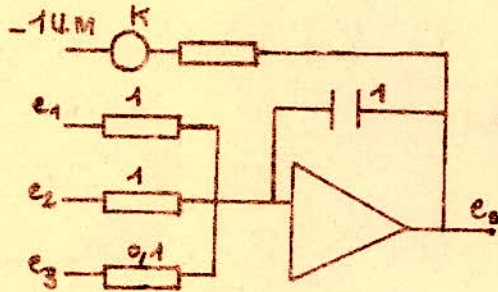
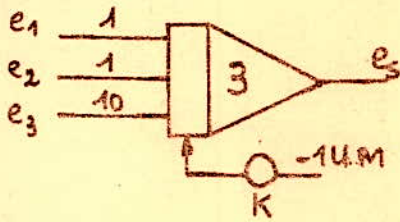
$$\frac{(e_1 - e_0)}{R_1} + \frac{(e_2 - e_0)}{R_2} + \frac{(e_3 - e_0)}{R_3} = C \frac{d(e_0 - e_s)}{dt}$$

$$e_0 = 0$$

$$\frac{e_1}{R_1} + \frac{e_2}{R_2} + \frac{e_3}{R_3} = -C \frac{d(e_s)}{dt}$$

$$e_s = - \int_0^t \left( \frac{e_1}{CR_1} + \frac{e_2}{CR_2} + \frac{e_3}{CR_3} \right) dt + e_s(0)$$

Symbole:



$$e_s = - \int_0^t (e_1 + e_2 + 10e_3) dt + K$$

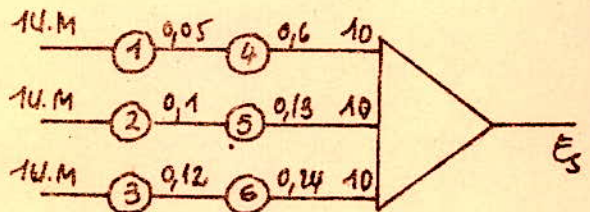
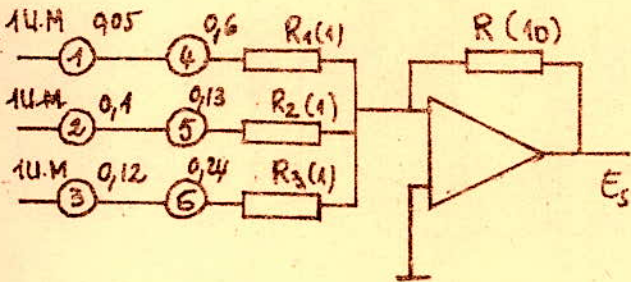
D. Exemples

1. Emploi des Sommateurs

produire  $E_s = -(6x + 1,3y + 2,4z)$

avec  $x = 0,5V = 0,05 U.M$   
 $y = 1V = 0,1 U.M$   
 $z = 1,2V = 0,12 U.M$

$1 U.M = 10V$



$$E_s = \left( \frac{R}{R_1} (0,6)x + \frac{R}{R_2} (0,13)y + \frac{R}{R_3} (0,24)z \right)$$

$$= (10(0,6)x + 10(0,13)y + 10(0,24)z)$$

car  $R_1 = R_2 = R_3 = 1$   
 $R = 10$

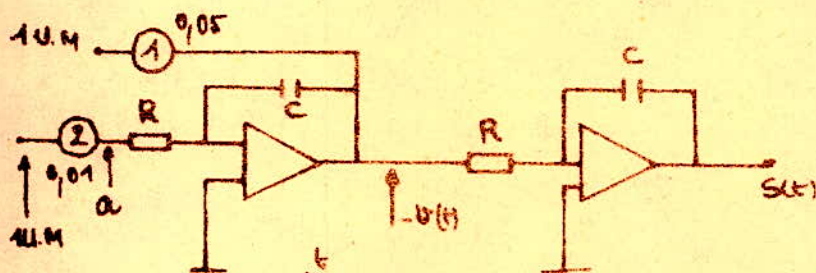
dans cet exemple on utilise 6 potentiometres avec  $(0 < K_i < 1)$ .

## 2. Emploi d'Integrateur

- Soit l'accélération  $a$  d'un projectile. Calculer l'Equation de sa vitesse et de sa trajectoire.

a/ Condition initiale  $a = 0,01 \text{ m/s}^2$   $v_0 = 0,05 \text{ m/s}$  ;  $S_0 = 0$

$$v = \int_0^t a dt + v_0 \quad s = \int_0^t v dt + s_0$$



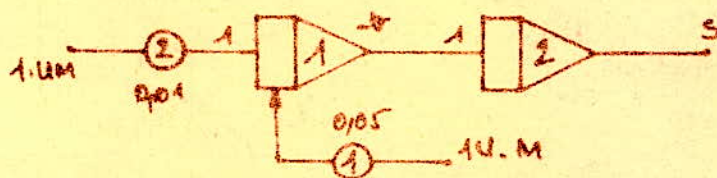
$$v = + \int_0^t \left( \frac{a}{CR} \right) dt + v_0$$

$$a = 0,01$$

$$1/CR = 1$$

$$s = - \int_0^t \left( \frac{-v}{RC} \right) dt$$

$$1/RC = 1$$



### 3 - Elements Non Linéres<sup>au</sup> :

#### A . Introction<sup>du</sup> :

precedents

Dans les chapitres , les problèmes étaient limités à ceux comportant que des opérations linéaires , des termes tels que  $y$   $dy/dx$  ou  $\sqrt{y}$  n'apparaissaient pas dans les equations à résoudre . On peut réduire cette limitation en introduisant certains éléments non linéres<sup>au</sup> dans les appareils de calcul

Le calculateur analogique manie les equations ~~equations~~ différentielles non linéaires tout aussi facilement que les equations linéaires .

#### B . Le multiplieur :

Les multiplieurs électroniques ont été réalisés sous des formes très divers , quelques unes des plus répandues étant les multiplieurs "Quarter Square " , "Time division " " Logarithmic " , "Photomultiplier " , " Half effect " .

Le principe de chacun de ces multiplieurs est donner une sortie

$$e_0 = - e_1 e_2 U.M .$$

Les techniques modernes permettent

maintenant de réaliser des multiplieurs très précis . (Voir fig 2 )

#### C . Le diviseur :

La division se fait en montant , un multiplieur en contre réaction sur un amplificateur opérationnel . ( Voir fig 3 et 4 )



D - Calcul des Carrés et racines carrés :

Le calcul des carrés et racines carrés , constitue d'autres applications du multiplieur . Pour calculer un carré. on emploie le multiplieur avec des entrées égales à X ( Voir fig 5 )

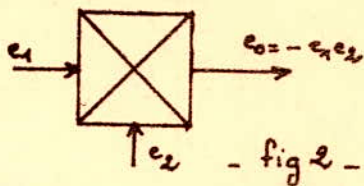
Pour le calcul d'une racine carrée , le multiplieur est utilisé en contre réaction sur un ampli opérationnel . ( Voir fig 6 )

E - Générateur de Fonctions :

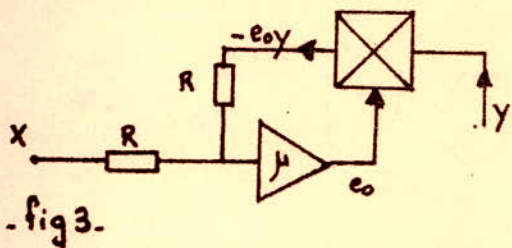
On appelle ainsi un appareil qui à partir d'une tension variable prélevée sur un circuit de calcul , fournit une tension  $V_s = f(e)$  fonction non linéaire de e .

Dans certains cas cette fonction , pour l'appareil considéré est fixée par le constructeur ( Ex  $V_s = \sin e$  ) . Dans d'autre cas elle peut être choisie et réalisée par l'utilisateur . ( Voir fig 7 ) .

Schema d'un multiplieur

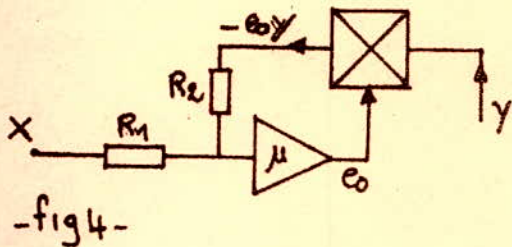


Schema d'un Diviseur



$$\frac{X}{R} - \frac{e_0}{R} Y = 0 \rightarrow e_0 = \frac{X}{Y}$$

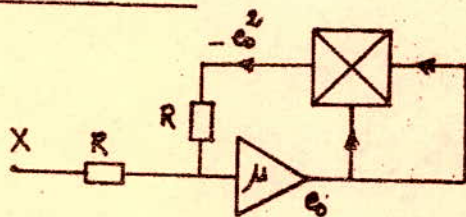
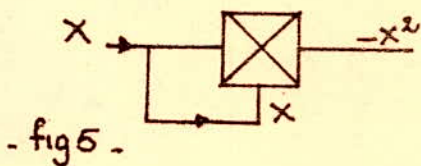
Le dernier resultat montre que Y doit être sup à X  
Sinon il se produira des tensions > 1 U.M  
Toute fois cette inconvenient peut être modifié en  
modifiant les Resistances à l'entrée.



$$\frac{X}{R_1} - \frac{e_0}{R_2} Y = 0 \rightarrow e_0 = \frac{R_2 X}{R_1 Y}$$

Si  $X > Y$  on prend  $R_1 > R_2$  dans le m Rapport

Schema Calcul d'un Carré et d'une Racine Carrée

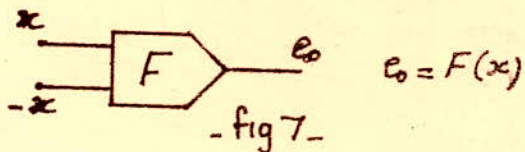


$$\Rightarrow \frac{X}{R} - \frac{e_0^2}{R} = 0$$

$$e_0 = \sqrt{X}$$

- fig 6 -

Schema d'un Generateur de fonctions



II / CALCUL ANALOGIQUE1/Introduction:

L'étude analogique d'un système;représentant un phénomène physique, consiste à remplacer la grandeur physique, que l'on veut étudier par une grandeur électrique dite grandeur machine, qui peut être soit un courant , soit une tension.

2/Unité Machine :

L'introduction d'une unité machine permet de fixer une tension de référence qui sera utilisée chaque fois que l'on désire établir une relation entre les grandeurs machine et physique.

En général  $1U.M = 10 V(100V \text{ sur certains calculateurs})$

3/Choix de l'échelle d'amplitude:

La grandeur de chacune des variables d'un problème est représenté par une tension à la sortie d'un élément de calcul.

Celle-ci ne doit jamais dépasser  $1 U.M( 10V)$  sous peine de surcharge habituellement signalée par la machine d'une manière visuelle ou sonore.

Les valeurs maximales des variables s'obtiennent généralement de façon approchée grâce à la connaissance du système physique étudié.

Les facteurs d'échelles pour chaque variable sont alors le rapport

$$K = \frac{1 U.M}{\text{valeur max. prévue}}$$

a/ Pour un phénomène croissant, la valeur max est la valeur finale.

b/Pour un phénomène décroissant, la valeur max est la valeur initiale (tel que la décharge d'un condensateur...)

4/Resolution de problème comportant des équations différentielles à coefficients constants:

On peut représenter de très nombreux problèmes de

physique par des modèles mathématiques, ayant la forme d'équations différentielles. Il faut toutes-fois indiquer que dans la pratique, on ne peut représenter des phénomènes physiques par de tels modèles que d'une façon approchée. Néanmoins, l'utilisation d'équations différentielles et de leur solutions permet d'obtenir de nombreux renseignements importants.

Ici on va rappeler, brièvement la nature des solutions et la méthode de programmation des équations différentielles, de premier et second ordre.

Equation differentielle du premier ordre :

La forme de l'Equation diff. du premier ordre à coeff ct<sup>s</sup> est :

$$ax' + bx = f(t).$$

a et b sont ct<sup>s</sup> et f(t) une fonction quelconque

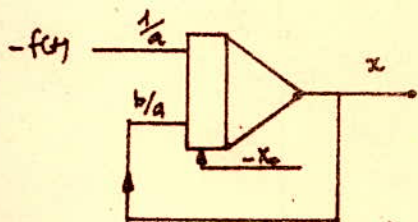
La solution complète de cette Equation est :

$x = \text{Fonct complémentaire (FC)} + \text{Intégrale particulière (IP)}$

qd.  $f(t) = 0$  La solution s'écrit  $x = Ae^{-\frac{b}{a}t}$  . si  $\frac{b}{a} > 0$  FC décroît

. si  $\frac{b}{a} < 0$  FC croît

L'Equation peut s'écrire  $x' = -\frac{b}{a}x + \frac{1}{a}f(t)$



$$x = - \int_0^t \left( \frac{b}{a}x - \frac{1}{a}f(t) \right) dt + x_0$$

B

Equation differentielle du second ordre :

$$(1) ax'' + bx' + cx = f(t)$$

Quand  $a, b, c > 0$  cette equation represente theoriquement plusieurs phenomenes physiques courants (ex: oscillations amorties d'un ressort)

L'Eq (1) peut s'écrire (2)  $x'' + 2\xi\omega_n x' + \omega_n^2 x = f(t)$

$\xi$  : facteur d'amortissement, commande la vitesse de décroissance des solutions stables. Les valeurs negatives de  $\xi$  donnent les termes exponentiels dont la grandeur croît indefiniment avec t et fournissent ainsi des solutions instables

$\omega_n$  : est la pulsation, en rd/s pour laquelle les oscillations se produisent qd  $\xi = 0$  on l'appelle la fréquence propre.

Dans le cas où  $0 < \xi < 1$  la fréquence réelle des oscillations  $\omega$  est donnée par

$$\omega = \omega_n \sqrt{1 - \xi^2} \quad \text{la periode réelle est } 2\pi/\omega$$

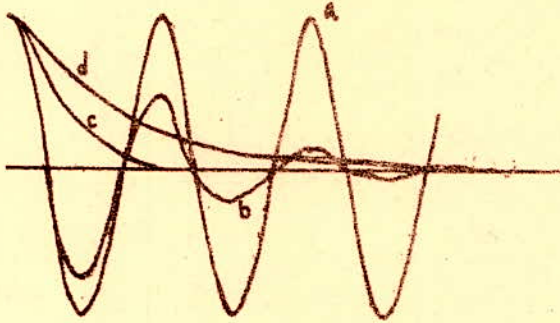
La solution generale de l'Equat. (2) quand  $f(t) = 0$  s'écrit :

a/  $x = A \sin \omega t$  pour  $\xi = 0$  (onde non-amortie)

b/  $x = e^{-\xi\omega_n t} [A \cos \omega_n \sqrt{1 - \xi^2} t + B \sin \omega_n \sqrt{1 - \xi^2} t]$  pour  $\xi < 1$  (onde faiblement amortie)

c/  $x = e^{-\omega_n t} [At + B]$  pour  $\xi = 1$  (amortie de façon critique).

d/  $x = e^{-\xi \omega_n t} [A e^{\omega_n \sqrt{\xi^2 - 1} t} + B e^{-\omega_n \sqrt{\xi^2 - 1} t}]$  pour  $\xi > 1$  (suramortie).

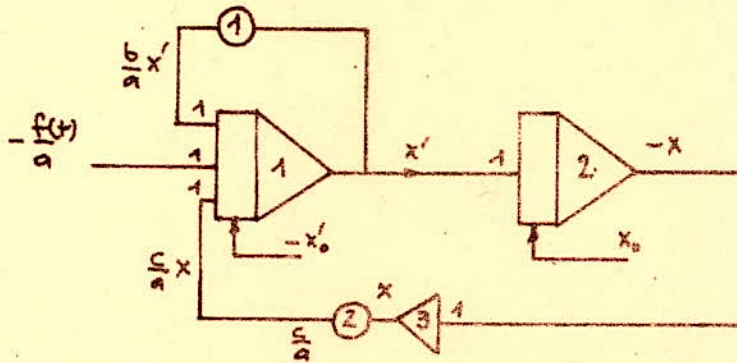


Resolution sur calculateur:

$$ax'' + bx' + cx = f(t) \rightarrow x'' = -\left(\frac{b}{a}x' + \frac{c}{a}x - \frac{f(t)}{a}\right)$$

Après une intégration on a :  $x' = -\int_0^t \left(\frac{b}{a}x' + \frac{c}{a}x - \frac{f(t)}{a}\right) dt + x'_0$ .

en intégrant de nouveau on a :  $x = -\int_0^t (-x') dt + x_0$ .



## 5. Evolution des facteurs d'échelles.

Il faut mettre en évidence, le fait qu'il n'existe pas de méthode simple pour évaluer les valeurs max des variables et de leurs dérivées dans l'Eq diff. Car on doit considérer à la fois les conditions initiales et la valeur de la fonction  $f(t)$  qui apparaît dans le membre à droite. Et chaque type d'Eq diff, a une méthode propre.

### A. Equation diff du 1<sup>er</sup> ordre :

cd initiale :  $f(t) = 0$  alors  $ax' + bx = 0 \rightarrow x' = -\frac{b}{a}x \rightarrow x = x_0 e^{-\frac{b}{a}t}$   
 $x(0) = x_0$ .

si  $\frac{b}{a} > 0 \rightarrow x(t)$  est décroissante et  $\begin{cases} |x(t)|_{\max} = |x_0| \text{ (Valeur initiale de } x) \\ |x'(t)|_{\max} = \left| \frac{b}{a} x \right|_m \end{cases}$

### B. Equation diff du Second ordre :

$$ax'' + bx' + cx = f(t) \rightarrow x'' + 2\xi\omega_n x' + \omega_n^2 x = f(t)$$

cd initiale :  $f(t) = 0$   
 $\xi \geq 0$  (le système est décroissant).  
 $x(0) = x_0$ .  
 $x'(0) = 0$ .

pour  $\xi = 0$   $|x|_{\max} = |x_0|$  ;  $|x'|_m = \omega_n |x|_m$  ;  $|x''|_m = \omega_n^2 |x|_m$ .

pour  $0 < \xi < 1$  les valeurs de  $|x'|_m$  et  $|x''|_m$  sont inf à celles données précédemment.

$$|x'|_m < \omega_n \sqrt{1 - \xi^2} |x|_m ; |x''|_m < \omega_n^2 (1 - \xi^2) |x|_m$$

### C. Equation diff d'ordre n :

Pour une equation différentielle d'ordre quelconque, on peut employer la règle empirique, suggérée par A.S Jackson dans son livre Analog Computation pour obtenir des évaluations, des valeurs max de  $x$  et de ses dérivées.

La Règle des Coefficients égaux :

$$a_n x^{(n)} + a_{n-1} x^{(n-1)} + \dots + a_1 x' + a_0 x = f(t) \quad \text{tel que } x^{(r)} = \frac{d^r x}{dt^r} \quad (r = 1, 2, \dots, n)$$

pour simplifier on prend les cd initiales nulles :  $f(t) = 0 \quad t < 0$   
 $f(t) = A \quad t \geq 0 \quad A = ct_0$ .

Dans ces conditions on a :  $|x^{(n)}|_m = A/a_n$  et  $|x|_m = 2A/a_0$ .

on a alors :  $A \left\{ \frac{x^{(n)}}{A/a_n} \right\} + a_{n-1} |x^{(n-1)}|_m \left\{ \frac{x^{(n-1)}}{|x^{(n-1)}|_m} \right\} + \dots + a_1 |x'|_m \left\{ \frac{x'}{|x'|_m} \right\} + 2A \left\{ \frac{x}{2A/a_0} \right\} = f(t)$

L'évaluation des valeurs maximales :  $|x^{(1)}|_m, |x^{(2)}|_m, \dots, |x^{(n-1)}|_m$  sont déterminées en rendant égaux les coeff. des variables normalisées

$$A = a_{n-1} |x^{(n-1)}|_m = a_{n-2} |x^{(n-2)}|_m = \dots = a_1 |x'|_m \text{ et } |x|_m = 2A/a_0$$

Il ya une condition restrictive. les valeurs  $|x^{(1)}|_m, \dots, |x^{(n)}|_m$  doivent former une suite croissante ou décroissante.

A - Introduction :

La solution à la vaste gamme des problèmes qu'on peut soumettre au calculateur analogique peuvent couvrir des durées variant de quelques micro secondes à plusieurs heures . Dans tous les cas , sauf ceux qui comportent une durée de résolution de quelques secondes , le changement de l'échelle de temps est obligatoire .

La rapidité de réponse du calculateur et des appareils qui

lui sont associés impose la durée minimale de résolution pour la machine . La durée maximale est obligatoirement déterminée par la commodité d'emploi du calculateur et des appareils d'enregistrement ( Les limites sont aussi fonction de la bande passante des opérateurs ) .

La nécessité de modifier l'échelle de temps apparait dans les équations de calcul . On verra d'après ces équations que les coefficients des variables modifiées sont les facteurs de gain d'entrées des intégrateurs .

Dans les calculateurs équipés de résistances d'entrées et de condensateurs de réaction fixes , il y a gain maximale ( 10 Habituellement ) qui ne peut être dépassé . On admet que la pratique du calcul nécessite des gains compris entre 1 et 50 . C'est pourquoi si dans les équations de calcul, des gains extérieurs à l'intervalle admissible apparaissent , il faut changer l'échelle de temps . Ce changement peut se faire de deux manières :

- Manuelle dans le cas des calculateurs classiques
- Par commutation programmée dans le cas des calculateurs hybrides .



Soit l'exemple suivant:

$$x'' = 50000 - 50x' - 40000x$$

à  $t=0$   $x = x' = 0$

et on démontre que:  $0 < x < 10$  et  $-500 < x' < 500$ .

alors:  $|x|_m = 10$  et  $|x'|_m = 500$ .

d'où les facteurs d'échelle sont: a/  $x$   $K_1 = \frac{1}{10}$

b/  $x'$   $K_2 = \frac{1}{500}$

les Equat de Calcul sont:  $\frac{x'}{500} = - \int_0^t [50(\frac{x'}{500}) + 800(\frac{x}{10}) - 100] dt + (\frac{x'}{500})_0$

$$\frac{x}{10} = \int_0^t 50(\frac{x'}{500}) dt + (\frac{x}{10})_0$$

des gains de 50, 800, 100 et 50 seront nécessaires, et il faut donc changer l'échelle de temps

On peut aussi voir que dans ce problème  $\omega = 200\sqrt{\frac{63}{64}}$ , Une fréquence aussi élevée est susceptible de produire des erreurs importantes dans les appareils d'enregistrement et les autres éléments de calcul.

## B. Méthode de changement d'Echelle de Temps:

On peut effectuer le changement d'Echelle de temps de 2 façons.

1. La première consiste à réécrire les Eq du problème de la façon suivante. Si  $T$  est le temps machine et  $t$  le temps réel on aura.

$$T = \alpha t$$

si  $\alpha > 1$  La Solution est ralentie dans un rapport  $\alpha$

si  $\alpha < 1$  " est accélérée " " " " "

Les dérivés deviennent

$$\frac{d}{dt} = \frac{d}{d(T/\alpha)} = \alpha \frac{d}{dT} ; \frac{d^2}{dt^2} = \frac{d}{d(T/\alpha)} \left( \alpha \frac{d}{dT} \right) = \alpha^2 \frac{d^2}{dT^2}$$

et de façon générale  $\frac{d^n}{dt^n} = \frac{d^n}{dT^n} \alpha^n$

En ralentissant le problème posé précédemment dans un rapport  $\alpha = 100$  l'Eq devient

$$10^4 \frac{d^2 x}{dT^2} = 5 \cdot 10^4 - 5 \cdot 10^3 \frac{dx}{dT} - 4 \cdot 10^4 x \quad \text{d'après} \quad \left\{ \begin{array}{l} x' = 5 \cdot 10^4 - 50x' - 4 \cdot 10^4 x \\ \alpha^2 \frac{d^2 x}{dT^2} = 5 \cdot 10^4 - 50 \alpha \frac{dx}{dT} - 4 \cdot 10^4 x \end{array} \right.$$

$$\rightarrow x'' = 5 - 0,5x' - 4x$$

Les intervalles de variation des variables sont alors

$$0 < x < 10 \quad \text{et} \quad -\frac{500}{100} < x' < \frac{500}{100} \quad \text{cad} \quad -5 < x' < 5.$$

et les nouveaux facteurs d'échelle sont a/  $x$   $K_1 = \frac{1}{10}$

b/  $x'$   $K_2 = \frac{1}{5}$

$$\text{d'où } \frac{x'}{5} = - \int_0^T \left( 0,5 \left( \frac{x'}{5} \right) + 8 \left( \frac{x}{10} \right) - 1 \right) dT$$

$$\frac{x}{10} = \int_0^T \frac{1}{2} \left( \frac{x'}{5} \right) dT \quad \text{Les gains nécessaires sont maintenant } 0,5, 8, 1, 0,5 :$$

$\omega = 2\sqrt{63}/64$  ce qui montre que le problème a été ralenti de les proportions voulues.

2. La Seconde Méthode de changement d'Echelle consiste à changer la Vitesse d'Intégration.

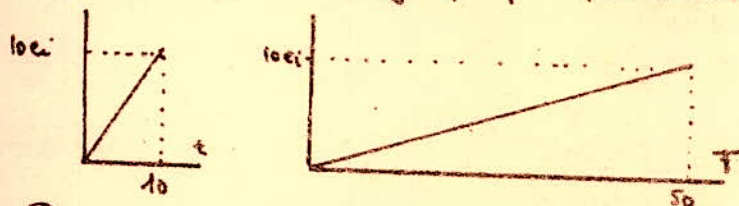
Cette méthode est préférable à la première, car les deux changements d'Echelle restent séparés et elle ramène également le changement de temps à une simple opération mécanique.

On considère l'intégrale  $\int_0^{10} e_i dt = e_i [t]_0^{10} = 10e_i \quad e_i = c_i^0$

Si on change la variable indépendante  $t$  en  $T$  par la relation  $T = 5t$  en substituant

$$\text{on a } dt = \frac{1}{5} dT \rightarrow \frac{1}{5} \int_0^{50} e_i dT = \frac{e_i}{5} (T)_0^{50} = 10e_i$$

On peut représenter graphiquement cette intégration



Dans un calculateur, un intégrateur accomplit l'opération

$$e_o = -\frac{1}{RC} \int_0^{t_1} e_i dt + E_o \quad \text{En substituant la nouvelle variable } T \text{ on a: } T = \alpha t$$

$$e_o = -\frac{1}{RC} \int_0^{\alpha t_1} e_i \frac{1}{\alpha} dT + E_o = -\frac{1}{\alpha RC} \int_0^{\alpha t_1} e_i dT + E_o$$

Ainsi pour changer l'échelle des temps dans un rapport  $\alpha$ , il suffit de changer la  $CR$  de temps  $RC$  de l'intégrateur en  $\alpha RC$ . Comme on l'a montré, la Résolution d'une Equation différentielle au moyen d'un calculateur analogique comporte des intégrations successives. L'échelle des temps dans une telle Equat peut être modifiée par changement des  $CR$  de temps de l'intégrateur.

Remarque, aussi que les termes en  $dx/dt$  et  $d^2x/dt^2$  doivent être remplacés par  $\alpha dx/dT$  et  $\alpha^2 d^2x/dT^2$ . Dans l'interprétation des résultats, il faut évidemment tenir compte du nouveau facteur d'échelle des Temps.

La manière la plus commode de le faire est de réétalonner l'axe des temps en fonction de  $T/\alpha$ .

## 8 Controle du mode de la machine :

Un calculateur analogique universel doit posséder au minimum 4 modes .

### 1 - Mode étalonnage des potentiomètres :

Dans ce mode tous les potentiomètres , sont reliés à la tension de référence . De plus tous les reseaux d'entrée des amplificateurs ont leur point commun à la masse afin d'éviter de saturer les amplificateurs au cours des manipulations d'étalonnage et en conséquence d'assurer en particulier que le curseur du potentiomètre à étalonner à bien la charge électrique prévue .

( Dans le cas du calculateur hybride , s'assurer que les potentiomètres affichent bien la tension désirée ) .

### 2 - Mode condition initiale :

Dans ce mode les valeurs initiales sont appliquées aux intégrateurs

### 3 - Mode calcul :

Les opérateurs , ont tous leurs reseaux d'entrée et de contre réaction connectés aux amplificateurs de calcul de façon à remplir leur fonction de sommation , intégration , ...

### 4 - Mode gel :

Ce mode permet de figer les tensions de calcul à la valeur qu'elles avaient à l'instant , ou l'on est passé en position gel ceci est obtenu en déconnectant les reseaux d'entrée des intégrateurs qui se trouvent alors montés comme indiqué (Voir fig 8°)

### Dispositif de saturation :

C'est un dispositif lumineux ou sonore qui indique la saturation d'un des éléments du calculateur (intégrateur , sommateur , ...)

### III/ L'UNITE CENTRALE ' LE MPU MC 6800 '.

#### 1/ DESCRIPTION GENERALE du MPU

- Le MC 6800 est un microprocesseur monolithique de 8 bits, réalisant la fonction d'unité centrale pour la famille Motorola du MC 6800. Le MC 6800, comme toute sa famille, est compatible TTL. Il ne demande qu'une alimentation de + 5V.

- Le Bus d'Adresse comprend 16 lignes ce qui donne au MPU une Capacité d'adressage de 64 K octets mémoires. Le Bus donnée de 8 bits est bi-directionnel et à sorties trois états ce qui permet l'accès direct mémoire et les configurations multi-microprocessing.

- Le MC 6800 dispose de:72 instructions de longueur variable et de sept modes d'adressage  
:le direct, relatif, immédiat, indexé, étendu, implicite et accumulateur.

- Pile externe de longueur variable
- Redémarrage vectorisé, RESET
- Vecteur d'interruption masquable, IRQ
- Interruption non-masquable, NMI
- Sauvegarde des registres internes dans la pile
- Six registres internes : deux accumulateurs, un Registre d'index, un compteur de programme, un pointeur de pile et un Registre d'état ( 6 Codes ).
- Horloge : deux phases séparées ( sans recouvrement )  
fréquence maximale 1 MHZ
- Simple interface avec le Bus, sans circuit TTL
- Possibilité d'arrêt et d'exécution pas à pas  
( voir diagramme symbolique du MPU FIG 1 ).

#### 2/ REGISTRES INTERNES DU MC 6800

Le MPU a trois registres de 16 bits et trois registres de 8 bits accessibles par programme.

A/ Compteur programme : " program Counter "

C'est un registre de 16 bits qui contient l'adresse courante dans le programme pointeur de pile.

### B/ POINTEUR DE PILE " STACK POINTER "

C'est un registre de 16 bits qui contient l'adresse de la position disponible dans une pile externe à fonctionnement " dernier entré ", " premier sorti ". Cette pile est généralement une RAM ( mémoire en lecture /Ecriture). et peut se situer à n'importe quelle adresse.

Remarque : Dans les applications qui demandent la sauvegarde d'informations dans la pile en cas de coupure d'alimentation. La pile sera de type non-volatile.

### C/ REGISTRE D'INDEX " Index Register "

Le registre d'index est un registre de 16 bits qui peut être utilisé pour des transferts de données ou comme index dans le mode d'adressage indexé.

### D/ ACCUMULATEUR

Le MPU possède deux accumulateurs ( Acc. A et Acc.B) qui sont utilisés pour contenir des opérandes et des résultats de l'Unité Arithmétique et logique.

### E/ REGISTRE D'ETAT " Condition Code Register "

Le registre d'état contient le bit de Masque d'interruption et cinq bits indiquant les résultats d'une opération de l'Unité Arithmétique et Logique ( Voir fig 2).

\* H.(Half Carry) demi retenue : mis à 1 s'il y a retenue qui passe du bit 3 au bit 4 par suite d'une instruction ADD, ABA, ADC dans l' Acc.A ou Acc.B.

\* Im(Interrup. Mask) Masque d'interruption

Mis à 1 par une interruption hardware ou Software

\* N Négative : la mise à 1 de ce bit indique que le résultat est négatif (  $b_7$  du résultat = 1).

\* Z. Zéro : la mise à 1 de ce bit indique le résultat est nul.

\* V(Overflow) Dépassement : la mise à 1 de ce bit indique que le résultat a débordé la capacité de 8 bits complémenté à deux des registres A ou B.

\* C (Carry) Retenue : Ce bit est mis à 1 s'il y a une retenue à partir du bit 7 du résultat à la suite d'une opération entre accumulateurs.

Les bits inutilisés 6 et 7 sont toujours à 1.

### 3/ Description des signaux du MPU

\* Horloges : Phase 1 et Phase 2

Deux entrées d'horloge pour deux phases d'horloge sous recouvrement fonctionnant au niveau Vcc.

\* Bus Adresses ( A0 - A15 )

Seize broches sont utilisées. Ces sorties sont à trois états et peuvent commander une charge TTL. Dans l'Etat haute Impédance les sorties sont pratiquement en circuit ouvert. Ceci permet l'utilisation du MPU dans les applications d'accès direct mémoire.

\* Bus Données ( D0 - D7 ).

Le bus données ( 8 Bits ) est bi-directionnel et permet le transfert de données entre le MPU et les circuits mémoires ou périphériques. Les amplificateurs de sortie sont à trois états et peuvent commander une charge TTL.

\* HALT ( Arrêt )

Le MPU est arrêté quand cette entrée est au niveau bas. Quand cette entrée passe au niveau bas, le MPU s'arrête à la fin de l'exécution d'une instruction.

La sortie Bus Disponible BA=1.

et la sortie Valid Address Memory VMA=0 et les sorties trois états seront mises dans l'état haute Impédance.

\* Lecture / Ecriture ( R/ $\bar{W}$  ).

Cette sortie trois états compatible TTL indique aux circuits mémoires et périphériques que le MPU.

Lecture ( R/ $\bar{W}$  ) = 1

Ecriture ( R/ $\bar{W}$  ) = 0

Cette sortie peut commander une charge TTL.

\* Adresse mémoire Valide ( VMA ).

Cette sortie indique aux circuits périphériques qu'il y a une adresse valide sur le Bus Adresse ( VMA = 1 ).

Généralement, ce signal sera utilisé pour la sélection des circuits.

\* Remise à l'Etat Initial ( RESET).

Cette entrée est utilisée pour mettre à l'état initial et démarrer le MPU après une mise sous-tension ou une panne d'alimentation.

Le passage à l'Etat de cette entrée conduit le MPU à commencer la séquence de redémarrage.

Remarque : Pour plus de détail, et pour les autres signaux du MPU Voir bibliographie.

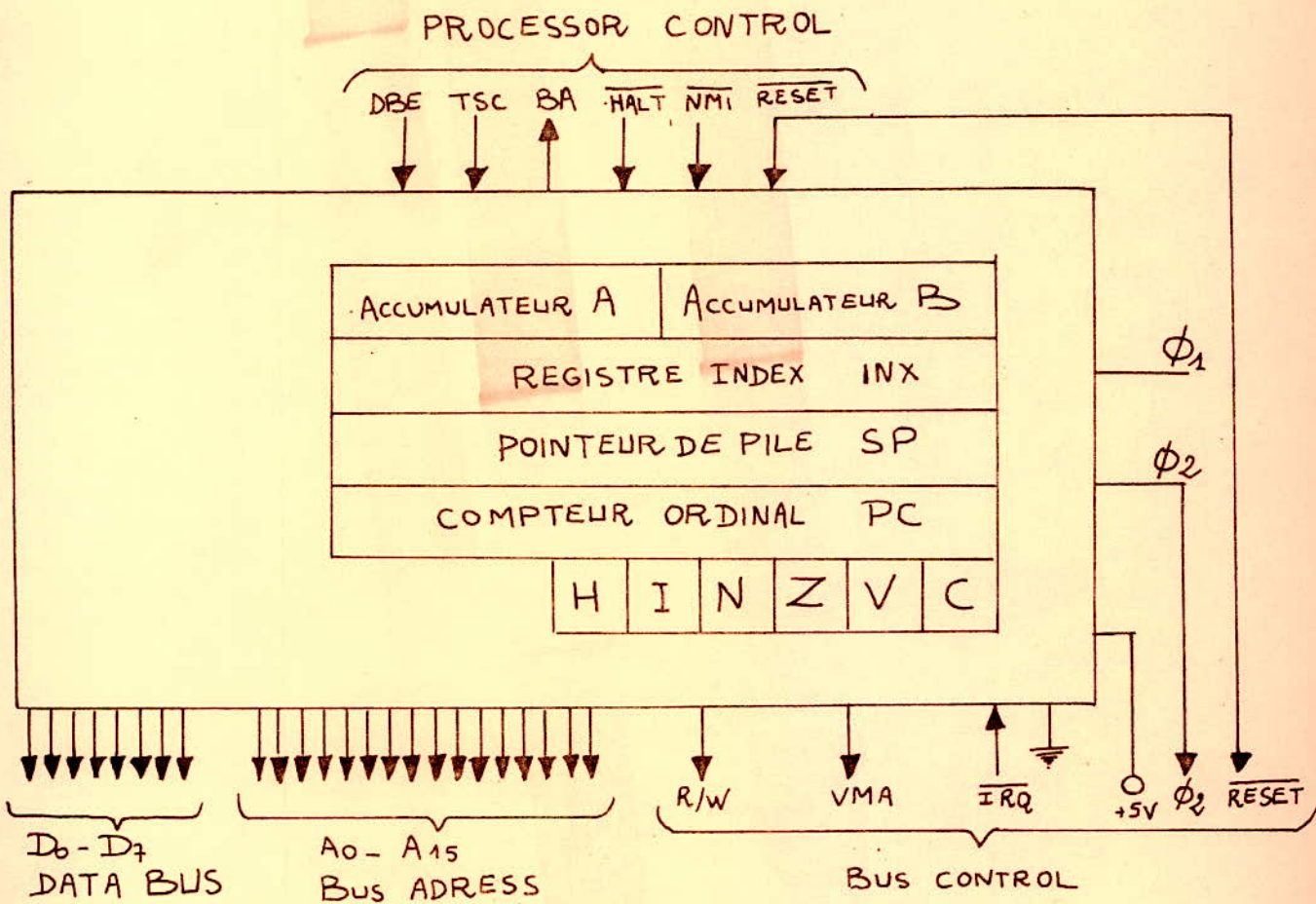


Fig1 : ORGANISATION INTERNE DU MC 6800



IV/PERIPHERAL INTERFACE ADAPTER (PIA : MC6820)

1/Description générale du PIA

Le PIA est un circuit d'interface, permettant de connecter une unité périphérique au MC 6800.

La configuration fonctionnelle du PIA est programmée par le MPU.

Chacune des 16 lignes de données vers la périphérie peut être programmée pour être utilisée soit en entrée, soit en sortie.

Chacune des 4 lignes de commande peut être programmée pour un des modes de fonctionnement possibles (Handshaking, Pulse-strobe, Set-Reset)

Le PIA comporte:

- bus données 8 bits bi-directionnels vers le MPU (D0-D7)
- deux lignes d'interruption vers le MPU ( $IRQ_A$ ,  $IRQ_B$ )
- deux bus bi-directionnels vers la périphérie Port A ( $PA_0$ - $PA_7$ )  
PORT B ( $PB_0$ ,  $PB_7$ )
- deux registres internes de commande programmables (CRA-CRB)
- deux registres "tampon" de données (ORA-ORB)
- deux registres de sens de transfert des données (commande du sens de transfert de chaque ligne de données vers la périphérie)  
(DDRA-DDRB).
- quatre lignes de contrôle de la périphérie: deux en entrée (entrées d'interruption,  $CA_1$  -  $CB_1$ ) et deux soit en entrée, soit en sortie ( $CA_2$  -  $CB_2$ )
- système d'interruption commande par programme avec possibilité de masquage (d'inhibition)

Voir figure 1 Organisation interne du PIA.

## 2/ Lignes de liaison entre le PIA et MPU

Les lignes de liaison du PIA au MPU comprennent : un bus données 8 bits bidirectionnel ; trois lignes de selection du boitier, deux lignes de selection de registres, la ligne Lecture/Ecriture, la ligne d'Activation  $\bar{E}$  et la ligne de mise à l'état initial (RESET).

### \* Bus données $D_0 - D_7$

### \* Ligne d'activation E "Enable"

L'impulsion d'activation E est le seul signal de synchronisation fourni au PIA. La synchronisation de tous les autres signaux est faite à partir des fronts montant et descendant de l'impulsion E. Ce signal dérive généralement du signal  $\emptyset 2$  du MPU.

### \* Entrée de lecture/Ecriture (R/W)

Ce signal est produit par le MPU pour spécifier le sens de transfert de données sur le bus donnée .

$R/\bar{W} = 0$  (Ecriture) La donnée est transférée du MPU vers le PIA sur l'impulsion E .

$R/\bar{W} = 1$  (LECTURE ) Le PIA est préparé à faire un transfert de donnée vers le bus donnée .

### \* Mise à l'état initial (RESET)

La ligne RESET à l'état bas, permet de remettre les registres internes du PIA à zéro.

### \* Entrées de selection du boitier $CS_0$ , $CS_1$ et $\overline{CS_2}$

Ces trois signaux d'entrées sont utilisés pour adresser le PIA. Il faut que  $CS_0 = CS_1 = 1$  et  $\overline{CS_2} = 0$  pour que le circuit soit sélectionné.

### \* Entrées de selection des registres $RS_0$ et $RS_1$

Ces deux lignes sont utilisées pour selecter un des registres internes du PIA.

La selection d'un des registres du PIA se fait par ces deux lignes et

par les registres de contrôle (voir table 1).

Il est important de remarquer que seuls 2 registres sont sélectionnés directement grâce à ces deux lignes (RS0, RS1) : ce sont les registres CRA et CRB les autres étant sélectionnés par l'intermédiaire de RS0, RS1 et le bit 2 de CRA (CRB).

\* Ligne de demande d'interruptions  $\overline{IRQ}_A$  et  $\overline{IRQ}_B$

### 3/REGISTRES INTERNES DU PIA

Chacun des registres internes du PIA est considéré par le MPU comme un emplacement mémoire adressable.

Si l'on regarde cette organisation interne plus en détails, on constate que le PIA est divisé en 2 parties symétriques et indépendantes (voir fig1 organisation interne du PIA)

\* Le registre de contrôle (CRA ou CRB) "Control Register"

Il sert à fixer le sens de l'échange des données.

Chaque bit du registre DDRA (DDRB) détermine le sens (entrée ou sortie) de la ligne correspondante du Port A ou B.

L'écriture d'un "0" configure la ligne en entrée, celle d'un "1" définit la ligne en sortie.

\* Le registre de données (ORA ou ORB) "Output Register"

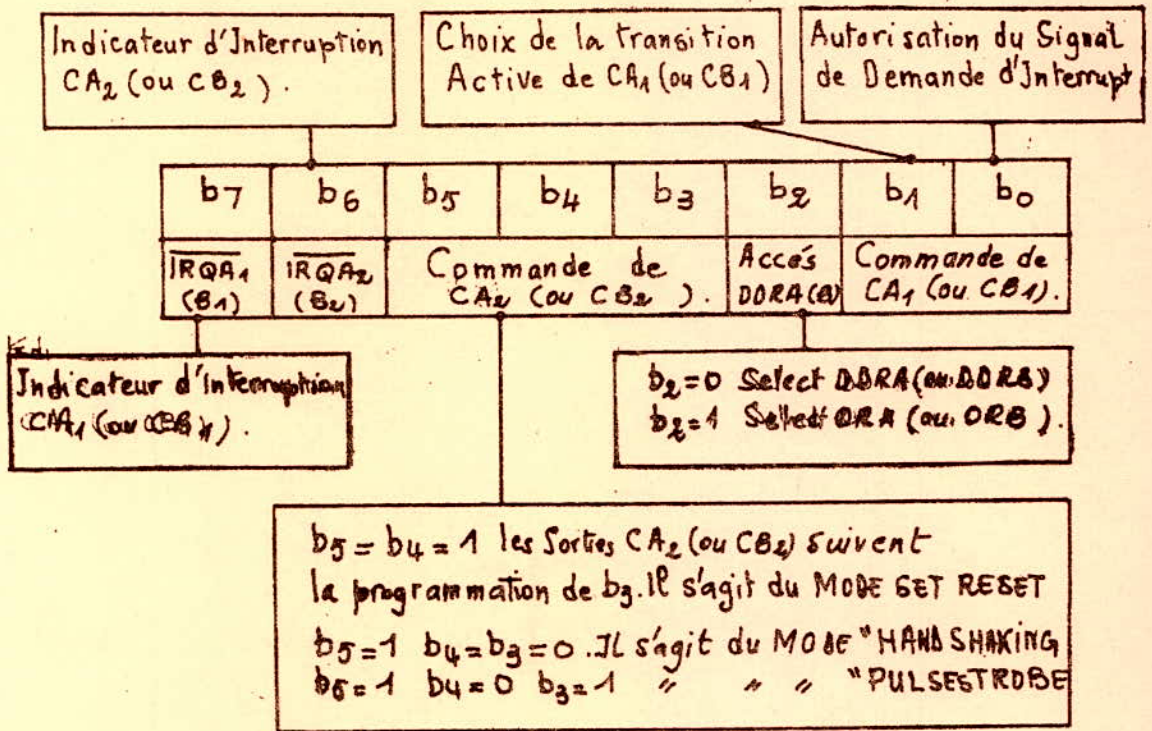
Ce registre sert de "tampon" d'échange des données entre le MPU et les organes périphériques.

### 4/ MODE PROGRAMME (SET-RESET)

Cette procédure est définie par les bits  $B_5B_4 = 11$  de CRA (CRB)

Dans ces conditions les sorties  $CA_2$  ( $CB_2$ ) recopient l'état logique du bit 3, dont la valeur dépend des opérations d'écriture du microprocesseur dans le registre de contrôle CRA (CRB).

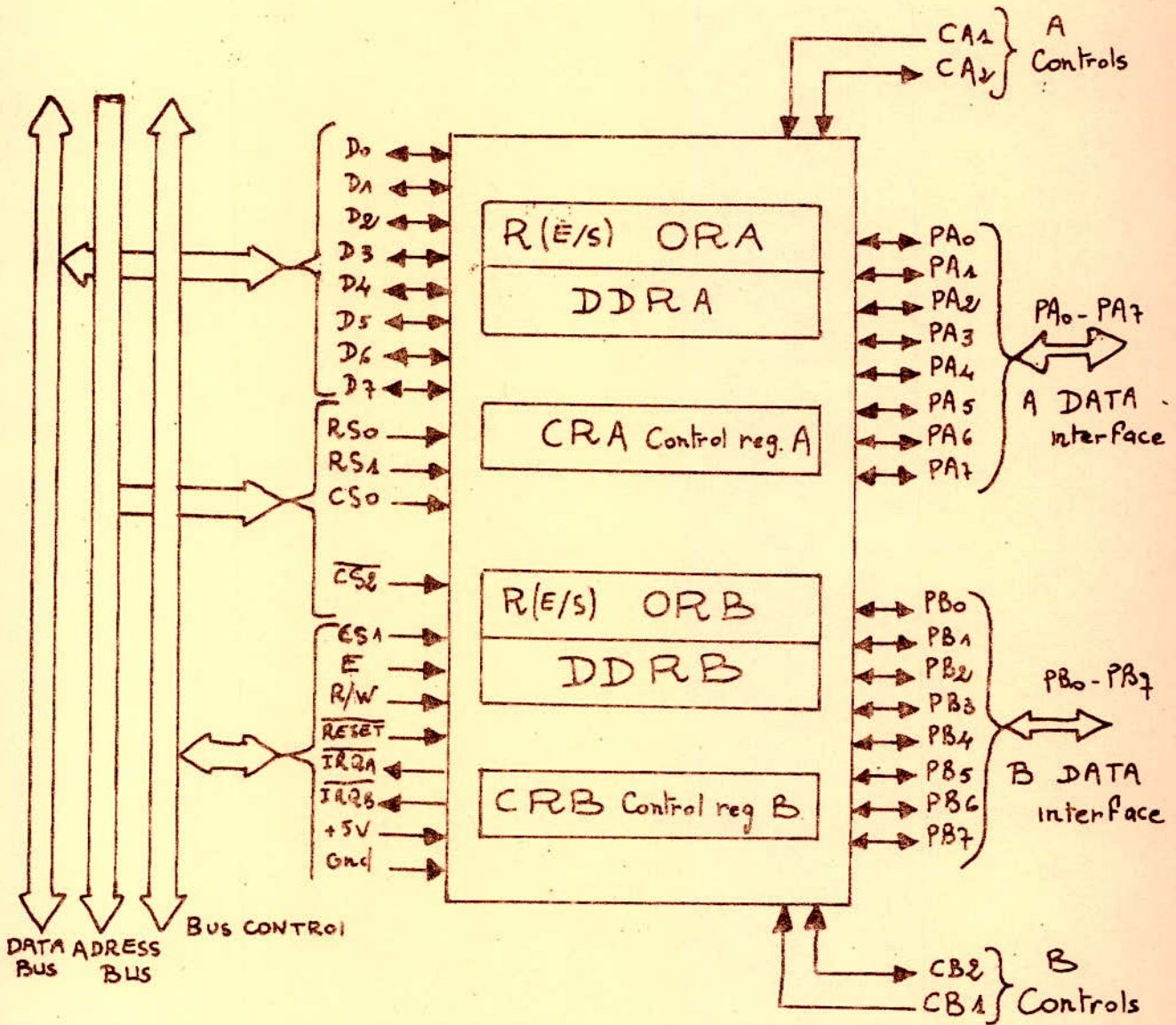
Voir programme test pour une seule acquisition de données où le PIA de la carte DVM est utilisée en mode SET/RESET (mode programmé).



### Programmation du Registre de Contrôle

| RS1 | RS2 | CRA <sub>2</sub> | CRB <sub>2</sub> | Registre Sélectionné |
|-----|-----|------------------|------------------|----------------------|
| 0   | 0   | 1                | -                | ORA                  |
| 0   | 0   | 0                | -                | DDRA                 |
| 0   | 1   | -                | -                | CRA                  |
| 1   | 0   | -                | 1                | ORB                  |
| 1   | 0   | -                | 0                | DDRB                 |
| 1   | 1   | -                | -                | CRB                  |

Table 1 : Tableau d'adressage des registres internes du PIA



MC6880 PIA (PERIPHERAL INTERFACE ADAPTER)

V/ CARTE DIGITAL VOLTMETRE ( D.V.M.)

I/ INTRODUCTION

La carte DVM ( DIGITAL VOLTMETRE) a pour role d'effectuer la conversion analogique numérique d'un signal. Une grandeur analogique est appliquée à l'entrée d'un échantillonneur bloqueur ( TP 4853). La sortie de ce dernier est appliquée à un convertisseur analogique/digital de 12 bits ( TP 4132-22) qui convertit l'information analogique en données numériques au rythme d'une horloge, commandée par le MPU. La carte DVM permet de faire une seule acquisition, ou plusieurs acquisitions successives suivant la programmation du microprocesseur.

L'acquisition des données est obtenue par lecture des registres internes( ORA, ORB) du PIA ( Périphéral Interface Adapter). Les données sont converties du binaire en décimal et visualisées grâce à un programme spécifique.

2/ Le monostable ( SN 74121)

Le CI SN 74121 est un monostable ( voir Annexe). Dans notre cas, les broches 4 et 5 sont au niveau "1" (5V), de cette manière le monostable ne réagit que sur les fronts descendants des impulsions CA 2 arrivant en A1 (broche 3).

3./Echantillonneur bloqueur

A/ Définition

L'échantillonneur parfait délivre à partir du signal continu F(t) une suite d'impulsions de Dirac.

$$F^*(t) = \sum_{n=0}^{\infty} F(nT)d(t - nT)$$

où F\*(t) = signal échantillonné avec une période T

F(t) = signal continu

F(nT) =:valeur numérique de l'échantillon à l'instant nT

Dans la pratique le prélèvement de F(nT) ne saurait être instantané ( temps de codage et de transfert) et l'on peut considérer plus exactement l'échantillonneur comme un interrupteur se fermant tous les temps T pendant une durée b.

La théorie de ce type d'échantillonnage peut être menée à bien et permet de retrouver comme cas limite l'impulsion idéale (  $b$  tend vers 0 ). Cependant l'approximation pour un échantillonnage parfait est justifiée si la durée du cycle de calcul est grande devant la constante de temps RC du système.

A l'heure présente, tout système numérique qui traite des informations à caractères analogiques dispose d'un échantillonneur, c'est dire l'importance de cette fonction qui devient aussi fondamentale que l'amplification.

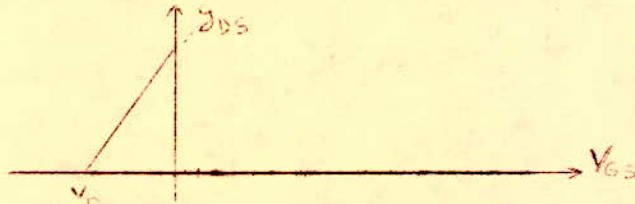
### B/ Principe d'un échantillonneur et d'un échantillonneur bloqueur.

( Sample Hold Amplifier )

L'interrupteur de la fig(1) est électronique ( à FET ) sa fermeture est commandée par un signal d'échantillonnage.

#### a) Rappel sur le FET

SOIT un FET à canal N



Principe de fonctionnement en commutation.

$V_{GS} = 0$       $R_{DS}$  minimale (RON) (quelques dizaines d'Ohm)  
( interrupteur fermé )

$V_{GS} = V_p (-6V)$       $R_{DS}$  maximale ( quelques MOhm ) inter-  
rupteur ouvert.

#### b) Schéma de principe de l'échantillonneur ( voir fig2)

On veut échantillonner des signaux variant entre -10V et +10V. Pour cela en tenant compte des conditions ON (saturation) et OFF ( blocage ) d'un FET (  $V_p = -6V$  ). Il faudrait que la tension  $V_G$  appliquée au FET varie entre -20V et + 12V.

Comme le signal d'échantillonnage  $V_T$  varie entre 0V et +5V ( logique TTL ) la présence d'un interface s'avère donc nécessaire. La diode et la résistance  $R_B$  permettent d'avoir l'échantillonnage complet.

c) Schéma de principe de l'échantillonneur-bloqueur

Supposons que nous voulions mémoriser cette valeur d'échantillon la résistance de sortie  $R_C$  peut être remplacée par une capacité qui se chargera à la valeur  $V_e(t)$ . On voit ainsi d'après le chronogramme de la fig.4, une période d'échantillonnage ou d'acquisition ( Sample) et une, de blocage ou maintien ( Hold). Ce système constitue un échantillonneur-bloqueur dont le schéma de principe est donné par la figure5. En effet supposons que le système soit chargé par une résistance non infinie ( ce qui est le cas dans la pratique) lors du blocage, la capacité étant déconnectée de la source, se déchargera dans la résistance de charge de l'ensemble.

Le schéma de la figure6 peut résoudre la problème.

Soit les 2 phases de fonctionnement.

1<sup>ère</sup> phase : échantillonnage

Le FET est équivalent à un court-circuit, le schéma résultant de la figure 6 est celui d'un filtre de fonction de transfert :

$$\frac{V_s}{V_e} = \frac{-R}{R(1+RCp)} = \frac{-1}{1+RCp} = \frac{-1}{1+\tau p}$$

d'où  $V_s = -V_e(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$  pour avoir pratiquement  $V_s = -V_e$ , il faut que  $t_a \gg \tau$ . Ce qui est le cas pour la carte DVM ( $4\mu s \gg 0,1\mu s$ )

2<sup>ème</sup> phase : Blocage

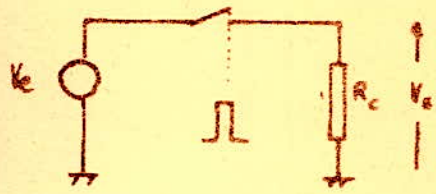
Le FET est équivalent à une résistance de valeur infinie. Ainsi la capacité est fermée sur l'impédance d'entrée de l'amplificateur opérationnel ( qq MOhms). et ceci quelquesoit l'impédance de charge du système connectée sur la sortie de l'amplificateur.

4/ Conversion analogique/ Numérique :A/ Convertisseur A/N rapide:

L'un de ces types est le convertisseur par approximations successives ( voir fig 1).

Le bloc logique de ce schéma doit réaliser à partir de l'ordre de conversion start, le travail suivant ( le registre





- fig 1 -

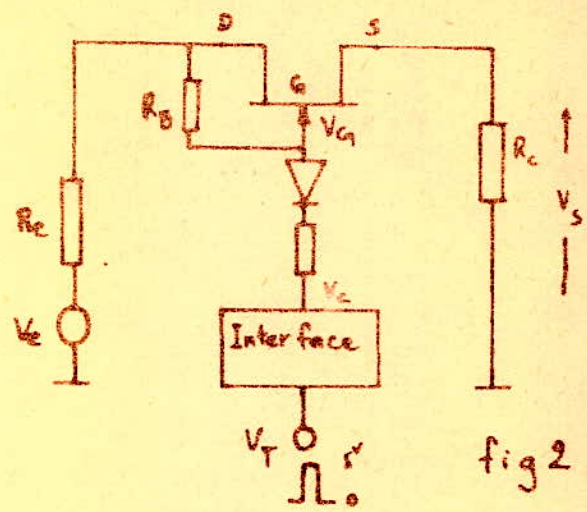
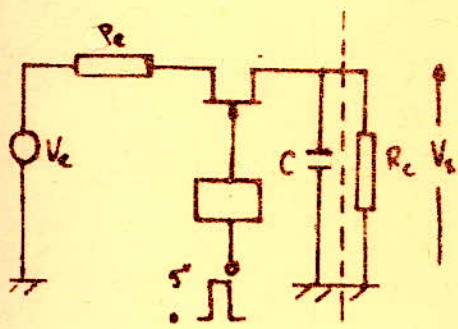
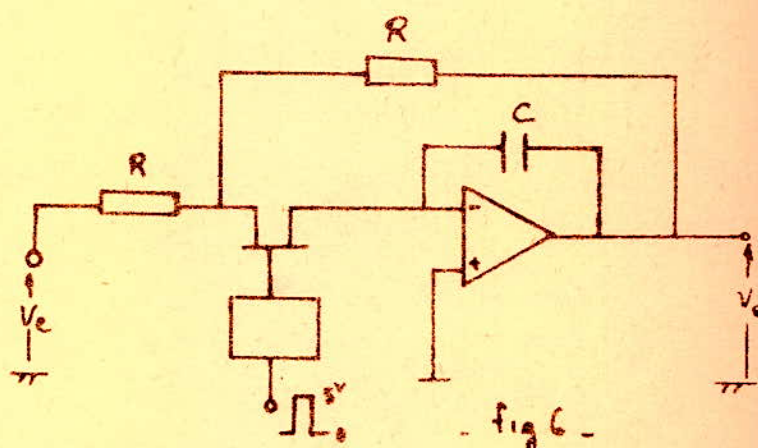


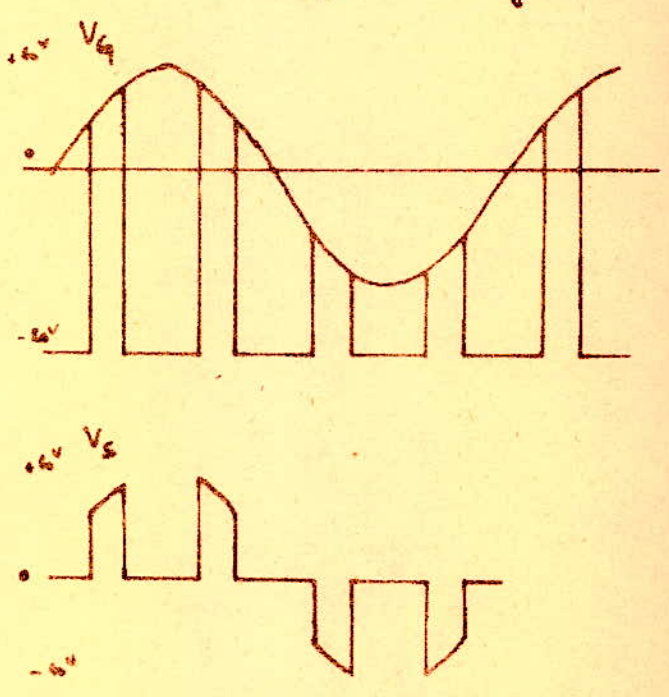
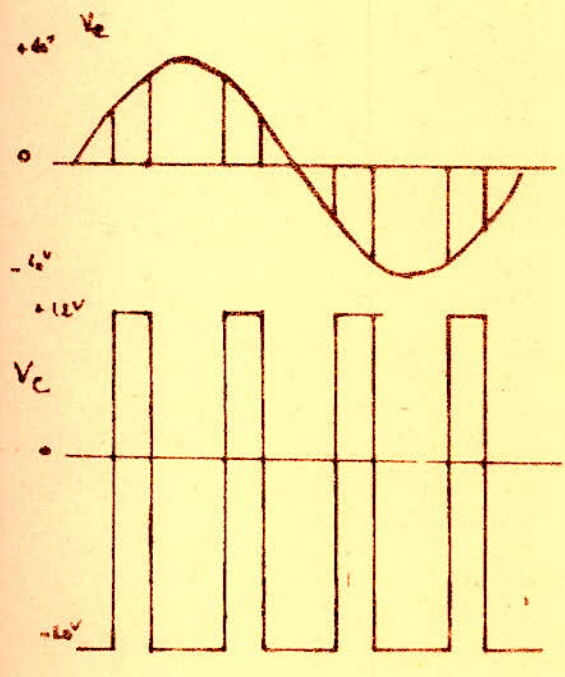
fig 2



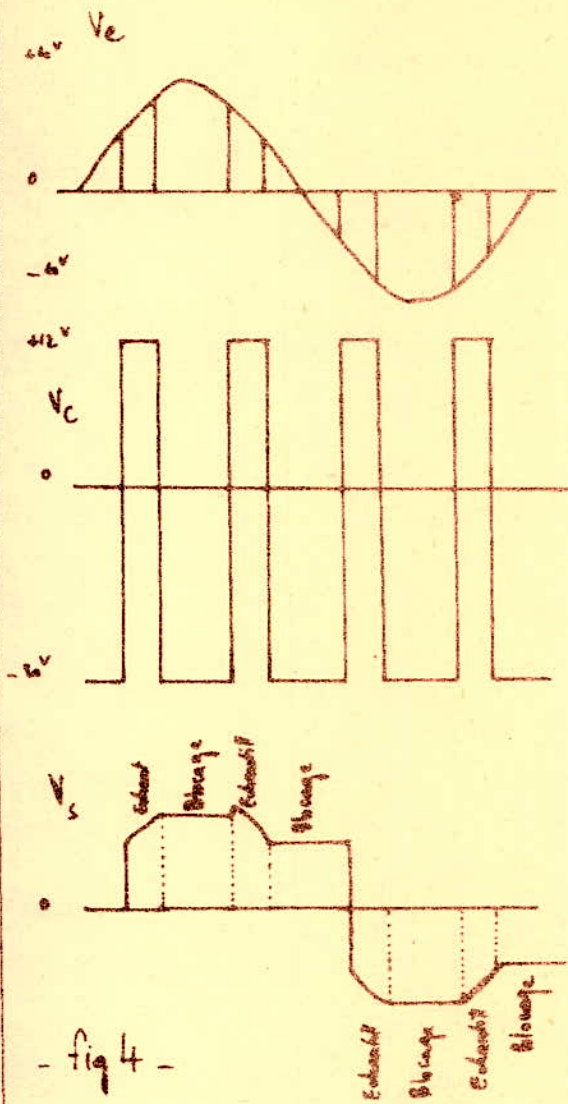
- fig 5 -



- fig 6 -



- fig 3 -



- fig 4 -

Chronogramme d'Echantillonnage  
avec Blocage -

du résultat étant à zéro).

- mettre à 1 le bit du plus fort poids ( MSB) ici le bit 1. Le registre du résultat affichant alors 1 000 0000 0000 qui est converti analogiquement par le CN/A est comparé à la tension d'entrée. Si le résultat de la comparaison est  $V_{\text{imput}} > V_{\text{CN/A}}$  le bloc logique doit laisser le bit 1 à 1, dans le cas contraire il doit remettre à 0 le bit 1.

- le bloc logique doit recommencer le travail pour le bit suivant ( MSB - 1 ) et ainsi de suite, jusqu'à l'erreur spécifiée (  $> \frac{1}{2}$  LSB) voir fig 2. (Functional Block Diagram).

## B/ Caractéristiques d'un CN/A

### a) Résolution

Elle est donnée par le nombre de bits que le convertisseur peut accepter. Elle définit l'amplitude de la plus petite variation de tension de sortie que l'on peut obtenir compte tenu du nombre de bits à l'entrée :

$$r = \frac{U_{\text{réf}}}{2^n}$$

### b) Temps de conversion

C'est le temps nécessaire pour que le signal de sortie atteigne la valeur désirée à l'erreur spécifiée. Il dépend des éléments utilisés notamment des interrupteurs et tient compte des retards des différents temps de montée.

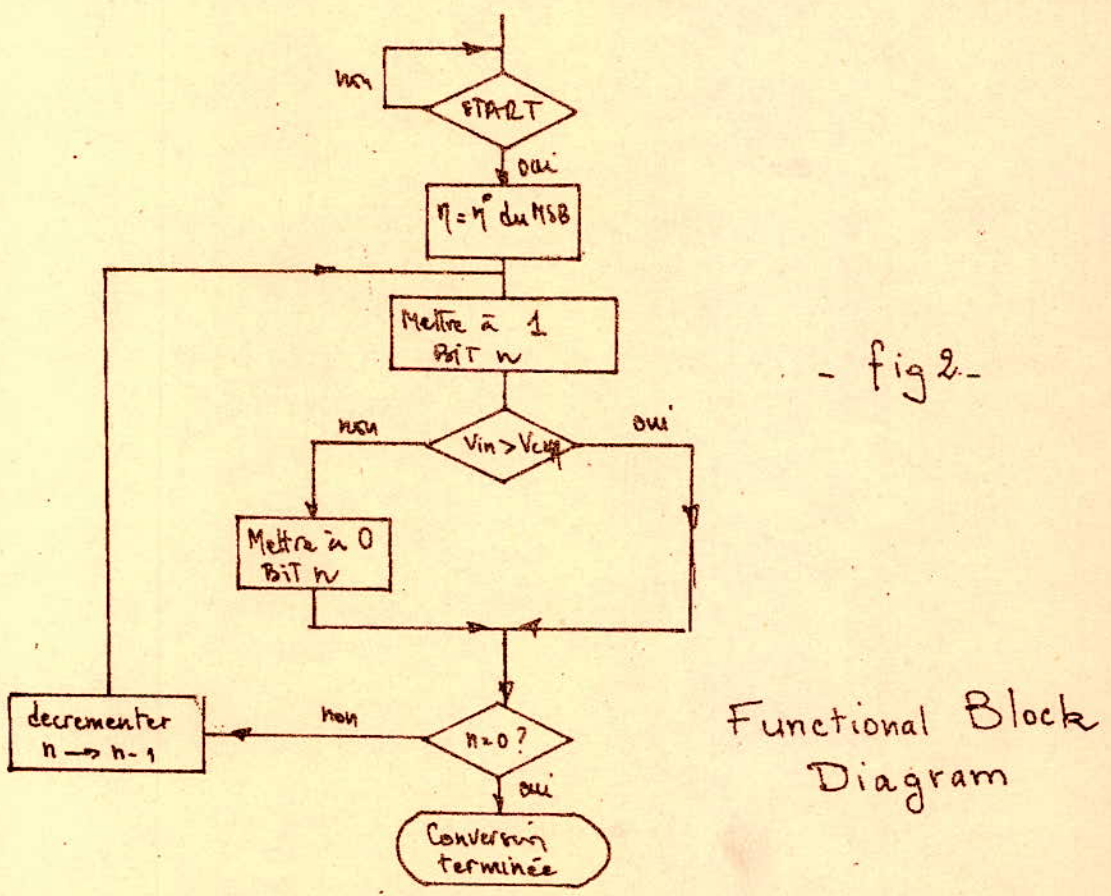
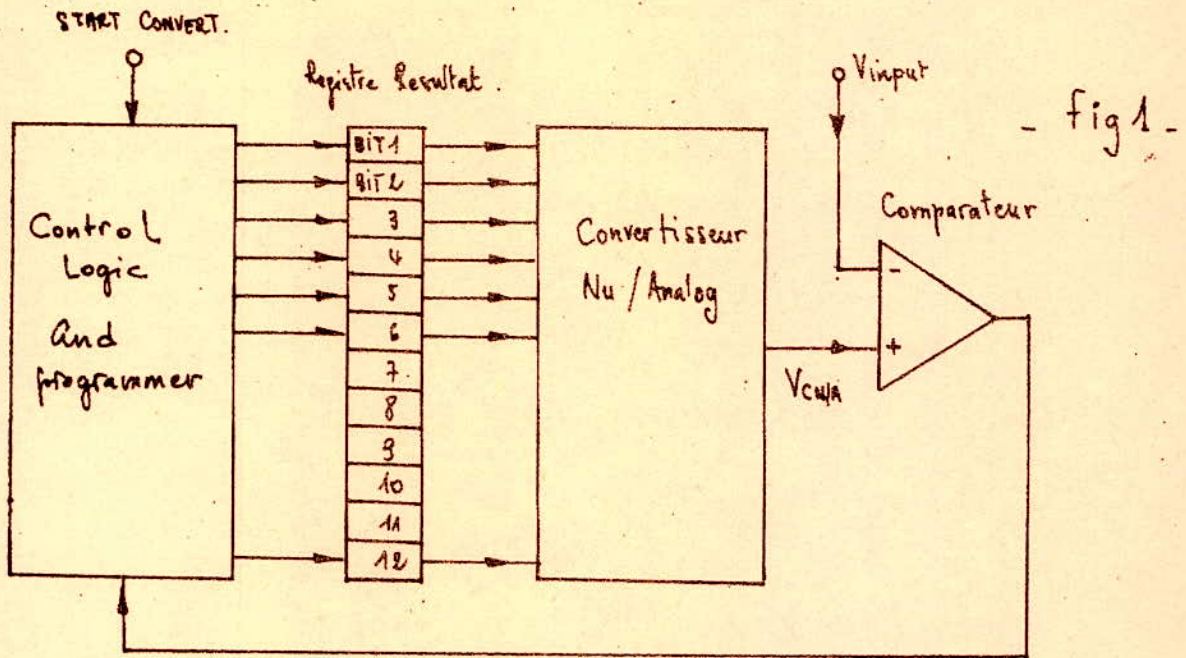
Le pire cas est celui où tous les bits passent simultanément de 0 à 1. Le temps de conversion se définit donc souvent comme le temps nécessaire pour que le signal de sortie décrive toute la dynamique du convertisseur.

Dans notre cas, le convertisseur Analogique/Numérique de Télédyne Philbrick 4231.22 ( 12 Bits ) a un temps de conversion de 3,5 $\mu$ s.

## 5/ Logique de commande du PIA de la carte DVM

Dans le calculateur hybride on a affecté au PIA de la carte DVM les 4 adresses suivantes : 9608 ; 9609 ; 960A ; 960B.

(( CRA , (ORA,DDRA), CRB, (ORB,DDRB) ))



Codage du PIA

| BUS ADRESSE     | ADRESSE<br>9608 | ADRESSE<br>9609 | ADRESSE<br>960A | ADRESSE<br>960B |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| A <sub>15</sub> | 1               | 1               | 1               | 1               |
| A <sub>14</sub> | 0               | 0               | 0               | 0               |
| A <sub>13</sub> | 0               | 0               | 0               | 0               |
| A <sub>12</sub> | 1               | 1               | 1               | 1               |
| A <sub>11</sub> | 0               | 0               | 0               | 0               |
| A <sub>10</sub> | 1               | 1               | 1               | 1               |
| A <sub>9</sub>  | 1               | 1               | 1               | 1               |
| A <sub>8</sub>  | 0               | 0               | 0               | 0               |
| A <sub>7</sub>  | 0               | 0               | 0               | 0               |
| A <sub>6</sub>  | 0               | 0               | 0               | 0               |
| A <sub>5</sub>  | 0               | 0               | 0               | 0               |
| A <sub>4</sub>  | 0               | 0               | 0               | 0               |
| A <sub>3</sub>  | 1               | 1               | 1               | 1               |
| A <sub>2</sub>  | 0               | 0               | 0               | 0               |
| A <sub>1</sub>  | 0               | 0               | 1               | 1               |
| A <sub>0</sub>  | 0               | 1               | 0               | 1               |
|                 | ORA, DDRA       | CRA             | ORB, DDRB       | CRB             |

On remarque que  $A_0$  et  $A_1$  nous permettent de sélectionner les 6 registres internes du PIA, en les connectant directement à  $RS_0$  et  $RS_1$ .

|                  |           |         |      |
|------------------|-----------|---------|------|
| On obtient ainsi | CRA, DDRA | adresse | 9608 |
|                  | CRA       | adresse | 9609 |
|                  | ORB, DDRB | adresse | 960A |
|                  | CRB       | adresse | 960B |

La sélection d'un PIA se fait de la manière suivante :

$CS0 = 1$  -  $CS1 = 1$  -  $\overline{CS2} = 0$  :

- $CS1$  et  $CS0$  étant au niveau "1".
- $\overline{CS2}$  est égal à zéro grâce à une logique de commande (voir schéma de la carte DVM).

- Les 8T26 permettent d'avoir la bidirectionalité des bus data.

- L'impulsion  $R/\overline{W} = 1$  lecture (transfert des données PIA vers MPU).
- $R/\overline{W} = 0$  écriture (transfert des données du MPU vers le PIA).
- Le PIA est utilisé en mode programmé ( mode SET RESET)

#### 6/ Réglage de la carte D.V.M.

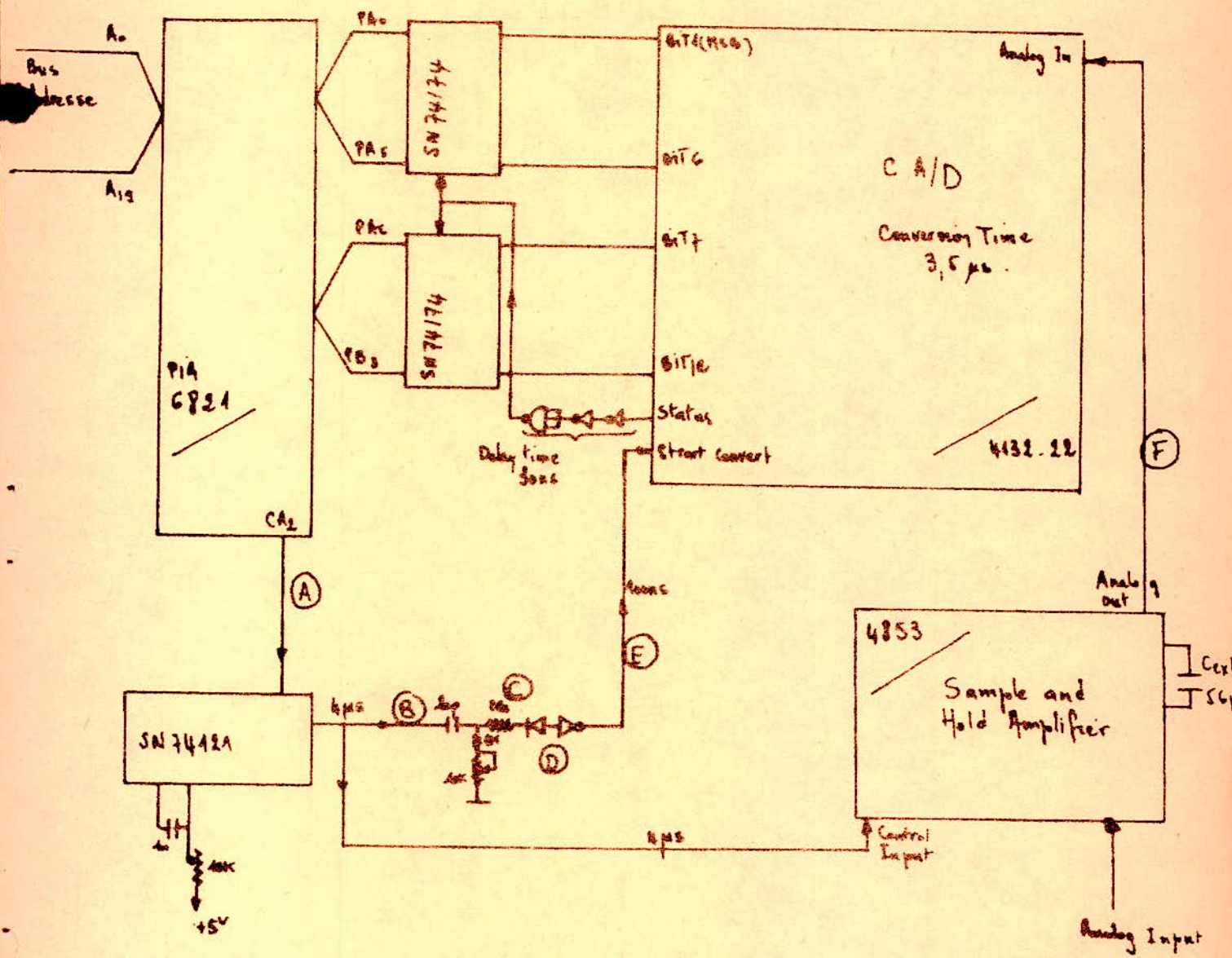
##### A/ Impulsion controle input (4853).

Ayant câblé la carte DVM, on programme le PIA en mode SET RESET. Le front descendant de l'impulsion de commande CA2 déclenche le monostable qui délivre une impulsion réglable. On utilise un programme bouclé pour obtenir une série d'impulsions périodiques à la sortie du monostable. ( voir programme 1). Ces dernières étant réglées à 4 us avec la résistance variable 10K .

##### B/ Impulsion du start couvert (4132-22).

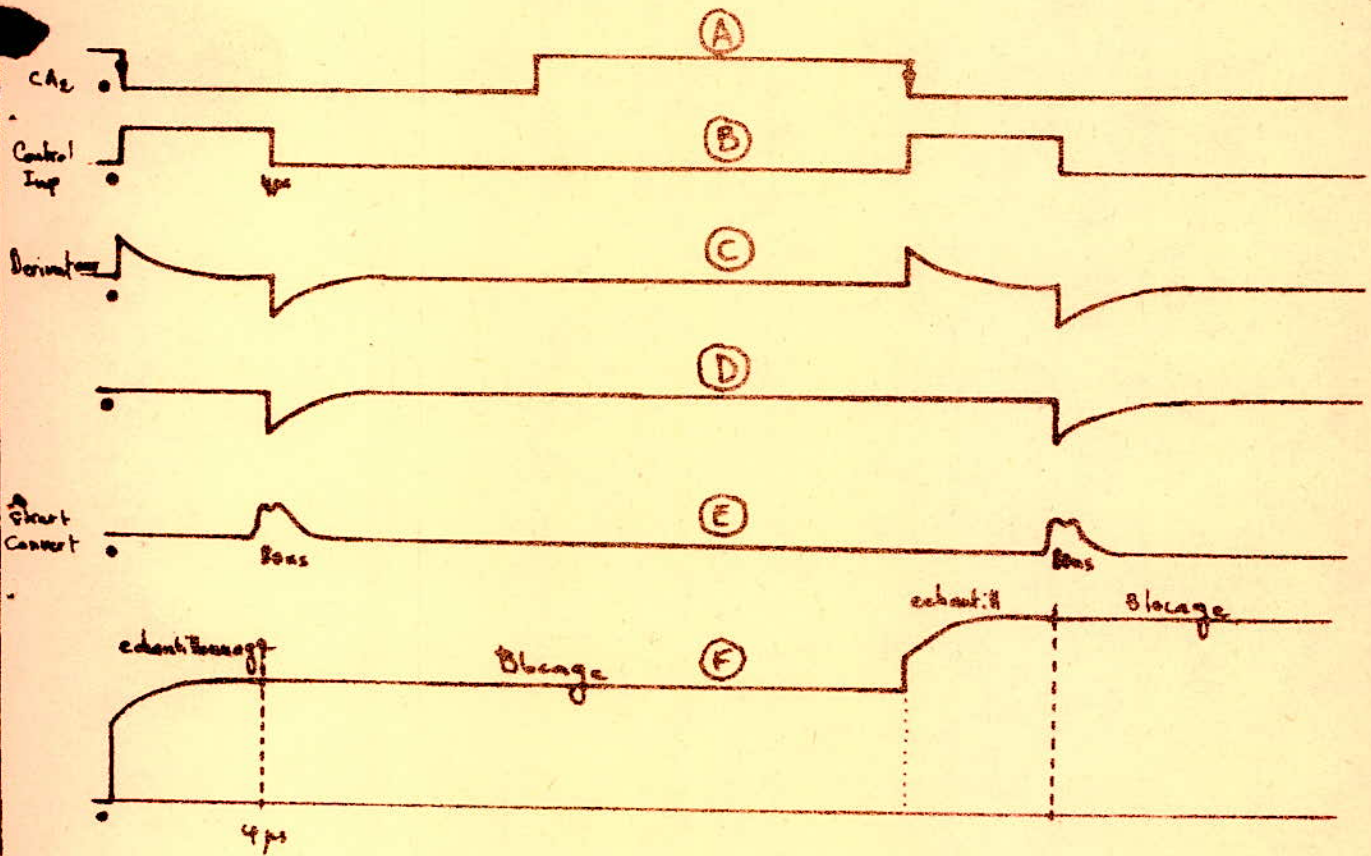
L'impulsion du start couvert doit être comprise entre 50 et 200 us. Elle est obtenue à partir de l'impulsion de 4  $\mu$ s délivrée par la monostable, et grâce à un dérivateur, une diode et un inverseur ( voir schéma synoptique ).

Cette impulsion est appliquée au convertisseur A/N au début du blocage de l'échantillonneur.



Reperage des Timing

## Timing des Impulsions de Commande



Remarque: L'Impulsion du Start Convert, est retardée de 4  $\mu$ s, pour tomber juste au moment du Blocage.

La durée de l'Echantillonnage est de 4  $\mu$ s. Cette durée est fixée par le Monostable. C'est du 4853 est liée à l'Acquisition Time (voir caractéristique du 4853).



### C/ Réglage du convertisseur A/N.

On applique +10V au convertisseur ( analog input) et on ajuste le potentiomètre de réglage de l'offset ( 20 KOhms) de façon à avoir 02F ( 0000 0010 1111). Cette valeur ayant été choisie car  $\overline{02F} = 790$  ( sans tenir compte du bit du signe) et 790 représente 10V en prenant 5mV pour le LSB. La tension de référence a été choisie à  $\pm 10,24$  V pour des raisons pratiques et pour faciliter le programme de conversion.

### D/ Vérifications

Avant de faire l'acquisition des données, on vérifie la conformité entre la sortie du CA/N ( 4132-22) et la donnée mémorisée à l'aide d'un oscilloscope de la console de visualisation.

Pour cela on injecte un signal quelconque à l'entrée du S/4 ( 4853) et on fait une seule acquisition de donnée en déclenchant une seule fois l'impulsion de commande CA2 ( voir programme 2).

### E/ Programme d'acquisition de données

Ce programme nous permet d'acquérir les données à la sortie du convertisseur et de les mettre dans une table, ceci afin d'avoir un nombre suffisant de valeurs d'un signal donné, et de pouvoir les traiter ultérieurement.

### F/ Programme de Conversion

Ce programme permet l'acquisition de plusieurs valeurs stockées en mémoires, et de faire leur conversion binaire-décimal après traitement par le MPU. Le résultat est représenté sous le format suivant :

$$R = \pm XX.XXX V$$

ex R = - 08.865 V

#### Organisation du programme :

- Le convertisseur A/N de 12 bits a été réglé de façon à ce que la valeur du LSB soit de 5mV. Par conséquent le résultat donné par notre programme doit s'arrêter au mV.

- Au début du programme on se fixe une zone mémoire allant de la mémoire DE à E9 pour l'affichage des résultats.

|              |                                      |   |                     |
|--------------|--------------------------------------|---|---------------------|
| DE/52        | Valeur ASCII de la lettre R          |   |                     |
| DF/3D        | Valeur ASCII du caractère égal " = " |   |                     |
| E0/2D ou(20) | Valeur ASCII du signe " - " ou space |   |                     |
| E1/.         | Valeur ASCII du 1er Digit            |   |                     |
| E2/.         | "                                    | " | 2ème Digit          |
| E3/2E        | "                                    | " | du point            |
| E4/.         | "                                    | " | 3ème Digit          |
| E5/.         | "                                    | " | 4ème Digit          |
| E6/.         | "                                    | " | 5ème Digit          |
| E7/20        | "                                    | " | § space             |
| E8/56        | "                                    | " | de la lettre V      |
| E9/04        | "                                    | " | de fin de caractère |

- Détermination du signe, grâce au MSB

- Elimination du bit du signe, les valeurs variant alors de 0 à 7 FF.

- Comparaison des 11 bits restants, avec les valeurs suivantes :

|       |                                                                                                 |          |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| § 7DD | qui représente $2000 \times 5 \text{mV} = 10\,000 \text{ mV}$ avec $2000 = \text{§ } 7DD$       | en hexa. |
| § C8  | qui représente $200 \times 5 \text{mV} = 1000 \text{ mV}$<br>avec $200 = \text{§ } C8$ en hexa. |          |
| § 14  | qui représente $20 \times 5 \text{mV} = 100 \text{ mV}$<br>avec $20 = \text{§ } 14$ en hexa     |          |
| § 2   | qui représente $2 \times 5 \text{mV} = 10 \text{mV}$                                            |          |

Le dernier digit est égal à 5 ou 0, suivant que le LSB est à 1 ou 0.

00010  
 00020 0000  
 00030  
 00040  
 00050  
 00060  
 00070  
 00080  
 00090  
 00100 9609  
 00110  
 00120 0000 86 38  
 00130 0002 B7 9609  
 00140 0005 86 30  
 00150 0007 B7 9609  
 00160 000A 20 F4  
 00170 000C 3F  
 00180 0000

NAM IMPUL  
 ORG \$00  
 X-----X  
 X PROGRAMME GENERANT LES X  
 X IMPULSIONS DE COMMANDE X  
 X CA2 X  
 X-----X  
 X  
 X ADRESSE DU REGISTRE DE COMMANDE A  
 CRA EQU \$9609  
 X PROGRAMME DU PIA EN MODE SET RESET  
 MONO LDA A \$38  
 STA A CRA  
 LDA A \$30  
 STA A CRA  
 BRA MONO  
 SWI  
 END

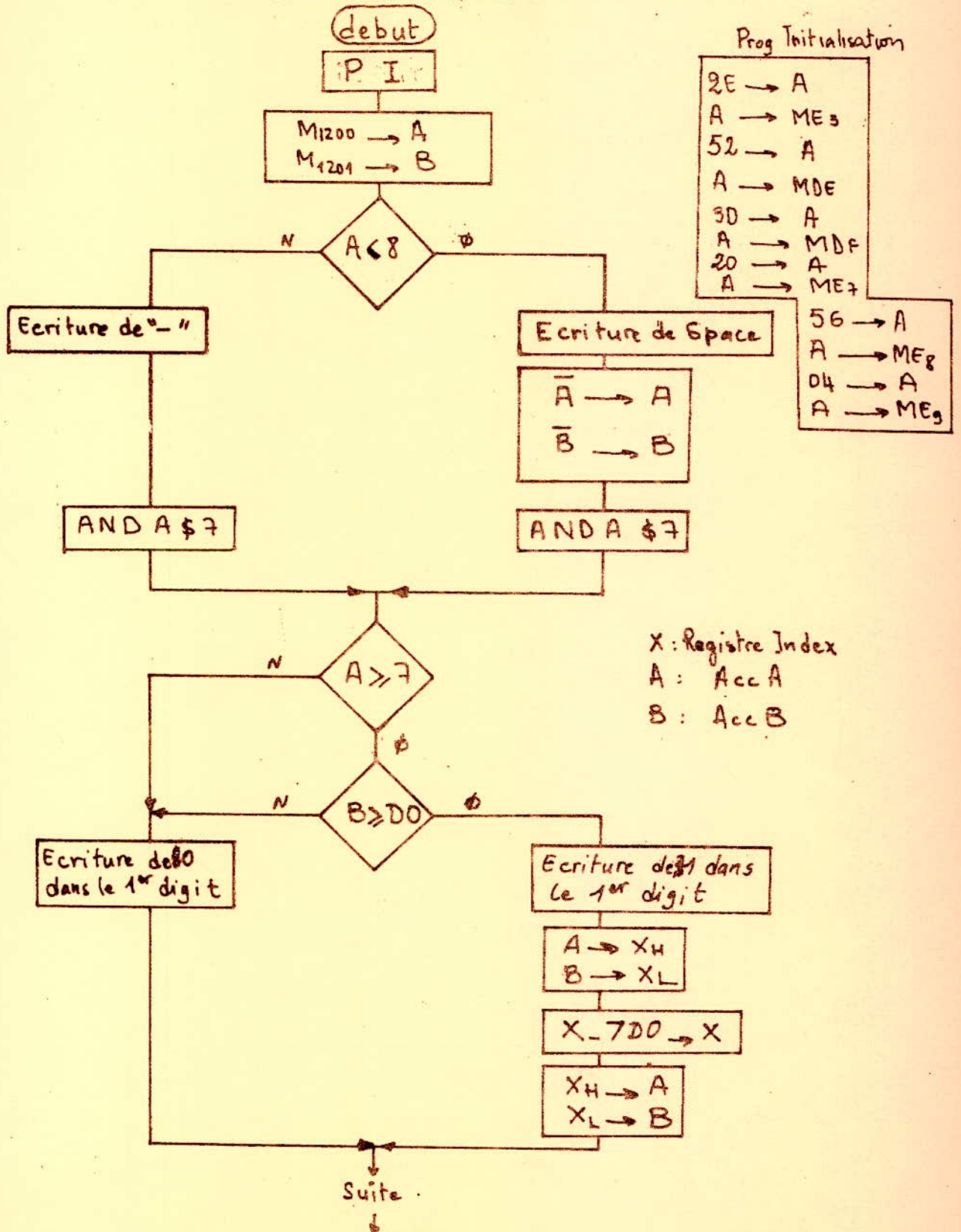
page 001

00001  
 00010 0000  
 00020  
 00030  
 00040  
 00050  
 00060  
 00070  
 00080  
 00090 9609  
 00100 960B  
 00110 9608  
 00120 960A  
 00130  
 00140  
 00150 2000  
 00160 2001  
 00170  
 00180 0000 7F 9609  
 00190 0003 7F 960B  
 00200 0006 7F 9608  
 00210 0009 7F 960A  
 00220 0000  
 00230 0000 86 30  
 00240 000E B7 9609  
 00250 0011 86 04  
 00260 0013 B7 960B  
 00270 0016 86 34  
 00280 0018 B7 9609  
 00290 001F 01  
 00300 001C 01  
 00310 001D 01  
 00320 001E 01  
 00330 001F B6 9608  
 00340 0022 B7 2000  
 00350 0025 B6 960A  
 00360 0028 B7 960A  
 00370 3F

NAM TEST  
 ORG \$00  
 X-----X  
 X PROGRAMME TEST POUR FAIRE X  
 X UNE SEULE ACQUISITION X  
 X DE DONNEES X  
 X-----X  
 X  
 X ADRESSES DES REGISTRES INTERNES DU PIA  
 CRA EQU \$9609  
 CRB EQU \$960B  
 ODDRA EQU \$9608  
 ODDRB EQU \$960A  
 X  
 X ADRESSES DE LA DONNEE ACQUISE (12 BITS)  
 SAUVA EQU \$2000  
 SAUVB EQU \$2001  
 X INITIALISATION DU PIA  
 CLR CLR CRA  
 CLR CLR CRB  
 CLR CLR ODDRA X PORT A EN SORTIE X  
 CLR CLR ODDRB X PORT B EN SORTIE X  
 X PROGRAMMATION DU PIA EN MODE SET RESET  
 LDA A \$00111100 XMODE SET RESET X  
 STA A CRA  
 LDA A \$000000100  
 STA A CRB X SELECT ORB X  
 LDA A \$000110100  
 STA A CRA X CA2=0 X  
 NOP TEMPS  
 NOP NECESSAIRE  
 NOP A L'ARRIVEE DES  
 NOP DONNEES A CRA, ORB  
 LDA A ODDRA  
 STA A SAUVA  
 LDA A ODDRB  
 STA A SAUVB  
 SWI

|        |      |         | NAM                                       | ACQUISITION |                       |
|--------|------|---------|-------------------------------------------|-------------|-----------------------|
| 00010  |      |         | ORG                                       | \$0000      |                       |
| 00020  | 0000 |         |                                           |             |                       |
| 00030  |      |         | X-----X X-                                |             |                       |
| 00040  |      |         | X PROGRAMME D'ACQUISITION DE DONNEES X    |             |                       |
| 00050  |      |         | X CHAQUE 57 MICROSECONDES (256DONNEES)X   |             |                       |
| 00060  |      |         | X-----X                                   |             |                       |
| 00070  |      |         | X                                         |             |                       |
| 00080  |      |         | X ADRESSES DES REGISTRES INTERNES DU PIA  |             |                       |
| 00090  |      |         | X DE LA CARTE DVM                         |             |                       |
| 00100  | 9608 |         | ODDRA EQU                                 | \$9608      |                       |
| 00110  | 9609 |         | ORA EQU                                   | \$9609      |                       |
| 00120  | 960A |         | ODDRB EQU                                 | \$960A      |                       |
| 00130  | 960B |         | CRB EQU                                   | \$960B      |                       |
| 00140  |      |         | X                                         |             |                       |
| 00150  |      |         | X ADRESSES INITIALE ET FINALE DE LA TABLE |             |                       |
| 00160  |      |         | X DES DONNEES                             |             |                       |
| 00170  |      |         | X                                         |             |                       |
| 00180  | 0030 |         | DEBAD EQU                                 | \$0130      | DEBUT DE LA TABLE     |
| 00190  | 022F |         | FINAD EQU                                 | \$022F      | FIN DE LA TABLE       |
| 00200  |      |         | X                                         |             |                       |
| 00210  |      |         | X INITIALISATION DU PIA                   |             |                       |
| 00220  | 0000 | 7F 9609 | CLR ORA                                   |             | SELECT DORA           |
| 00240  | 0003 | 7F 960B | CLR CRB                                   |             | SELECT DDRB           |
| 00250  | 0006 | 7F 9608 | CLR ODDRA                                 |             | PORT A ENTREE         |
| 00260  | 0009 | 7F 960A | CLR ODDRB                                 |             | PORT B ENTREE         |
| 00270  |      |         | X                                         |             |                       |
| 00280  |      |         | X PROGRAMMATION MODE SET RESET            |             |                       |
| 00290  | 000C | 0E 022F | LDX <del>FINAD</del>                      |             | INITIALISATION R;IND. |
| 00300  | 000F | 86 04   | LDA A <del>\$04</del>                     |             |                       |
| 00310  | 0011 | B7 960B | STA A CRB                                 |             | SELECT ORB            |
| 00320  | 0014 | 86 3C   | LOOP LDA A <del>\$3C</del>                |             | LIGNE DE COMMANDE     |
| 000330 | 0016 | B7 9609 | STA A ORA                                 |             | CA2=I                 |
| 00340  | 0019 | 86 34   | LDA A <del>\$34</del>                     |             | CA2=0 AVEC SELECT     |
| 00350  | 001B | B7 9609 | STA A ORA                                 |             | ORA                   |
| 00360  | 001E | 01      | NOP                                       |             | RETARD DE 8 us POUR   |
| 00370  | 001F | 01      | NOP                                       |             | QUE L'INFORMATION     |
| 00380  | 0020 | 01      | NOP                                       |             | SOIT PRESENTE SUR     |
| 00390  | 0021 | 01      | NOP                                       |             | ORA ; ORB             |
| 00400  | 0022 | B6 9608 | LDA A ODDRA                               |             | LECTURE ORA           |
| 00410  | 0025 | F6 960A | LDA B ODDRB                               |             | LECTURE ORB           |
| 00420  | A7   |         |                                           |             |                       |
| 00420  | 0028 | A7 00   | STA A 0;X                                 |             |                       |
| 00430  | 002A | 09      | DEX                                       |             |                       |
| 00440  | 002B | E7 00   | STA B 0;X                                 |             |                       |
| 00450  | 002D | 09      | DEX                                       |             |                       |
| 00460  | 002E | 8C 012F | CPX <del>DEBAD</del>                      |             |                       |
| 00470  | 0031 | 26 EI   | BNE LOOP                                  |             |                       |
| 00480  | 0033 | 3F      | SWI                                       |             |                       |

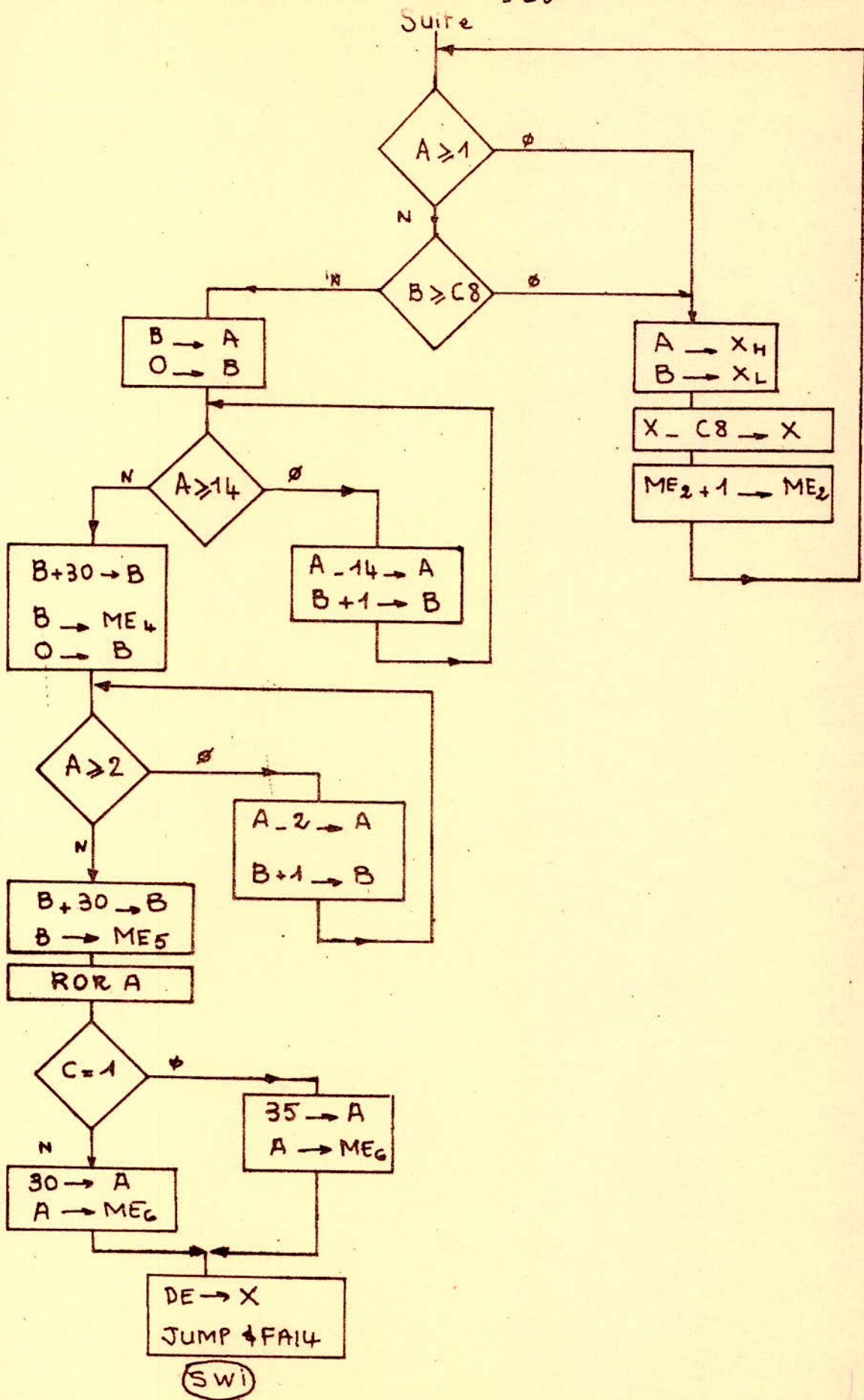
ORGANIGRAMME DE CONVERSION  
 BINAIRE 12BITS - DECIMAL  
 AVEC AFFICHAGE



Prog Initialisation

|    |   |     |
|----|---|-----|
| 2E | → | A   |
| A  | → | ME3 |
| 52 | → | A   |
| A  | → | MDE |
| 30 | → | A   |
| A  | → | MDF |
| 20 | → | A   |
| A  | → | ME7 |
| 56 | → | A   |
| A  | → | ME8 |
| 04 | → | A   |
| A  | → | ME9 |

X: Registre Index  
 A: Acc A  
 B: Acc B



|       | NAM                          | CONVERSION                       |
|-------|------------------------------|----------------------------------|
| 00000 |                              |                                  |
| 00010 | ORG                          | \$OIE6                           |
| 00020 | *-----*                      |                                  |
| 00030 | * PROGRAMME DE CONVERSION *  |                                  |
| 00040 | * BINAIRE 12 BITS-DECIMAL *  |                                  |
| 00050 | *-----*                      |                                  |
| 00060 | *                            |                                  |
| 00070 | * VALEUR ASCII DE CARACTERES |                                  |
| 00080 | 52 R                         | EQU \$52 VALEUR ASCII DE R       |
| 00090 | 3D EGAL                      | EQU \$3D " " " " " DE =          |
| 00100 | 20 SPACE                     | EQU \$20 VALEUR ASCII DE SPACE   |
| 00110 | 2E POINT                     | EQU \$2E " " " " DU POINT        |
| 00120 | 56 V                         | EQU \$56 VALEUR ASCII DE V       |
| 00130 | 04 FIN                       | EQU \$04 " " " " FIN DE          |
| 00140 | * SORTIE DE CARACTERE        |                                  |
| 00150 | 2D MOINS                     | EQU \$2D VALEUR ASCII DE MOINS   |
| 00160 | *                            |                                  |
| 00170 | * RESERVATION DE MEMOIRES    |                                  |
| 00180 | DE RES1                      | EQU \$DE RESERVATION POUR R      |
| 00190 | DF RES2                      | EQU \$DF " " " " " =             |
| 00200 | E0 RES3                      | EQU \$E0 " " MOINS OU SPA        |
| 00210 | E1 RES4                      | EQU \$E1 RESERVATION 1 DIGIT     |
| 00220 | E2 RES5                      | EQU \$E2 " " " " 2 "             |
| 00230 | E3 RES6                      | EQU \$E3 " " " " POINT           |
| 00240 | E4 RES7                      | EQU \$E4 " " " " 3 DIGIT         |
| 00250 | E5 RES8                      | EQU \$E5 " " " " 4 "             |
| 00260 | E6 RES9                      | EQU \$E6 " " " " 5 "             |
| 00270 | E7 RES10                     | EQU \$E7 " " " " SPACE           |
| 00280 | E8 RES11                     | EQU \$E8 " " " " POUR V          |
| 00290 | E9 RES12                     | EQU \$E9 " FIN DE CARACTERE      |
| 00300 | I200 MSDDA                   | EQU \$I200 MSD BUS DONNE         |
| 00310 | I201 LSDDA                   | EQU \$I201 LSD BUS DONNE         |
| 00320 | F0 SAUVI                     | EQU \$F0 MEMOIRE DE SAUVEGARDE   |
| 00330 | FI SAUV2                     | EQU \$FI MEMOIRE DE SAUVEGARDE   |
| 00340 | 02C3 SAUT1                   | EQU \$2C3 AD; DU PROGRA.D'INVERS |
| 00350 | 0223 SAUT2                   | EQU \$223 RETOUR CONVERSION      |
| 00360 | FAI4 SORTI                   | EQU \$FAI4 SORTIE CARACTERE      |
| 00370 | *                            |                                  |
| 00380 | * PROGRAMME D'INITIALISATION |                                  |
| 00390 | OIE6 86 52                   | LDA A ≠ R                        |
| 00400 | OIE8 97 DE                   | STA A RES1                       |
| 00410 | OIEA 86 3D                   | LDA A ≠EGAL                      |
| 00420 | OIEC 97 DF                   | STA A RES2                       |
| 00430 | OIEE 86 2E                   | LDA A ≠POINT                     |
| 00440 | OIFO 97 E3                   | STA A RES6                       |
| 00450 | OIF2 86 20                   | LDA A ≠SPACE                     |
| 00460 | OIF4 97 E7                   | STA A RES10                      |
| 00470 | OIF6 86 56                   | LDA A ≠V                         |
| 00480 | OIF8 97 E8                   | STA A RES11                      |
| 00490 | OIFA 86 04                   | LDA A ≠FIN                       |
| 00500 | OIFC 97 E9                   | STA A RES12                      |
| 00510 | *                            |                                  |

SUITE DU PROGRAMME DE CONVERSION

| Address | OpCode | Register | Value | Instruction | Commentary                         |
|---------|--------|----------|-------|-------------|------------------------------------|
| 00520   |        |          |       | *           |                                    |
| 00530   |        |          |       | * PROGRAMME | DE CONVERSION                      |
| 00540   | OIFE   | 86       | 30    | LDA A       | <del>30</del>                      |
| 00550   | OIOO   | 97       | E2    | STA A       | RES5                               |
| 00560   | OIO2   | D6       | I200  | LDA A       | MSBDA VALEUR ARRIVANT              |
| 00570   | OIO5   | F6       | I20I  | LDA B       | LSBDA DU C A/N                     |
| 00580   | OIO8   | 8I       | 08    | CMP A       | <del>08</del> DETERMINATION        |
| 00590   | OIOA   | 2D       | 0C    | BLT         | BCLI DY DU SIGNE                   |
| 00600   | OIOC   | 97       | FO    | STA A       | SAUVI                              |
| 00610   | OIOE   | 86       | 20    | LDA A       | <del>SPACE</del> ECRITURE DU SPACE |
| 00620   | OIOO   | 97       | EO    | STA A       | RES3                               |
| 00630   | OIII2  | 96       | FO    | LDA A       | SAUVI                              |
| 00640   | OIII4  | 84       | 07    | AND A       | <del>07</del> ELIMINATION BIT SIG  |
| 00650   | OIII6  | 20       | 0B    | DRA         | BCL2 NE                            |
| 00660   | OIII8  | 97       | FO    | BCLI STA A  | SAUVI                              |
| 00670   | OIIIA  | 86       | 2D    | LDA A       | <del>MOINS</del> ECRITURE DE MOINS |
| 00680   | OIIIC  | 97       | EO    | STA A       | RES3                               |
| 00690   | OIIIE  | 96       | FO    | LDA A       | SAUVI                              |
| 00700   | OI20   | 7E       | 0203  | JMP         | SAUTI                              |
| 00710   | OI23   | 8I       | 07    | BCL2 CMP A  | <del>07</del> COMPARE ACCA AVEC 7  |
| 00720   | OI25   | 2C       | 0A    | BCE         | BCL3                               |
| 00730   | OI27   | 97       | FO    | BCL6 STA A  | SAUVI                              |
| 00740   | OI29   | 86       | 30    | LDA A       | <del>30</del> ECRITURE DE "0"      |
| 00750   | OI2B   | 97       | EI    | STA A       | RES4 DANS I DIGIT                  |
| 00760   | OI2D   | 96       | FO    | LDA A       | SAUVI SI A INFRIEUR 7              |
| 00770   | OI2F   | 20       | 25    | DRA         | BCL4                               |
| 00780   | OI3I   | CI       | DO    | BCL3 CMP B  | <del>DO</del> COMPARE ACCB AVEC DO |
| 00790   | OI33   | 22       | 06    | DHI         | BCL5 POUR DETERMINER               |
| 00800   | OI35   | CI       | DO    | CMP B       | <del>DO</del> LA VALEUR DU I       |
| 00810   | OI37   | 27       | 02    | BEQ         | BCL5 DIGIT                         |
| 00820   | OI39   | 20       | EC    | DRA         | BCL6                               |
| 00830   | OI3B   | 97       | FO    | BCL5 STA A  | SAUVI TRANSFERT A ET B             |
| 00840   | OI3D   | D7       | FI    | STA B       | SAUV2 DANS REGISTRE                |
| 00850   | OI3F   | DE       | FO    | LDX         | SAUVI D'INDEX                      |
| 00860   | OI4I   | C6       | 0A    | LDA B       | <del>0A</del> DOUCLAGE SERVANT     |
| 00870   | OI43   | 86       | C8    | BCL7 LDA A  | <del>C8</del> A SOUSTRAIRE         |
| 00890   | OI45   | 09       |       | BCL8 DEX    | DIX FOIS C8)=7DO                   |
| 00900   | OI44   | 4A       |       | DEC A       | AU REGISTRE INDEX                  |
| 00910   | OI45   | 26       | FC    | BNE         | BCL8 ET ECRITURE                   |
| 00920   | OI47   | 5A       |       | DEC B       | DE I                               |
| 00930   | OI48   | 26       | F7    | BNE         | BCL7 DANS LE I <sup>e</sup>        |
| 00940   | OI4A   | 86       | 3I    | LDA A       | <del>3I</del> DIGIT                |
| 00950   | OI4C   | 97       | EI    | STA A       | RES4                               |
| 00960   | OI4E   | DF       | FO    | STX         | SAUVI                              |
| 00970   | OI50   | 96       | FO    | LDA A       | SAUVI                              |
| 00980   | OI52   | D6       | FI    | LDA B       | SAUV2                              |
| 00990   | OI54   | 8I       | OI    | BCL4 CMP A  | <del>OI</del> COMPARAISON          |
| OIO00   | OI56   | 22       | 0E    | DHI         | BCL9 DE ACCA AVEC I                |
| OIOIO   | OI58   | 8I       | OI    | CMP A       | <del>OI</del> ET ACCB AVEC C8      |
| OIO20   | OI5A   | 27       | 0A    | BEQ         | BCL9 POUR LA                       |
| OIO30   | OI5C   | CI       | C8    | CMP B       | <del>C8</del> DETERMINATION        |
| OIO40   | OI5E   | 22       | 06    | DHI         | BCL9 DU 2 <sup>e</sup> DIGIT       |



|        |      |    |      |        |       |                  |                            |
|--------|------|----|------|--------|-------|------------------|----------------------------|
| 0I050  | 0I62 | CI | C8   |        | CMP B | <del>/\$C8</del> | C8(IV)                     |
| 0I060  | 0I64 | 27 | 02   |        | BEQ   | BCL9             |                            |
| 0I070  | 0I66 | 20 | I7   |        | BRA   | BCLIO            |                            |
| 0I080  | 0I68 | 97 | FO   | BCL9   | STA A | SAUVI            | TRANSFERT A ET B           |
| 0I090  | 0I6A | D7 | FI   |        | STA B | SAUV2            | DANS REGISTRE              |
| 0I100  | 0I6C | DE | FO   |        | LDX   | SAUVI            | D'INDEX                    |
| 0I110  | 0I6E | 86 | C8   |        | LDA A | <del>/\$C8</del> | DETERMINATION              |
| 0I120  | 0I70 | 09 |      | BCLII  | DEX   |                  | DU 2 <sup>e</sup> DIGIT    |
| 0I130  | 0I7I | 4A |      |        | DEC A |                  | EGAL AU NOMBRE             |
| 0I140  | 0I72 | 26 | FC   |        | BNE   | BCLII            | DE FOIS                    |
| 0I150  | 0I74 | 7C | 00E2 |        | INC   | RES4             | C8(IV) QU'ON               |
| 0I160  | 0I79 | DF | FO   |        | STX   | SAUVI            | PEUT SOUSTRAIRE            |
| 0I170  | 0I79 | 96 | FO   |        | LDA A | SAUVI            | AU REGISTRE IN.            |
| 0I180  | 0I7B | D6 | FI   |        | LDA B | SAUV2            |                            |
| 0I190  | 0I7D | 20 | D7   |        | BRA   | BCL4             |                            |
| 0I200  | 0I7F | I7 |      | BCLIO  | TBA   |                  |                            |
| 0I210  | 0I80 | 5F |      |        | CLR B |                  |                            |
| 0I220  | 0I8I | 8I | I4   | BCLII2 | CMP A | <del>/\$I4</del> | COMPARAISON ACCA           |
| 0I230  | 0I83 | 22 | 0B   |        | BHI   | BCLII3           | A I4(100mV)                |
| 0I240  | 0I85 | 8I | I4   |        | CMP A | <del>/\$I4</del> | POUR DETERMINER            |
| 0I250  | 0I87 | 27 | 07   |        | BEQ   | BCLII3           | LE 3 <sup>e</sup> DIGIT    |
| 0I260  | 0I89 | CB | 30   |        | ADD B | <del>/\$30</del> |                            |
| 0I270  | 0I8B | F7 | 00E4 |        | STA B | RES7             |                            |
| 0I280  | 0I8E | 20 | 0A   |        | BRA   | BCLII4           |                            |
| 0I290  | 0I90 | CE | 00I4 | BCLII3 | LDX   | <del>/\$I4</del> |                            |
| 0I300  | 0I93 | 4A |      | BCLII5 | DEC A |                  |                            |
| 0I310  | 0I94 | 09 |      |        | DEX   |                  |                            |
| 00I320 | 0I95 | 26 | FC   |        | BNE   | BCLII5           |                            |
| 0I330  | 0I97 | 5C |      |        | INC B |                  |                            |
| 0I340  | 0I98 | 20 | E7   |        | BRA   | BCLII2           |                            |
| 0I350  | 0I9A | 5F |      | BCLII4 | CLR B |                  |                            |
| 00I360 | 0I9B | 8I | 02   | BCLII6 | CMP A | <del>/\$02</del> | COMPARAISON ACCA           |
| 0I370  | 0I9D | 22 | 0B   |        | BHI   | BCLII7           | A 02. (10mV)               |
| 0I380  | 0I9F | 8I | 02   |        | CMP A | <del>/\$02</del> | POUR DETERMINER            |
| 0I390  | 0IAI | 27 | 07   |        | BEQ   | BCLII7           | LE 4 <sup>e</sup> DIGIT    |
| 0I400  | 0IA3 | CB | 30   |        | ADD B | <del>/\$30</del> |                            |
| 0I410  | 0IA5 | F7 | 00E5 |        | STA A | RES8             |                            |
| 0I420  | 0IA8 | 20 | 0A   |        | BRA   | BCLII8           |                            |
| 0I430  | 0IAA | CE | 0002 | BCLII7 | LDX   | <del>/\$02</del> |                            |
| 0I440  | 0IAD | 4A |      | BCLII9 | DEC A |                  |                            |
| 0I450  | 0IAE | 09 |      |        | DEX   |                  |                            |
| 0I460  | 0IAF | 26 | FC   |        | BNE   | BCLII9           |                            |
| 0I470  | 0IBI | 5C |      |        | INC B |                  |                            |
| 0I480  | 0IB2 | 20 | E7   |        | BRA   | BCLII6           |                            |
| 0I490  | 0IB4 | 46 |      | BCLII8 | ROR A |                  | TEST DU DERNIER            |
| 0I500  | 0IB5 | 25 | 06   |        | BCS   | BCL20            | BIT . SI BIT NUL           |
| 0I510  | 0IB7 | 86 | 30   |        | LDA A | <del>/\$30</del> | ON ECRIT "0"               |
| 0I520  | 0IB9 | 97 | E6   |        | STA A | RES9             | DANS -5 <sup>e</sup> DIGIT |
| 0I530  | 0IBB | 20 | 0F   |        | BRA   | BCL2I            | SINON ON ECRIT             |
| 0I540  | 0IBD | 86 | 35   | BCL20  | LDA A | <del>/\$35</del> | "5"                        |
| 0I550  | 0IBF | 97 | E6   |        | STA A | RES9             |                            |
| 0I560  | 0ICI | 20 | 09   |        | BRA   | BCL2I            |                            |
| 0I570  | 0IC3 | 84 | 07   |        | AND A | <del>/\$07</del> |                            |
| 0I580  | 0IC5 | 43 |      |        | COM A |                  | COMPLEMENT DE A ET         |
| 0I590  | 0IC6 | 53 |      |        | COM B |                  | POUR CONVERTIR             |

## SUITE 3 DU PROGRAMME DE CONVERSION

|       |      |    |      |       |       |                 |                     |
|-------|------|----|------|-------|-------|-----------------|---------------------|
| 0I600 | 0IC7 | 84 | 07   |       | AND A | <del>7</del> 07 | LES DONNEES         |
| 0I610 | 0IC9 | 7E | 0123 |       | JMP   | SAUT2           | POSITIVES           |
| 0I620 | 0ICC | CE | CODE | BCL2I | LDX   | <del>7</del> R  |                     |
| 0I630 | 0ICF | DD | FAI4 |       | JSR   | SORTI           | SAUT AU SOUS        |
| 0I640 |      |    |      | Y.    |       |                 | PROGRAMME DE SORTIE |
| 0I650 |      |    |      | Y.    |       |                 | DE CARACTERE        |
| 0I660 |      |    |      | Y.    |       |                 |                     |
| 0I670 | 0ID2 | 3F |      |       | SWI   |                 |                     |

*Remarque Une Erreur s'est introduite pendant la frappe , les adresses de 100 à 1D2 sont , en realite de 200 à 2D2 .*

CODE DE CONVERSION DU CONVERTISSEUR A/N  
LE TELEDYNE PHILBRICK .4132 - 22

SORTIE DU CONVERTISSEUR A/N  
SUR 12 BITS

TENSION D'ENTREE

0000 0000 0000

$F_s = 10,24V$

1000 0000 0000

$F_s = 0V$

1111 1111 1111

$F_s = - 10,24V$

|                    | NAM       | LECTURE                                      |                         |
|--------------------|-----------|----------------------------------------------|-------------------------|
| 0010               |           |                                              |                         |
| 0020 00B0          | ORG       | §B0                                          |                         |
| 0030               | *         | -----*                                       |                         |
| 0040               | *         | PROGRAMME DE LECTURE DE DONNEE               | *                       |
| 0050               | *         | D'UNE TABLE                                  | *                       |
| 0060               | *         | -----*                                       |                         |
| 0070               | *         |                                              |                         |
| 0080               | *         | ADRESSES DEBUT DE TABLE                      |                         |
| 0090               | MSBAD EQU | §02                                          |                         |
| 0100               | LSBAD EQU | §1E                                          |                         |
| 0110               | *         |                                              |                         |
| 0120               | *         | ADRESSES FIN DE TABLE                        |                         |
| 0130               | FINAD EQU | §0320                                        |                         |
| 0140               | *         |                                              |                         |
| 0150               | *         | ADRESSES ,DES MEMOIRES DE STOCKAGES          |                         |
| 0160               | MSBDA EQU | §1200                                        | LA DONNEE DE 12BITS EST |
| 0170               | LSBAD EQU | §1201                                        | STOCK EN 1200 ET 1201   |
| 0180               | *         |                                              |                         |
| 0190               | *         | MEMOIRES DE RESERVATIONS                     |                         |
| 0200               | MEM1 EQU  | §A0                                          |                         |
| 0210               | MEM2 EQU  | §A1                                          |                         |
| 0220               | *         |                                              |                         |
| 0230               | *         | ADRESSE DE BRANCHEMENT AU PROG DE CONVERSION |                         |
| 0240               | CONV EQU  | §FE D2                                       |                         |
| 0250               | *         |                                              |                         |
| 0260               | *         | PROGAMMATION                                 |                         |
| 0270 00B0 86 02    | LDA A     | ≠ MSBAD                                      |                         |
| 0280 00B2 C6 1E    | LDA B     | ≠ LSBAD                                      |                         |
| 0290 00B4 97 A0    | STA A     | MEM1                                         |                         |
| 0300 00B6 D7 A1    | STA B     | MEM2                                         |                         |
| 0310 00B8 FE 00A0  | LDX       | MEM1                                         |                         |
| 0320 00BB 08       | INX       |                                              |                         |
| 0330 00BC 08       | INX       |                                              |                         |
| 0340 00BD FF 00A0  | STX       | MEM1                                         |                         |
| 0350 00C0 A6 00    | LDA A     | 0, X                                         |                         |
| 0360 00C2 5F       | CLR B     |                                              |                         |
| 0370 00C3 E6 C1    | LDA B     | 1, X                                         |                         |
| 0380 00C5 B7 1200  | STA A     | MSBDA                                        |                         |
| 0390 00C8 F7 1201  | STA B     | LSBDA                                        |                         |
| 0400 00CB 8C 0320  | CPX       | ≠FINAD                                       |                         |
| 0410 00CE 26 FE 02 | BNE       | CONV                                         |                         |
| 0420 00D0 3F       |           | 3F                                           |                         |
| 0430 00D1 0A       |           |                                              |                         |
| 0440 00D2 7E 01E6  |           |                                              |                         |

Remarque: IL Faudrait ajouter apres l'instruction BD FA14 du programme de conversion l'instruction JUMP §B8 (Programme lecture ) pour avoir la conversion de toute la table.

Les adresses de debut de table et de fin de table doivent être toutes les deux paires ou impaires, à cause de la double incrémentation.



VI/ POTENTIOMETRES NUMERIQUES ET AMPLIFICATEURS PROGRAMMABLES

1/ Logique de Commande des 2 PIA :

On a affecté aux 2 PIA de la carte de commande des potentiomètres numériques et des amplificateurs programmables, les adresses suivantes de 9600 à 9607. On remarquera qu'on a 8 adresses car les 6 Registres internes de chaque PIA sont vus comme 4 adresses mémoires par le MPH. Par conséquent on utilisera 3 Lignes d'adresses  $A_0$ ,  $A_1$ ,  $A_2$  pour la sélection.

- La ligne d'adresse  $A_2$  permet la sélection de l'un des 2 PIA
- Les lignes d'adresse  $A_0$ , et  $A_1$  permettent la sélection des registres internes.

| BUS<br>ADRESSE | 9600        | 9601 | 9602        | 9603 | 9604        | 9605 | 9606        | 9607 |
|----------------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|
| $A_{15}$       | 1           | 1    | 1           | 1    | 1           | 1    | 1           | 1    |
| $A_{14}$       | 0           | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    |
| $A_{13}$       | 0           | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    |
| $A_{12}$       | 1           | 1    | 1           | 1    | 1           | 1    | 1           | 1    |
| $A_{11}$       | 0           | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    |
| $A_{10}$       | 1           | 1    | 1           | 1    | 1           | 1    | 1           | 1    |
| $A_9$          | 1           | 1    | 1           | 1    | 1           | 1    | 1           | 1    |
| $A_8$          | 0           | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    |
| $A_7$          | 0           | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    |
| $A_6$          | 0           | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    |
| $A_5$          | 0           | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    |
| $A_4$          | 0           | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    |
| $A_3$          | 0           | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    | 0           | 0    |
| $A_2$          | 0           | 0    | 0           | 0    | 1           | 1    | 1           | 1    |
| $A_1$          | 0           | 0    | 1           | 1    | 0           | 0    | 1           | 1    |
| $A_0$          | 0           | 1    | 0           | 1    | 0           | 1    | 0           | 1    |
|                | ORA<br>DDRA | CRA  | ORB<br>DDRB | CRB  | ORA<br>DDRA | CRA  | ORB<br>DDRB | CRB  |
|                | PIA 14      |      |             |      | PIA 15      |      |             |      |



la carte mémorisation et conversion D/A de la logique de commande des PN et AP.

4/ Sélection d'un potentiomètre numérique ou d'un ampli. programmable.

Pour sélectionner le potentiomètre n° 1 par exemple, il faut procéder de la manière suivante ( ce qui reste valable pour tous les autres PN et AP).

- Pas de remise à zéro total alors  $PA_7 = 0$
- Sélection des groupes de potentiomètres numériques  
 $PB_2 = PB_3 = 0$
- Sélection d'un groupe de huit potentiomètres  
Il faudra que  $1Y_0$  du SN 74155 n°2 soit au niveau bas.
- Sélection du potentiomètre n°1 parmi les huit.  
 $PA_5 = 0$  pour permettre le transfert du bus adresse.

La sortie  $2Y_0$  du SN 74155 n°1 doit être au niveau bas, les autres sorties au niveau haut ( voir caractéristique du SN 74 155).

En remontant vers le PIA 14 on a l'adresse suivante :

|        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| $PB_3$ | $PB_2$ | $PB_1$ | $PB_0$ | $PA_7$ | $PA_6$ | $PA_5$ | $PA_4$ | $PA_3$ | $PA_2$ | $PA_1$ | $PA_0$ |
| 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |

De la même façon on déduit les adresses des autres potentiomètres et des amplificateurs programmables.

| Potentiomètres numériques | Adresses |
|---------------------------|----------|
| N° 1                      | 02 00    |
| N° 2                      | 02 01    |
| N° 3                      | 02 02    |
| N° 4                      | 02 03    |
| N° 5                      | 02 04    |
| N° 6                      | 02 05    |
| N° 7                      | 02 06    |
| N° 8                      | 02 07    |
| N° 9                      | 02 08    |
| N°10                      | 02 09    |
| N°11                      | 02 0A    |
| N°12                      | 02 0B    |
| N°13                      | 02 0C    |
| N°14                      | 02 0D    |
| N°15                      | 02 0E    |
| N°16                      | 02 0F    |

Le calculateur ne comprenant que ces 16 potentiomètres les 16 autres étant prévus pour une extension du calculateur. Leurs adresses sont comprises entre 02 10 et 02 1F.

En ce qui concerne les amplificateurs programmables leurs adresses sont comprises entre 01 00 (AP N°1) et 01 1F (AP N° 32).

Dans notre cas il y a 4 amplificateurs programmables, et 4 autres amplificateurs utilisés comme générateurs de fonctions.

Les autres A.P sont prévus dans le cadre d'une extension du calculateur.

5/ Principe de fonctionnement des A.P.N

La tension appliquée à un potentiomètre ( panneau avant du calculateur) sert de référence au convertisseur AD 7521.

L'information numérique envoyée sur le bus données nous permet d'avoir à la sortie du potentiomètre un rapport bien déterminé de la tension de référence.

Ci-dessous le tableau de correspondance entre l'entrée numérique et la sortie analogique.

| <u>Entrée numérique</u> |                | <u>sortie analogique</u>     |
|-------------------------|----------------|------------------------------|
| 0000                    | 0000 0000 0000 | + Vref                       |
| 0001                    | 0000 0000 0001 | + Vref (1-2 <sup>-11</sup> ) |
| 07FF                    | 0111 1111 1111 | + Vref (2 <sup>-11</sup> )   |
| 0800                    | 1000 0000 0000 | 0                            |
| 0801                    | 1000 0000 0001 | - Vref (2 <sup>-11</sup> )   |
| 0FFF                    | 1111 1111 1111 | - Vref (1-2 <sup>-11</sup> ) |

1LSB = 2<sup>-11</sup> Vref

REMARQUE : D'après le tableau donné par le constructeur (ci-dessus), on en déduit le tableau suivant :

| <u>ENTREE NUMERIQUE</u> | <u>SORTIE ANALOG.</u> | <u>ENT. NUM.</u> | <u>SORT. ANAL.</u> |
|-------------------------|-----------------------|------------------|--------------------|
| 0000 .....              | +Vref                 | 0800.....        | 0                  |
| 0100 .....              | +7/8 Vref             | 0900 .....       | -Vref/8            |
| 0200 .....              | +6/8 Vref             | 0A00 .....       | -2/8 Vref          |
| 0300 .....              | +5/8 Vref             | 0B00 .....       | -3/8 Vref          |
| 0400 .....              | 1/2 Vref              | 0C00 .....       | -4/8 Vref          |
| 0500 .....              | 3/8 Vref              | 0D00 .....       | -5/8 Vref          |
| 0600 .....              | 1/4 Vref              | 0E00 .....       | -6/8 Vref          |
| 0700 .....              | 1/8 Vref              | 0F00 .....       | -7/8 Vref          |



En injectant un signal d'entrée (référence), on constate que la sortie du potentiomètre est affectée d'une erreur allant de 10mV à 80mV pour des rapports de tensions déterminées par programmation.

Pour cela, on devra afficher la sortie du potentiomètre sur un digitest et compenser l'erreur en modifiant l'information numérique du bus de données.

Remarque :  $1\text{LSB} = 2^{-11} V_{\text{ref}} = \frac{10\text{ V}}{2^{-11}} = 4,8\text{ mV}$

6/ Principe de fonctionnement des AP et GDF

Les AP et DGF sont des convertisseurs AD 7521 (12 bits) montés en contre réaction sur des amplificateurs opérationnels ci-joint la tableau donné par le constructeur.

| D               | Nominal $\frac{V_{\text{out}}}{V_{\text{in}}}$ |
|-----------------|------------------------------------------------|
| 1111 1111, 1111 | $-\frac{4096}{4095}$                           |
| 1000 0000 0000  | -2                                             |
| 0000 0000 0000  | Open Loop<br>(gain en boucle ouverte)          |

$$V_{\text{out}} = \frac{-V_{\text{in}}}{D}$$

D étant le valeur du nombre binaire  
ex: 1000 0000 0000

on obtient :

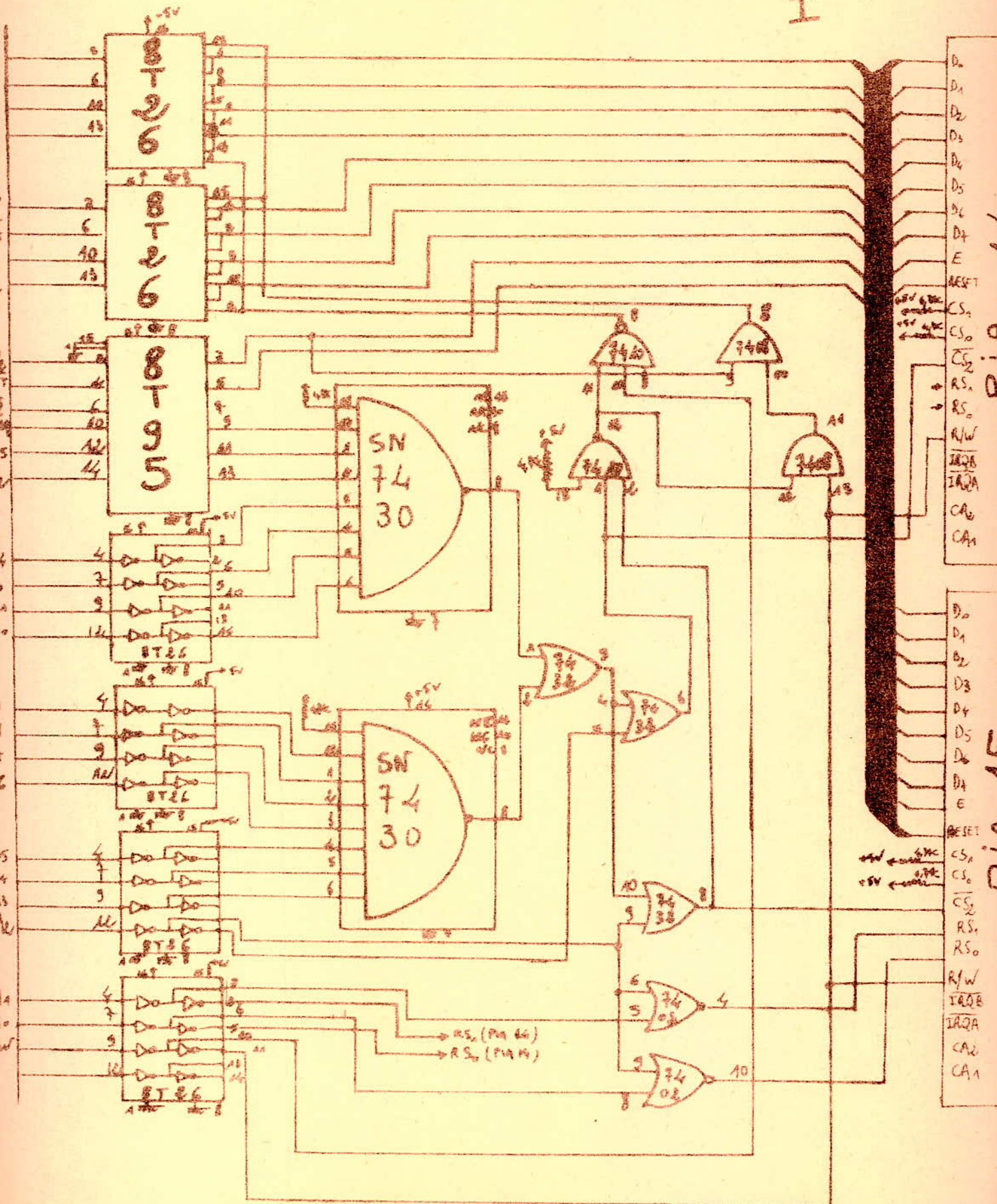
$$D = \frac{2^{11}}{2^{12}} = \frac{1}{2}$$

Pour avoir  $\frac{V_{\text{out}}}{V_{\text{in}}} = -4 = \frac{-1}{D}$ , on a  $D = 1/4$   
comme  $D = \frac{\text{Nb. bin.}}{2^{12}} = 1/4$ , on déduit que le nombre binaire est égal à  $\frac{2^{12}}{4} = 1024$  qui serait en binaire 0100 0000 0000 ( \$ 0400).

Les amplificateurs programmables utilisés comme générateurs de fonctions ( GDF) servent à générer n'importe quelle forme de signal, ceci à l'aide d'une table préétablie d'avance par programme. Cette table comporte des données numériques permettant d'avoir les valeurs point à point du signal désiré ( en se fixant bien entendu une tension de référence).

# Logique De Commande des PN (potentiometres numeriques) et des AP (amplificateurs programmables)

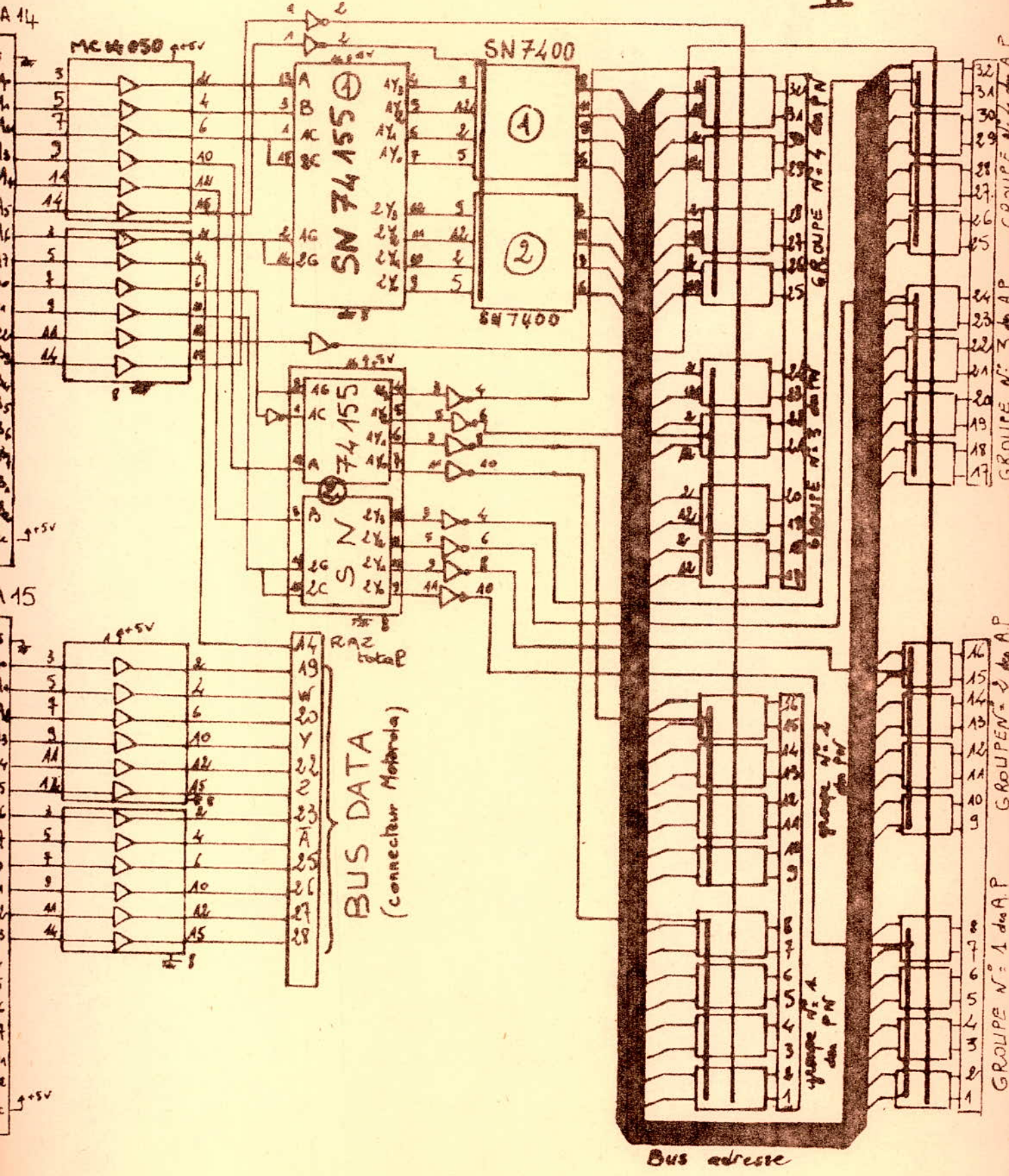
I



# Logique De Commande

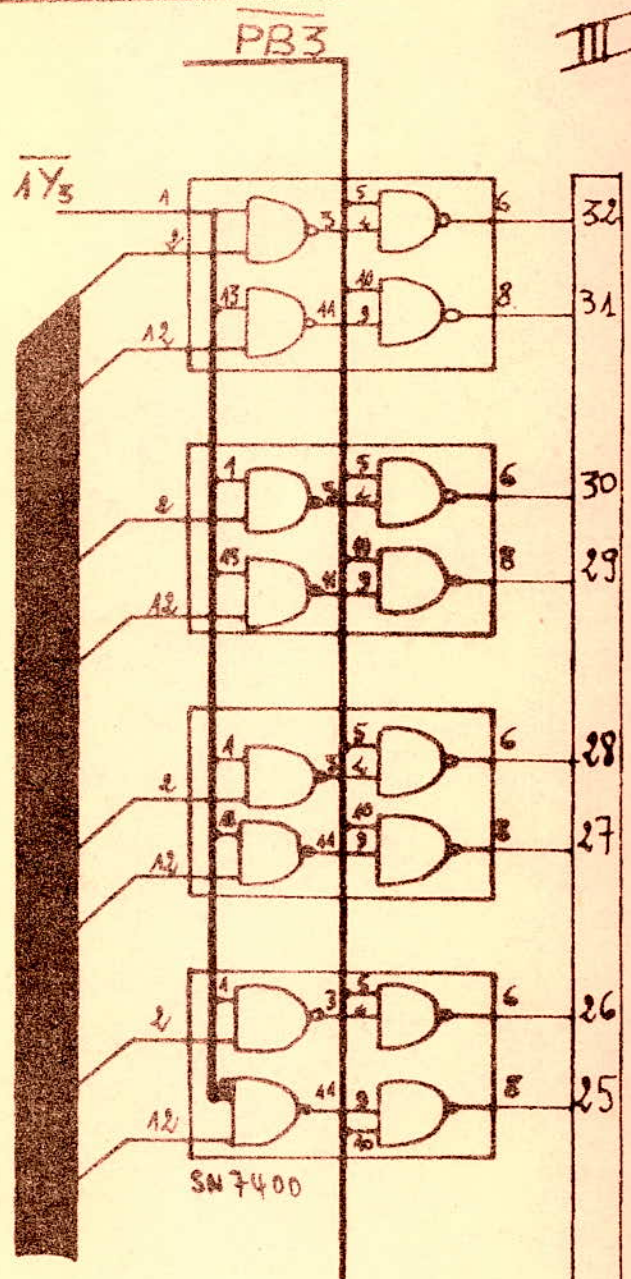
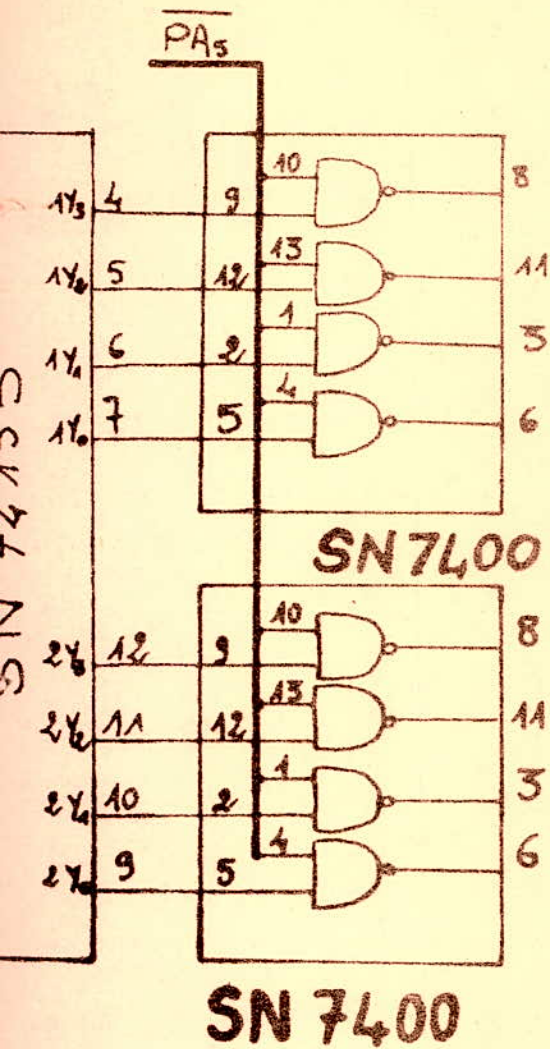
## Des P.N (potentiometres numeriques) et des A.P (amplificateurs programmables)

II



# Logique De Commande des P.N et des AP

III



GROUPE N°4  
DES P.N

Remarque: Idem pour les autres groupes de potentiometres numeriques  
sauf que  $1Y_3$  devient  $1Y_2$  (Groupe N°3) etc.

Connecteur Motorola

Bus Data en provenance  
du PIA N° 15 de La  
Carte de Commande des PN  
et AP. (12 Bits).

Sortie Mode des PN et  
AP.

( Connecteur externe vers carte  
de Commande des PN et AP. )

Validation du groupe N° 1  
des PN ou AP.

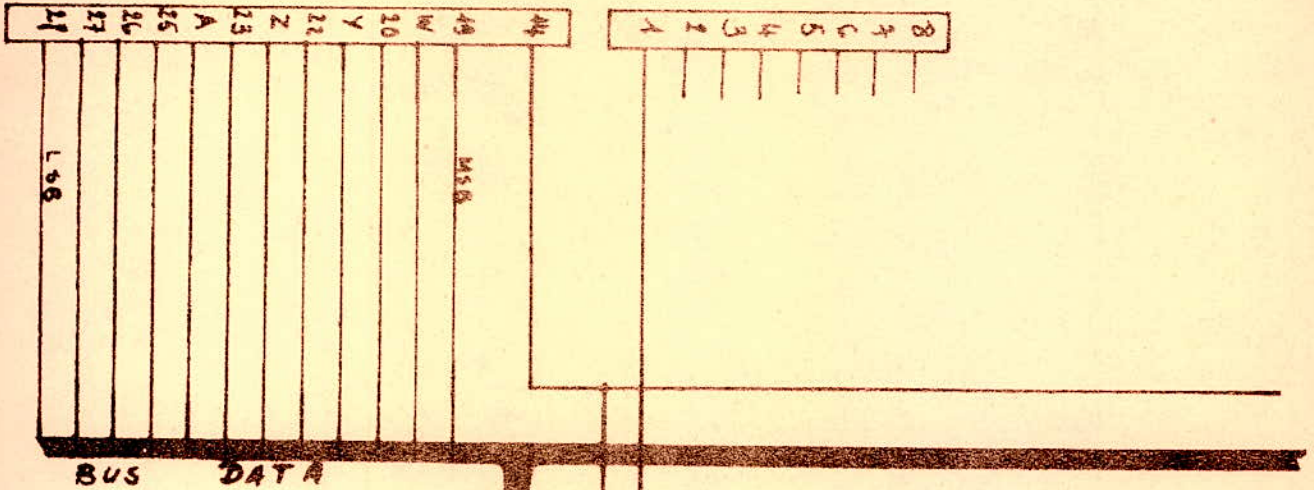
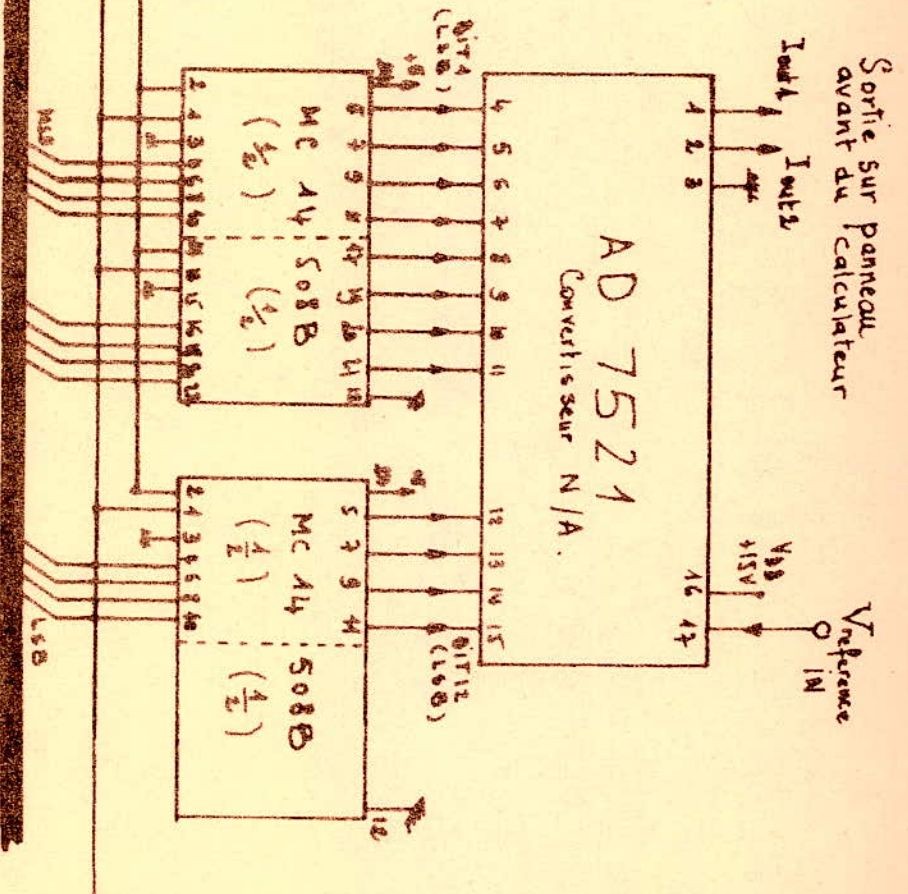


Fig 1



Sortie sur panneau  
avant du calculateur

Vreférence  
0 IN

PAGE 001  
 00010  
 00020 0000  
 00030  
 00040  
 00050  
 00060  
 00070  
 00080  
 00090  
 0009I  
 00100  
 00110  
 00120  
 00130  
 00140  
 00150  
 00160  
 00170

NAM PNAP  
 ORG \$0000

X-----X  
 X PROGRAMME D'ADRESSAGE ET X  
 X CHARGEMENT DES PN ET AP X  
 X-----X  
 X  
 \* ADRESSES DES REGISTRES INTERNES PIA I4,I5  
 CRAI4 EQU \$9609  
 CRBI4 EQU \$9603  
 ODAI4 EQU \$9600  
 ODBI4 EQU \$9602  
 CRAI5 EQU \$9605  
 CRBI5 EQU \$9607  
 ODAI5 EQU \$9604  
 ODBI5 EQU \$9606  
 X  
 X ADRESSES COMMUNES DES PN ET AP

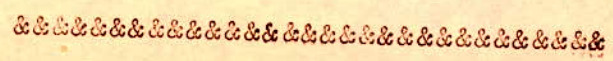
00180 0000 02  
 00190 0001 00  
 00200  
 00210  
 00220 0002 7F 9601  
 00230 0005 7F 9603  
 00240 0008 7F 9605  
 00250 000B 7F 9607  
 00260 000E 86 FF  
 00270 0010 B7 9600  
 00280 0013 B7 9602  
 00290 0016 B7 9604  
 00300 0019 B7 9606  
 00310 001C 86 04

PN EN FCB \$02  
 AP EN FCB \$00  
 X  
 \* INITIALISATION ET SELECTION  
 CLR CRAI4  
 CLR CRBI4  
 CLR CRAI5  
 CLR CRBI5  
 LDA A ~~\$FF~~  
 STA A ODAI4 PORT A SORTIE (I4)  
 STA A ODBI4 PORT B SORTIE (I4)  
 STA A ODAI5 PORT A SORTIE (I5)  
 STA A ODBI5 PORT B SORTIE (I5)  
 LDA A ~~\$04~~

00320 001E B7 9601  
 00330 0021 B7 9603  
 00340 0024 B7 9605  
 00350 0027 B7 9607  
 00360  
 00370 002A 86 80  
 00380 002C B7 9600  
 00390 002F 86 03  
 00400 0031 B7 9602  
 00410  
 00420 0034 86 AA  
 00430 0036 B7 9604  
 00440 0039 86 08  
 00450 003B B7 9606  
 00460 803E 86 0200  
 00470 0041 B7 9602  
 00480 0044 86 00  
 00490 0046 B7 9600  
 00500 0049 3F  
 00510 0000

STA A CRAI4 CRAI4 SELECTIONNE  
 STA A CRBI4 ORBI4 SELECTIONNE  
 STA A CRAI5 CRAI5 SELECTIONNE  
 STA A CRBI5 ORBI5 SELECTIONNE  
 X REMISE A ZERO GENERALE  
 LDA A ~~\$80~~  
 STA A ODAI4  
 LDA A ~~\$03~~  
 STA A ODBI4  
 X PROGRAMMATION  
 LDA A ~~\$AA~~ VALEUR DU BUS  
 STA A ODAI5 DATA  
 LDA A ~~\$08~~ VARIANT ENTRE  
 STA A ODBI5 000 ET FFF  
 LDA A PNEN SELECTION  
 STA A ODBI4 DU  
 LDA A ~~\$0C~~ POTENTIOMETRE  
 STA A ODAI4 NUMERO I  
 SWI  
 END

PN=POTENTIOMETRE NUMERIQUE, AP=AMPLIFICATEUR PROGRAMMABLE



|       |      |    |         |                                 |                    |         |                    |
|-------|------|----|---------|---------------------------------|--------------------|---------|--------------------|
| 0000  |      |    |         |                                 |                    |         |                    |
| 00010 |      |    | NAM     | RAMPE                           |                    |         |                    |
| 00020 | 0000 |    | ORG     | \$0000                          |                    |         |                    |
| 00030 |      |    | X-----X |                                 |                    |         |                    |
| 00040 |      |    | X       | PROGRAMME GENERATEUR            |                    |         | X                  |
| 00050 |      |    | X       | DE RAMPE                        |                    |         | X                  |
| 00060 |      |    | X-----X |                                 |                    |         |                    |
| 00070 |      |    | X       |                                 |                    |         |                    |
| 00080 |      |    | X       | ADRESSES DES REGISTRES INTERNES |                    |         |                    |
| 00090 |      |    | X       | DES PIAI4 ET I5                 |                    |         |                    |
| 00100 | 9601 |    | CRAI4   | EQU                             | \$9601             |         |                    |
| 00110 | 9603 |    | CRBI4   | EQU                             | \$9603             |         |                    |
| 00120 | 9600 |    | ORDAI4  | EQU                             | \$9600             |         |                    |
| 00130 | 9602 |    | ORDBI4  | EQU                             | \$9602             |         |                    |
| 00140 | 9605 |    | CRAI5   | EQU                             | \$9605             |         |                    |
| 00150 | 9607 |    | CRBI5   | EQU                             | \$9607             |         |                    |
| 00160 | 9604 |    | ORDAI5  | EQU                             | \$9604             |         |                    |
| 00170 | 9606 |    | ORDBI5  | EQU                             | \$9606             |         |                    |
| 00180 |      |    | X       |                                 |                    |         |                    |
| 00190 |      |    | X       | INITIALISATION DES              | PIA                |         |                    |
| 00200 | 0000 | 7F | 9601    | CLR                             | CRAI4              | SELECT  | DDRAI4             |
| 00210 | 0003 | 7F | 9603    | CLR                             | CRBI4              | SELECT  | DDRBI4             |
| 00220 | 0006 | 7F | 9605    | CLR                             | CRAI5              | SELECT  | DDRAI5             |
| 00230 | 0009 | 7F | 9607    | CLR                             | CRBI5              | SELECT  | DDRBI5             |
| 00240 | 000C | 86 | FF      | LDA                             | A                  | #FF     |                    |
| 00250 | 000E | B7 | 9600    | STA                             | A                  | ORDAI4  | PORT A ET B        |
| 00260 | 0011 | B7 | 9602    | STA                             | A                  | ORDBI4  | DES PIA I4         |
| 00270 | 0014 | B7 | 9604    | STA                             | A                  | ORDAI5  | ET I5              |
| 00280 | 0017 | B7 | 9606    | STA                             | A                  | ORDBI5  | PROGRAMMES EN      |
| 00290 | 001A | 86 | 04      | LDA                             | A                  | #04     | SORTIE             |
| 00300 | 001C | B7 | 9601    | STA                             | A                  | CRAI4   | SELECTION DE       |
| 00310 | 001F | B7 | 9603    | STA                             | A                  | CRBI4   | ORA ET ORB         |
| 00320 | 0022 | B7 | 9605    | STA                             | A                  | CRAI5   | DES P I A          |
| 00330 | 0025 | B7 | 9607    | STA                             | A                  | CRBI5   | I4 ET I5           |
| 00340 |      |    |         | X                               |                    |         |                    |
| 00350 |      |    |         | X                               | SELECTION D'UN DES | I6      | POTENTIOMETRES     |
| 00360 | 0028 | 86 | 0E      | LDA                             | A                  | #0E     | SELECTION DU       |
| 00370 | 002A | C6 | 02      | LDA                             | B                  | #02     | POTENTIOMETRE N°I5 |
| 00380 | 002C | B7 | 9600    | STA                             | A                  | ORDAI4  | BUS ADRESSE        |
| 00390 | 002F | F7 | 9602    | STA                             | B                  | ORDBI4  | 02 0E              |
| 00400 |      |    |         | X                               |                    |         |                    |
| 00410 |      |    |         | X                               | PROGRAMMATION      |         |                    |
| 00420 | 0032 | 86 | 00      | LDA                             | A                  | #00     | LSB BUS DONNEE     |
| 00430 | 0034 | B7 | 9604    | STA                             | A                  | ORDAI5  | CONSTANT           |
| 00440 | 0037 | 86 | 0F      | LDA                             | A                  | #0F     | LE MSB DU BUS      |
| 00450 | 0039 | CE | 9606    | LDX                             |                    | #ORDBI5 | DONNEE VARIE       |
| 00460 | 003C | A7 | 00      | BOUC                            | STA                | 0,X     | DE OF àà00         |
| 00470 | 003E | 4A |         | DEC                             | A                  |         |                    |
| 00480 | 003F | 20 | FB      | BRA                             |                    | BOUC    |                    |
| 00490 | 0041 | 3F |         | SWI                             |                    |         |                    |

```
0010                                NAM    RAMPE2
0020 0000                            ORG    $0000
0030                                *-----*
0040                                * PROGRAMME GENERATEUR *
0050                                *   DE RAMPE   *
0060                                *-----*
0070 MEME INITIALISATION QUE LE PROGRAMME RAMPE
0390 *
0400 * PROGRAMMATION
0410 0032 86 00                      LDA A  #000    LSB BUS DONNEE EST CONST
0420 0034 B7 9604                    STA A  ORA15  ANT = 0
0430 0037 86 08                      BCL   LDA A  #008    MSB BUS DONNEE VARIE DE
0440 0039 CE 9606                    LDX   #ORB15 08 A 00
0450 003C A7 00                      LOOP  STA A  0,X    LA RAMPE VARIE DE OVOLT
0460 003E 4A                        DEC A                                A 8 VOLTS 00 PUIS
0470 003F 81 00                      CMP A  #000    REVIENT A 00
0480 0041 26 F9                      BNE   LOOP
0490 0043 20 F2                      BRA   BCL
0500 0045 3F                        SWI
```

---

```
0010                                NAM    TRIANGLE
0020 0000                            ORG    $0000
0030                                *-----*
0040                                * PROGRAMME DE GENERATION *
0050                                * DE SIGNAUX TRIANGULAIRES *
0060                                *-----*
0070 MEME INITIALISATION QUE PROGRAMME RAMPE
0390 *
0400 * PROGRAMMATION
0410 0032 86 00                      LDA A  #000    LSB BUS DONNEE EST
0420 0034 B7 9604                    STA A  ORA15  CONSTANT = 00
0430 0037 86 0F                      LOOP  LDA A  #00F    MSB BUS DONNEE VARIE
0440 0039 CE 9606                    LDX   #ORB15 DE 0F A 00 ET DE 00
0450 003C A7 00                      BCL1  STA A  0,X    A 0F
0460 003E 4A                        DEC A                                LES SIGNAUX TRIANGU-
0470 003F 81 00                      CMP A  #000    VARIENT DE -7 VOLTS
0480 0041 26 F9                      BNE   BCL1    A 8 VOLTS ET DE
0490 0043 4C                        INC A                                8 VOLTS A -7 VOLTS
0500 0044 A7 00                      BCL2  STA A  0,X
0510 0046 4C                        INC A
0520 0047 81 0F                      CMP A  #00F
0530 0049 26 F9                      BNE   BCL2
0540 004B 20 EA                      BRA   LOOP
0550 004D 3F                        SWI
```

---



VII// CARTE DE SELECTION DES CONSTANTES DE TEMPS DES  
INTEGRATEURS

1/ INTRODUCTION :

Cette carte utilise le même procédé d'adressage et de décodage, que la carte des Potentiomètres Numériques et Amplificateurs Programmables, à quelques exceptions près.

2/ DESCRIPTION GENERALE :

La carte est composée d'un PIA, de Buffers, de décodeurs ( SN 74155) et de latches.

Les adresses des registres internes du PIA sont :

|      |          |
|------|----------|
| A730 | DDRA/ORA |
| A731 | CRA      |
| A732 | DDRB/ORB |
| A733 | CRB      |

Les Port A et B sont programmés en sortie, permettant ainsi le transfert du bus données (  $PB_7, PB_6, PB_5, PB_4$  ) assurant la sélection d'une des quatres constantes de temps des intégrateurs à travers le demi MC 14 508 N°2. Le transfert du bus adresse qui assurera la sélection d'une carte d'intégrateur parmi les 32 cartes ( chaque carte comportant deux intégrateurs ).

Les démultiplexeurs SN 74 155 permettent d'augmenter la capacité d'adressage.

Les MC 14508B ( Dual 4 bits latch) sont composés de deux registres de chargements indépendants de 4 bits chacun. Ils sont commandés par les pins 2 et 14. Les quatre sorties de chaque demi MC 14508B sont reliées directement à une carte d'intégrateur, assurant la sélection de la constante de temps désirées ( ainsi on a une même constante de temps, pour les 2 intégrateurs). Les pins 1 et 13 des MC 14508B permettent la remise à zéro des registres de chargement.

### 3/ ADRESSAGE DES CARTES D'INTEGRATEURS

Le bus adresse, sortant du PIA ( PA<sub>0</sub> à PA<sub>3</sub>) permet l'adressage de 32 cartes d'intégrateurs. Cet adressage peut être global, soit par groupe de huit cartes soit individuel.

Pour un adressage global, il suffit de mettre  $\overline{PB}_1=0$  avec le bit de la remise à zéro générale  $PB_2 = 0$ . Pour l'adressage d'un groupe de huit cartes : il faut  $\overline{PB}_1 = 1$ ,  $PB_2 = 0$ , et l'une des 4 sorties du demi SN 74155 au niveau bas, suivant le groupe désiré avec les huit sorties du SN 74155 au niveau bas ( ou  $\overline{PB}_0 = 0$ ).

Pour l'adressage individuel on doit avoir  $\overline{PB}_0 = 1, \overline{PB}_1=1$  et aussi l'une des quatre sorties du demi SN 74 155 N°2 à l'état bas pour sélectionner l'une des quatre groupes et l'une des huit sorties du SN 74155 N°1 à l'état bas pour sélectionner une carte parmi l'un des quatre groupes de huit cartes.

Le bus donnée permet la sélection d'une des quatre constantes de temps suivant le tableau ci-dessous.

|     | 1s | 0,1s | 1ms | 0,1ms |
|-----|----|------|-----|-------|
| PB4 | 0  | 0    | 0   | 1     |
| PB5 | 0  | 0    | 1   | 0     |
| PB6 | 0  | 1    | 0   | 0     |
| PB7 | 1  | 0    | 0   | 0     |

### 4/ Sélection d'une carte d'intégrateur

Chaque MC 14508 peut sélectionner 2 cartes d'intégrateurs. Nous donnons ci-dessous l'adresse de chaque carte.

On remarque sur le schéma général que les 16 circuits MC 14508 sont répartis en 4 groupes.

PB7  
PB6  
PB5  
PB4

- Ces 4 bits (Bus DATA) permettent la sélection d'une des quatre constantes de Temps utilisée dans le calculateur.

PB3  
PB2  
PB1  
PBO

- Ces 4 Bits sont toujours à zéro.

PA7  
PA6  
PA5  
PA4

- Ces 4 Bits du Port A, sélectionnent l'un des quatre groupes de carte d'intégrateurs.

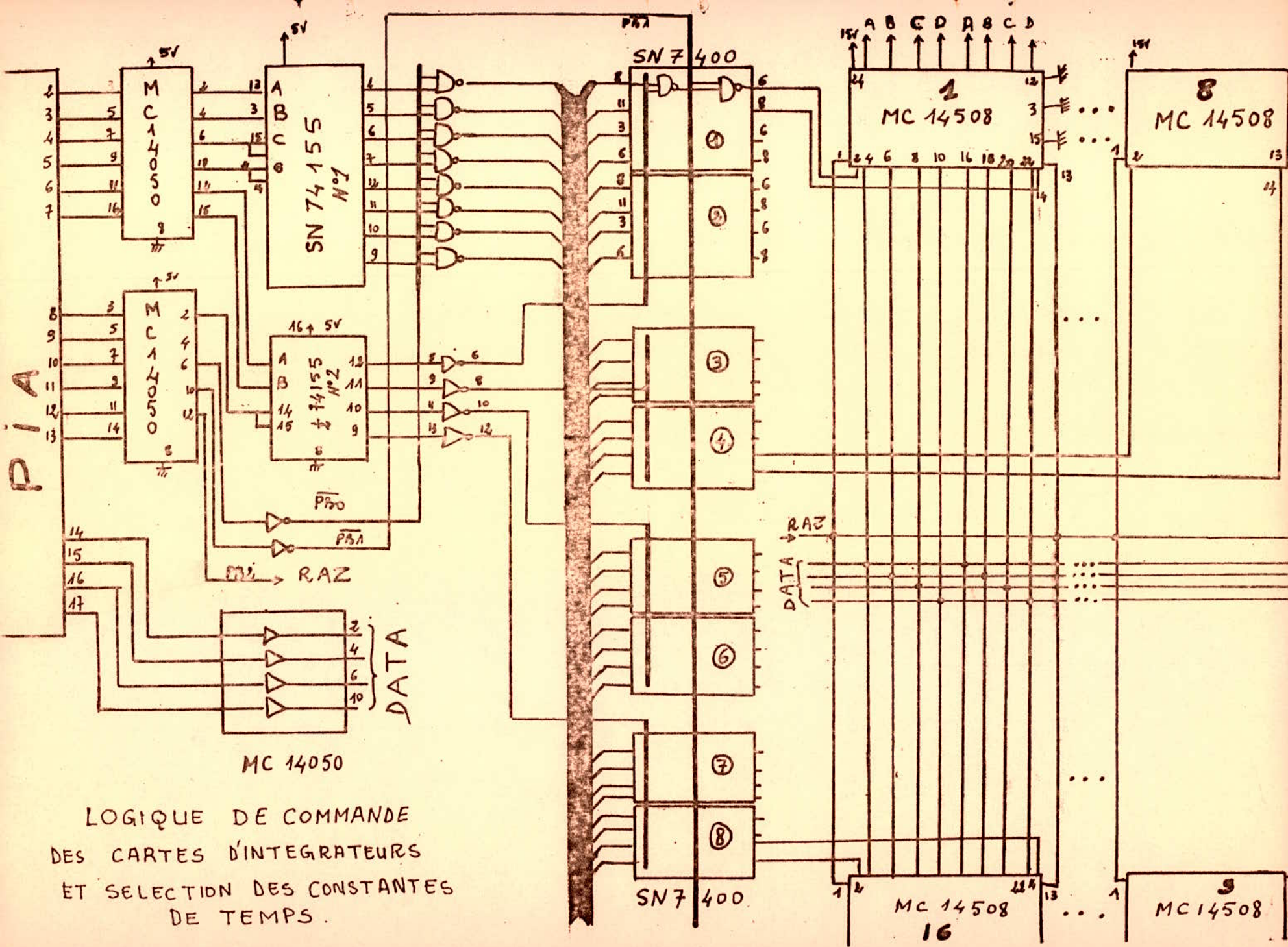
PA3  
PA2  
PA1  
PA0

- Ils permettent la sélection d'une carte parmi les 8 cartes de chaque groupe.

5/ Adresses des cartes d'intégrateurs du calculateur

| 1 <sup>er</sup> GROUPE  | ADRESSES<br>(PA7-PA0) | 2 <sup>ème</sup> GROUPE | ADRESSES<br>(PA7-PA0) |
|-------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|
| MC14508 N°1             | 37 et 36              | MC 14508 N°5            | 27 et 26              |
| " "                     | 35 et 24              | " " N°6                 | 25 et 24              |
| " "                     | 33 et 32              | " " N°7                 | 23 et 22              |
| " "                     | 31 et 30              | " " N°8                 | 21 et 20              |
| 3 <sup>ème</sup> GROUPE | ADRESSES<br>(PA7-PA0) | 4 <sup>ème</sup> GROUPE | ADRESSES<br>(PA7-PA0) |
| MC14508 N°9             | 16 et 17              | MC 14508 N°13           | 06 et 07              |
| " "N°10                 | 14 et 15              | " " N°14                | 04 et 05              |
| " "N°11                 | 12 et 13              | " " N°15                | 02 et 03              |
| " "N°12                 | 10 et 11              | " " N°16                | 00 et 01              |

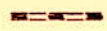
|       |      |    |      |                                          |                 |                   |                       |
|-------|------|----|------|------------------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------------|
| 00000 |      |    |      | NAM                                      | INTEG           |                   |                       |
| 00010 |      |    |      | ORG                                      | <del>9</del> 00 |                   |                       |
| 00020 |      |    |      | *-----*                                  |                 |                   |                       |
| 00030 |      |    |      | * PROGRAMME DE SELECTION *               |                 |                   |                       |
| 00040 |      |    |      | * D'UNE CONSTANTE DE TEMPS *             |                 |                   |                       |
| 00050 |      |    |      | *-----*                                  |                 |                   |                       |
| 00060 |      |    |      | *                                        |                 |                   |                       |
| 00070 |      |    |      | * ADRESSES DES REGISTRES INTERNES DU PIA |                 |                   |                       |
| 00080 | A73I |    |      | CRA                                      | EQU             | <del>9</del> A73I |                       |
| 00090 | A730 |    |      | ODDRA                                    | EQU             | <del>9</del> A730 |                       |
| 00100 | A732 |    |      | ODDRB                                    | EQU             | <del>9</del> A732 |                       |
| 00110 | A733 |    |      | CRD                                      | EQU             | <del>9</del> A733 |                       |
| 00120 |      |    |      | *                                        |                 |                   |                       |
| 00130 |      |    |      | * INITIALISATION DU P I A                |                 |                   |                       |
| 00140 | 0000 | 7F | A73I | CLR                                      | CRA             |                   | SELECTION DDRA        |
| 00150 | 0003 | 7F | A733 | CLR                                      | CRD             |                   | SELECTION DDRB        |
| 00160 | 0006 | 86 | FF   | LDA A                                    | <del>9</del> FF |                   |                       |
| 00170 | 0008 | D7 | A730 | STA A                                    | ODDRA           |                   | PORT A SORTIE         |
| 00180 | 000B | D7 | A732 | STA A                                    | ODDRB           |                   | PORT B SORTIE         |
| 00190 | 000E | 86 | 04   | LDA A                                    | <del>9</del> 04 |                   |                       |
| 00200 | 0010 | D7 | A73I | STA A                                    | CRA             |                   | SELECTION ORA         |
| 00210 | 0013 | D7 | A733 | STA A                                    | CRD             |                   | SELECTION ORB         |
| 00220 |      |    |      | *-----*                                  |                 |                   |                       |
| 00230 |      |    |      | * PROGRAMME DE SELECTION                 |                 |                   |                       |
| 00240 | 0016 | 86 | 3I   | LDA A                                    | <del>9</del> 3I |                   | SELECTION D'UNE CARTE |
| 00250 | 0019 | D7 | A730 | STA A                                    | ODDRA           |                   | DE 2 INTEGRATEURS     |
| 00260 | 001B | 86 | 20   | LDA A                                    | <del>9</del> 20 |                   | SELECTION D'UNE DES   |
| 00270 | 001D | D7 | A732 | STA A                                    | ODDRB           |                   | QUATRE CONSTANTES     |
| 00280 | 0020 | 3F |      | SWI                                      |                 |                   | DE TEMPS              |



LOGIQUE DE COMMANDE  
DES CARTES D'INTEGRATEURS  
ET SELECTION DES CONSTANTES  
DE TEMPS.

VII - UN CIRCUIT D'HORLOGE PROGRAMMABLE

LE TIMER 6840



I/ INTRODUCTION

Le 6840 est un PTM ( Programmable Timer Module) qui contient 3 compteurs binaires indépendants de 16 Bits, commandés et controlés par l'U.C grâce à leurs registres de commande, d'état, et de données.

Divers Modes de fonctionnement permettent, sous le contrôle total du logiciel, d'utiliser le 6840, comme fréquence-mètre, compteur d'évènement, générateur de signaux , de durée et de largeur programmable.

2/ LOGIQUE D'ADRESSAGE

Le PTM est adressé par l'intermédiaire des entrées CS0 et CS1 tq.(CS1CS0 = 10).

La sélection des registres internes s'effectue d'abord par l'utilisation des 3 lignes RS ( Registre Sélect.)RS0,RS1, RS2.

*Ainsi* que la ligne  $R/\bar{W}$

$R/\bar{W} = 1$  si lecture

$R/\bar{W} = 0$  si écriture

Et le bit "0" du registre de contrôle CR2

L'utilisation du signal  $R/\bar{W}$  en complément d'adressage, permet à l'utilisateur, pour une adresse donnée, de ne pas accéder au même Registre, selon qu'il opère une lecture ou une écriture. Le signal  $\phi_2$  permet la synchronisation de donnée entre PTM et MPU, il synchronise aussi les signaux injectés.

3/ Description interne

Le MC 6840 dispose de 3 timers

Chacun des timers se compose :

- d'un compteur binaire de 16 bits qui engendre des durées périodes et intervalles de temps définis par le comptage d'un nombre entier de période d'horloge ( de 0 à  $2^{16}$ ).

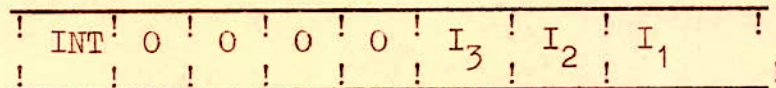
- D'un registre de chargement ( Latch ) de 16 bits où est stockée la valeur d'initialisation du compteur.

L'arrivée d'un ordre d'initialisation ( dépendant d'un RESET externe ou interne  $CR_{10} = 1$ , d'une transition négative  $\overline{G}_X$  ) provoque le positionnement du compteur à la valeur préchargée dans le registre. Le compteur binaire, s'il est validé (  $\overline{G}_X =$  est bas,  $\overline{RESET}$  haut et  $CR_{10} = 0$  ) décompte alors sur chaque front descendant de l'horloge interne (  $CR_{X1} = 1$  ). ou de l'horloge externe (  $CR_{X1} = 0$  ).

La fin du décomptage ( Time Out ) provoque le positionnement d'un bit indicateur (  $I_X$   $X = 1,2,3$  ) du registre d'état

- D'un registre de commande  $CR_X$  (  $X = 1,2,3$  ). qui est accessible en écriture seulement, son contenu impose le mode de fonctionnement du Timer correspondant ( voir fig 1 ).

- D'un registre d'état ( Status Register ) de 8 bits unique qui collecte les informations de trois compteurs. Il est accessible en lecture seulement par l'unité centrale et contient quatre bits indicateurs d'état ( flags ), les quatre autres sont forcés à 1 et reviennent à 0 en lecture.



$I_1, I_2, I_3$  sont les indicateurs de fin de comptage ( Time-Out ) de chaque compteur positionnés à 1 lors de l'arrivée à 0 du compteur ( ou sur une transition de  $\overline{G}_X$  dans le mode Mesure de temps ). Les indicateurs sont remis à 0 par un Reset externe ou interne (  $CR_{10} = 1$  ) par une initialisation du compteur ou encore par une lecture du compteur quand elle suit immédiatement la lecture du registre d'état.

Le bit 7 est un indicateur d'état d'interruption composite, il se met à 1 si un des indicateurs (  $I_1, I_2, I_3$  ) associée au bit 6 du registre de contrôle correspondant au timer ( c'est à dire que la ligne  $\overline{IRQ}$  est validée ) sont à 1

$$\text{Bit 7} = \text{INT} = 1 \qquad \text{IRQ} = \text{état bas}$$

$$\text{INT} = I_3 CR_{36} + I_2 CR_{26} + I_1 CR_{16}$$

Remarque : Le Bus de données n'ayant que huit bits , une opération de lecture, ou d'écriture de données doit donc s'effectuer en deux étapes, ce qui pourrait provoquer des erreurs.

Pour éviter qu'une impulsion de comptage entre deux lectures ne viennent fausser la valeur lue, il suffit de geler la valeur de sortie au moment de la première lecture. Un registre tampon, placé à cette fin, à la sortie du compteur sur l'octet de poids faible ( LSB ), est chargé au moment de la lecture de l'octet de poids fort ( MSB). Sa valeur est ensuite transférée sur le bus lors de la lecture de l'octet de poids faible ( LSB).

Un second registre intermédiaire est utilisé en écriture, pour éviter qu'une initialisation du compteur au moment de l'écriture du registre de chargement ne provoque une erreur.

#### 4/ Modes de fonctionnement

A/ Mode continu ( Multivibrateur )  $CR_{X3} = 0, CR_{X4} = 0$  ,  
 $CR_{X5} = 0$

Tous les timers peuvent être programmés pour générer un train d'impulsions continu, soit dans le mode continu normal soit dans le mode Dual 8 Bits ( voir fig 1).

En mode continu 16 bits (  $CR_{X2} = 0$  ), la sortie  $O_X$ , si elle est validée reste à l'état Bas pendant et après le cycle d'initialisation. Elle passera à l'état Haut au premier Time out puis à l'état bas au T.O suivant ( voir fig1). Le cycle recommence tant que  $\bar{G}_X$  est bas. Le compteur peut être lu à tout moment sans en affecter le contenu.

En mode continu " Dual 8 bits" (  $CR_{X2} = 1$ ), la sortie, si elle est validée, reste à l'état bas pendant et après le cycle d'initialisation. Une impulsion d'horloge mettra la sortie à l'état haut si tous les bits du MSB du compteur sont à zéro. La sortie repasse à l'état bas à l'impulsion d'horloge qui suit l'état MSB = "0" et LSB="0". ( La sortie est passée à l'état Bas au T.O). Le cycle se poursuit tant que  $\bar{G}$  est bas. Les compteurs peuvent être initialisés soit par  $\bar{G}$ , soit au chargement des registres par une commande écriture.



A la fin de chaque cycle ( Time Out), la première impulsion d'horloge après que tous les bits aient été mis à 0, provoque un rechargement du compteur et le positionnement du bit d'interruption.

Mode continu  $CR_{X3} = 0$     $CR_{X4} = 1$     $CR_{X5} = 0$

Identique au précédent sauf que l'écriture des registres de chargements ( Latch) d'un compteur n'entraîne pas son initialisation mais remet à zéro les indicateurs d'interruption (Flag).

B/ Mode Impulsionnel ( Monostable).

$CR_{X3} = 0$     $CR_{X4} = 0$     $CR_{X5} = 1$

Les trois compteurs peuvent être programmés pour générer une impulsion unique en sortie.

Soit en mode Impulsionnel Normal    $CR_{X2} = 0$

Mode Impulsionnel Dual 8Bits    $CR_{X2} = 1$

( Voir fig 2).

Le mode impulsionnel normal (  $CR_{X2} = 0$ ), la sortie étant validée, passera à l'état haut à la 1ère impulsion d'horloge qui arrivera pendant ou après le cycle d'initialisation elle gardera cet état, durant N périodes d'horloge. (voir fig 2). elle repassera à l'état Bas au T.O et restera ainsi jusqu'à la réinitialisation. Le compteur continuera à tourner, et peut être lu ) tout moment sans être affecté.

Le Mode Impulsionnel Dual 8 Bits (  $CR_{X2} = 1$ ). 2 nombres L et M sont chargés respectivement dans LSB et MSB du registre de chargement. La sortie étant validée reste bas pendant et après le cycle d'initialisation. Au top d'horloge qui trouve MSB = 0, la sortie passe à l'état haut. Le time Out a lieu au top d'horloge après que MSB et LSB soient tous deux passés à zéro.

La sortie repasse à l'état bas ( voir fig 2). Elle restera ainsi jusqu'à la réinitialisation. Le compteur continue de décompter et peut être lu à tout moment sans être affecté.

Les impulsions de sortie sont redéclenchables, le cycle étant réinitialisé chaque fois que  $\bar{G}$  passe à l'état bas, ou qu'on exécute une commande d'écriture dans les registres de chargement ( latches ).

Il existe un troisième mode qui est le mode Mesure de temps qui se subdivise en deux sous-mode :

- mesure de périodes ou fréquencemètre
- mesure de durées ou chronomètre

Ce mode n'est pas traité dans notre cas.

### C/ Programmation du Timer

Dans notre cas, le Timer est utilisé comme générateur d'impulsions. Il nous permettra ainsi, d'obtenir les différents modes de calcul des intégrateurs utilisés dans le calculateur ( voir intégrateur ).

Dans l'exemple ci-dessous, on suppose que l'intégrateur est utilisé en Mode itératif, on doit alors générer les impulsions suivantes :

- Problème : On veut obtenir les impulsions de la figure A

L'impulsion du Timer 1 ne doit se déclencher que sur le front descendant de l'impulsion du Timer 2.

Le timer 3 ici fixe la durée du palier de l'impulsion délivrée par le Timer 2.

Application : p Programmation du timer 2

$$T_2 = 1020 \text{ micro.S} \quad (\text{par hypothèse})$$

$$T_3 = 24 \text{ micro.S} \quad ( " " " " )$$

$$M_2 = 0 \quad ( " " " " )$$

$$(L_2+1)T_3 = T_2 \quad L_2 = 41 = \text{§ } 29 \text{ en hexadécimal}$$

$$\text{Registre de commande 2} = 10000100$$

$$\text{Registre de chargement 2} = 0029$$

### \* Programmation du Timer 3

Ce Timer est utilisé en Mode continu 16 bits ( voir fig.1)

$$T_3 = 2(N_3+1)T_H$$

$T_3$  = Période du signal à fixer par le programmeur

$T_H$  = Période de l'Horloge interne ( 1 micro.S)

$N_3$  = Valeur du registre de chargement du Timer 3.

Application

$$T_3 = 24 \text{ micro seconde}$$

$$T_H = 1 \text{ micro seconde}$$

$$T_3 = 2(N_3 + 1)T_H \quad N_3 = 11 = \text{\$B en hexadécimal.}$$

Le listing suivant détaille les étapes de la programmation de l'application proposée ci-dessus.

\* PROGRAMMATION TIMER 1

Le timer 1 est utilisé en Mode Impulsionnel, Normal 16 Bits ( voir fig 2).

$$N_1 = \text{valeur du registre chargement 1}$$

$$T_H = \text{Horloge interne ( 1 micro s.}$$

$$T_1 = \text{Période du signal fixé par le programmeur}$$

Application:

$$T_1 = 20 \text{ micro.s}$$

$$T_H = 1 \text{ micro.s}$$

$$N_1 T_H = T_1 \quad N_1 = 20 = \text{\$ 14 en hexadécimal.}$$

Registre de commande 1 = 1 0 1 0 0 0 1 0

Registre de chargement 1 = 0 0 1 4 ( sur 16 Bits ).

Dans ce mode impulsionnel, on obtient une nouvelle impulsion à chaque front descendant d'une impulsion appliquée sur  $\bar{G}_1$  en provenance du Timer 2.

\* PROGRAMMATION DU TIMER 2

Il est utilisé en Mode Continu Dual 8 Bits ( voir fig 1)

$$(M_2 + 1)(L_2 + 1)T_3 = T_2$$

$$T_2 = \text{Période du signal à déterminer pour le programmeur}$$

$$T_3 = \text{Période d'un signal délivré par le Timer 3}$$

$$M_2 = \text{Valeur du MSB du registre de chargement 2}$$

$$L_2 = \text{Valeur du LSB du registre de chargement 2}$$

Application :  $T_2 = 1020 \text{ Micro s}$      $T_3 = 24 \text{ Micro.s}$      $M_2 = 00$

$$(L_2 + 1) T_3 = T_2 \quad L_2 = (T_2 - T_3)/T_3 = 41 = \text{\$29}$$

Registre de Commande 2 : 10000100

Registre de Chargement 2 : = 0029

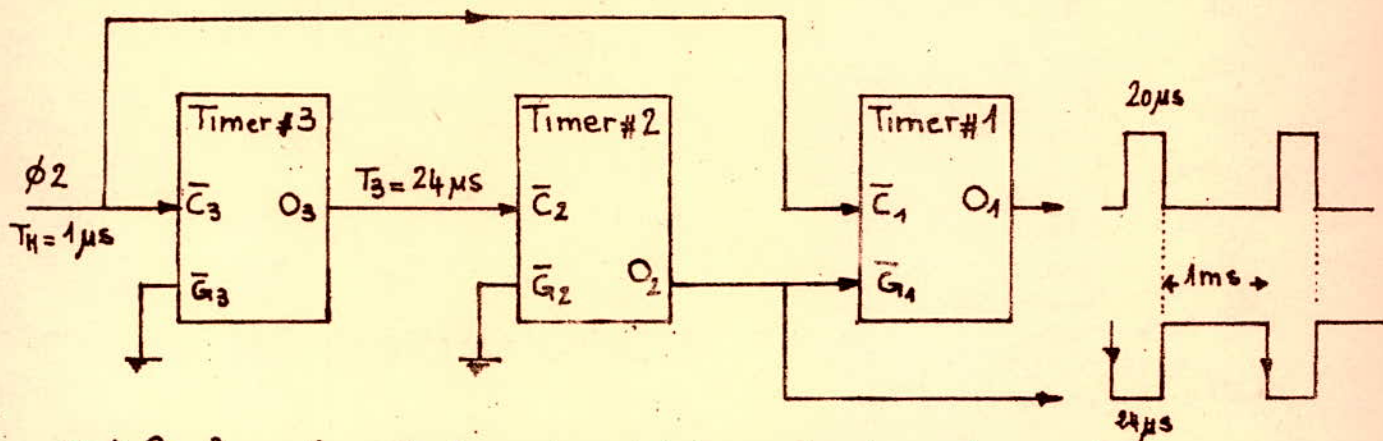
```

0010                                NAM    TIMER
0020 0000                            ORG    $0000
0030                                *-----*
0040                                * PROGRAMME MODE REPETIF DES INTEGRATEURS *
0050                                *-----*
0060                                *
0070                                * ADRESSES DES REGISTRES INTERNES DU TIMER
0080          9720    TIMCR1    EQU    $9720    Registre commande timer1
0090          9721    TIMCR2    EQU    $9721    Registre commande timer2
0100          9720    TIMCR3    EQU    $9720    Registre commande timer3
0110          9722    TMREG1    EQU    $9722    Registre chargement timer1
0120          9724    TMREG2    EQU    $9724    Registre chargement timer2
0130          9726    TMREG3    EQU    $9726    Registre chargement timer3
0140                                *
0150                                * DONNEES
0160          0014    DUR1      EQU    $0014    Impulsion du timer1
0170          000B    PER3      EQU    $000B    Periode timer3
0180          0029    PER2      EQU    $0029    Periode timer2(MSB=0,LSB=29)
0190          00A2    IMP1      EQU    $A2      Mode Impul Normal timer1
0200          0084    CONT2     EQU    $84      Mode Continu 238 BITS timer2
0210          0082    CONT3     EQU    $82      Mode Continu 16 BITS timer3
0220                                *
0230                                *
0240                                * PROGRAMMATION DU CIRCUIT MC6840
0250 0000 CE 0014                LDX    #DUR1
0260 0003 FF 9722                STX    TMREG1
0270 0006 CE 0029                LDX    #PER2
0280 0009 FF 9724                STX    TMREG2
0290 000C CE 000B                LDX    #PER3
0300 000F FF 9726                STX    TMREG3
0310 0012 86 84                  LDA    A    #CONT2    Programmation timer2
0320 0014 B7 9721                STA    A    TIMCR2    avec selectoin timer3
0330 0017 86 82                  LDA    A    #CONT3    Programmation timer3
0340 0019 B7 9720                STA    A    TIMCR3
0350 001C 86 85                  LDA    A    #CONT2+1 Selection timer1
0360 001E B7 9721                STA    A    TIMCR2
0370 0021 86 A2                  LDA    A    #IMP1    Programmation timer1
0380 0023 B7 9720                STA    A    TIMCR1
0390 0026 3F                    SWI

```

TOTAL ERRORS 00000



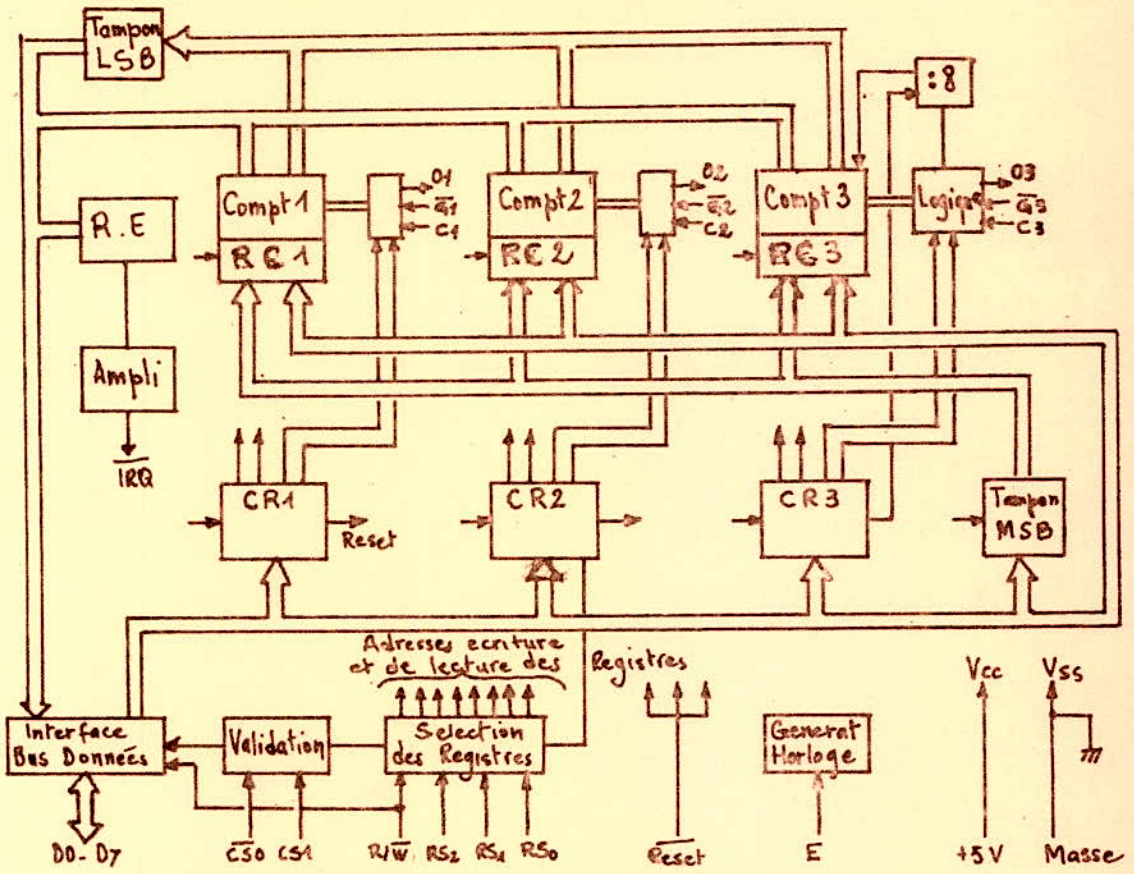


FigA: Configuration du branchement interne des trois timers du MC 6840

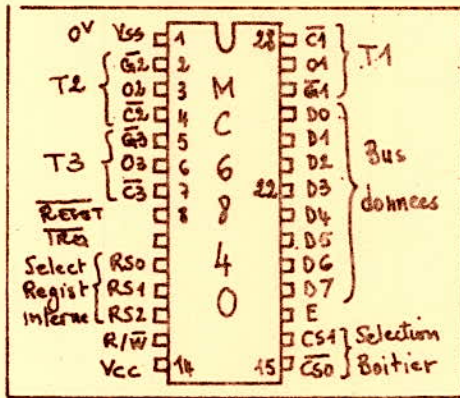


figB: Organigramme

# Structure et brochage du 6840

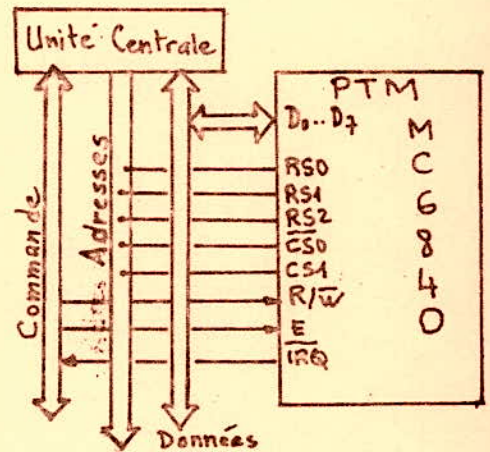


Synoptique du 6840 "Timer" programmable

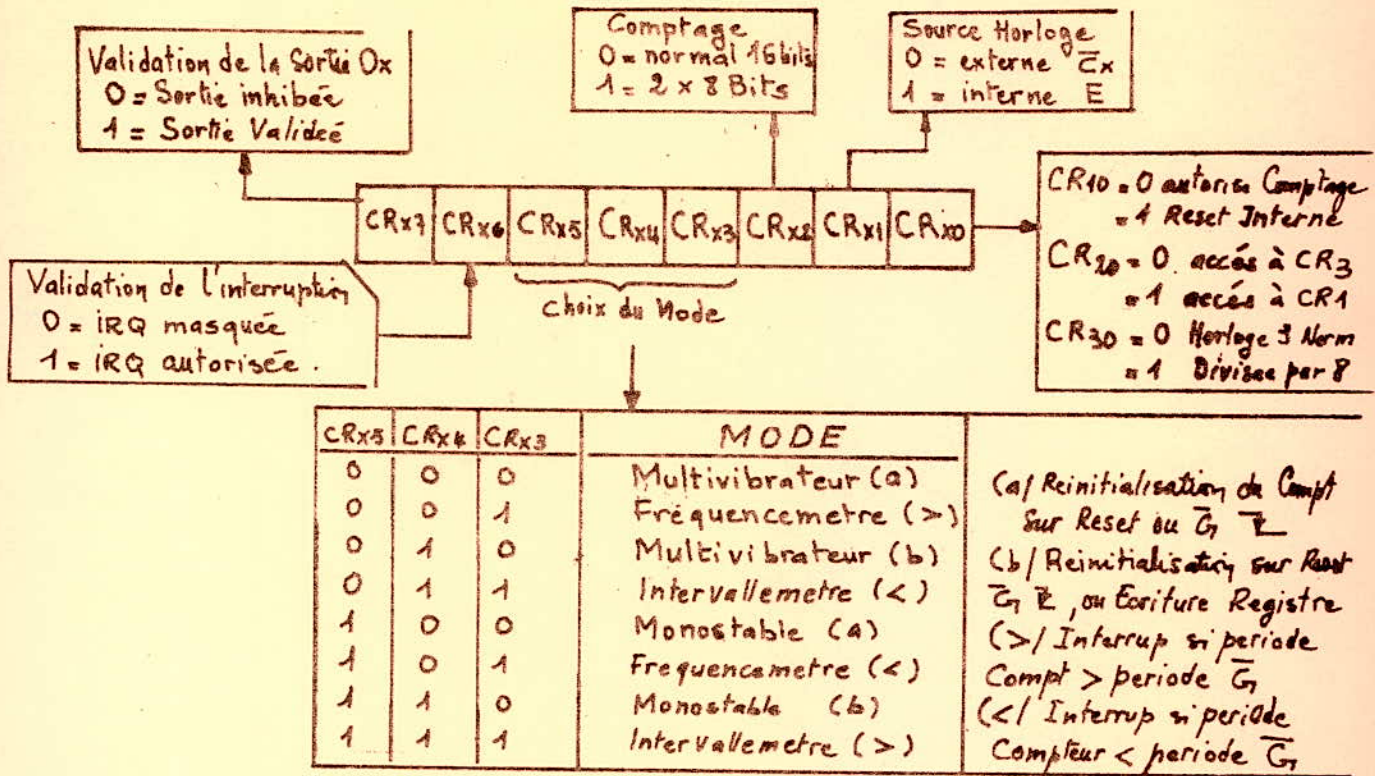


Brochage du 6840

- R.E: Registre d'Etat.
- CR<sub>x</sub> (x=1,2,3): Registre commande.
- RC<sub>x</sub> (x=1,2,3): Registre Chargement.
- $\bar{G}_x$ : signal de declenchement (gate)
- O<sub>x</sub>: signal de Sortie
- C<sub>x</sub>: horloge (clock)



Le circuit s'integre de façon classique dans un système 6800.

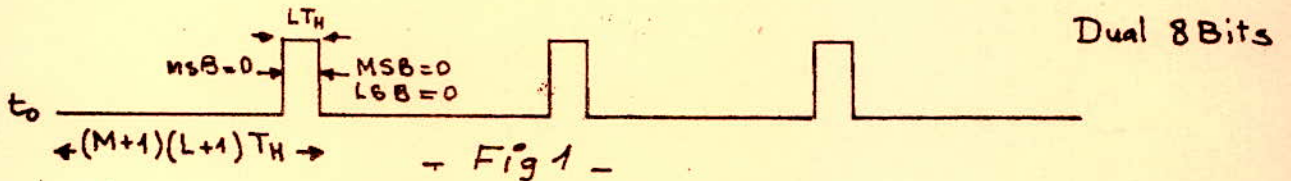
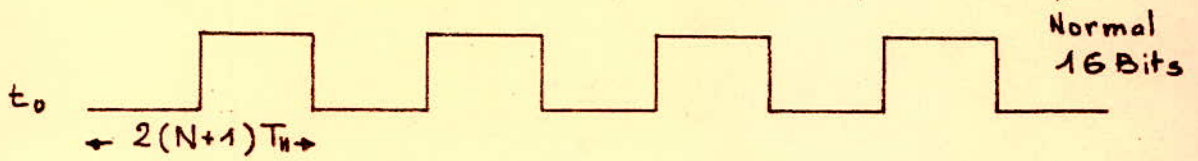


Structure du Registre de Commande CRx (x=1,2,3)

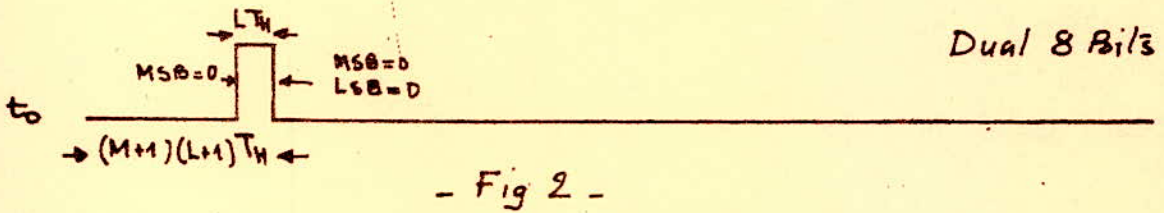
| R/W | RS2 | RS1 | RS0 | OPERATION                                                            |
|-----|-----|-----|-----|----------------------------------------------------------------------|
| 0   | 0   | 0   | 0   | Ecriture de CR3 si le bit 0 de CR2 = 0<br>CR1 si le bit 0 de CR2 = 1 |
| 0   | 0   | 0   | 1   | Ecriture de CR2                                                      |
| 0   | 0   | 1   | 0   | Ecriture des Poids Forts } Registre chargement<br>Timer 1            |
| 0   | 0   | 1   | 1   |                                                                      |
| 0   | 1   | 0   | 0   | Ecrit Poids Forts } Registre Timer 2                                 |
| 0   | 1   | 0   | 1   |                                                                      |
| 0   | 1   | 1   | 0   | Ecriture Poids Forts } Registre Timer 3                              |
| 0   | 1   | 1   | 1   |                                                                      |
| 1   | 0   | 0   | 0   | Lecture Registre d'Etat.                                             |
| 1   | 0   | 0   | 1   | PAS D'OPERATION.                                                     |
| 1   | 0   | 1   | 0   | Lecture des Poids Forts } Sortie Compteur 1.                         |
| 1   | 0   | 1   | 1   |                                                                      |
| 1   | 1   | 0   | 0   | Lecture des Poids Forts } Sortie Compteur 2.                         |
| 1   | 1   | 0   | 1   |                                                                      |
| 1   | 1   | 1   | 0   | Lecture des Poids Forts } Sortie Compteur 3                          |
| 1   | 1   | 1   | 1   |                                                                      |

Tableau d'adressage des différents Registres Internes.

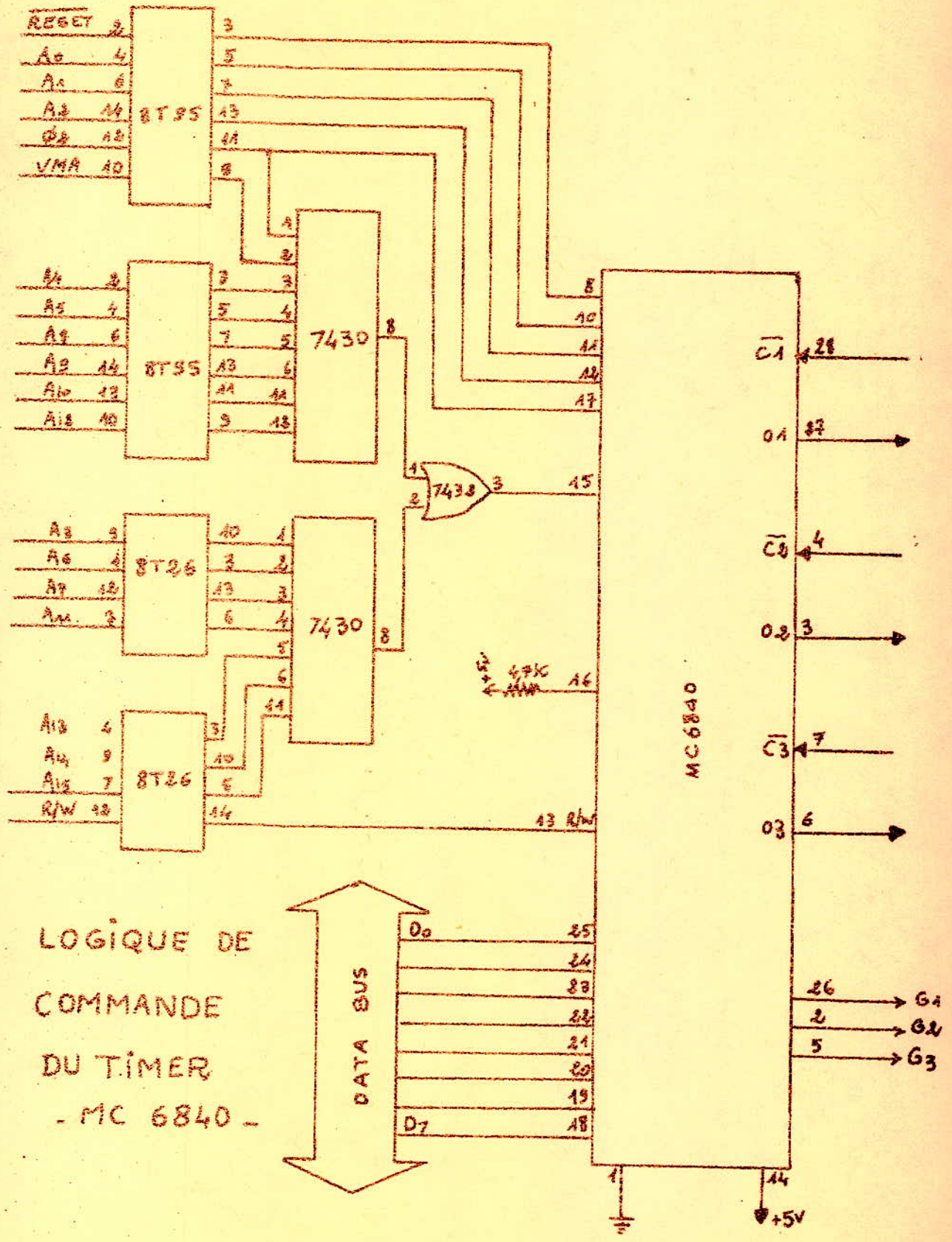
MODE CONTINU



MODE IMPULSIONNEL







A/Schéma de principe

Voir figure N°3

B/Fonctionnement:

Les adresses du PIA de l'horloge programmable sont:

-9730 (DDRA,ORA)

-9731 (DRA)

-9732 (BDRB,ORB)

9733(CRB); voir logique de commande de la carte


Le port A et le port B (de PA<sub>0</sub> à PA<sub>3</sub>) sont utilisés comme bus donnée de 12 bits. Ils nous permettent ainsi de déterminer le rapport de fréquence

désiré  $f = f_0/N$  ( $f_0 = 1 \text{ Mhz}$ )


Les port A et B sont mémorisés dans les batchs SN7475; la mise à 1 des broches 4 et 13 du SN7475 à travers la ligne PB<sub>5</sub>, permet le transfert du contenu des SN 7475 dans le MC 14526 (diviseur de fréquence programmable).

La mise à 1 de la broche 4 (inhibition) à l'aide de la ligne PB<sub>4</sub> ou RESET, remet à zéro le contenu des MC 14524.

La combinaison suivante permet le comptage des MC 14526 dès que la broche 4 est mise à zéro.

Clock (entrée de l'horloge du système  $\phi = 11^{\text{MHz}}$ )  pin 6

Inhibition  pin 4

Preset Enable (PE)  pin 3

Master Rest (MR)  pin 10

voir DATA BOOK MOTOROLA

C/Programmation :

La programmation de l'horloge programmable présente deux cas:

1/Niveau bas = constante donnée = 0,4 microseconde (voir fig. 2)

le bus varie alors de 2002 à 20FF avec T<sub>max</sub> = 256 microsecondes

2/Niveau haut = constante = 256 microsec. (voir fig 1)

le bus data varie alors de 2100 à 2FFF

Pour un bus donné variant de 2100 à 2FFF ainsi que pour 2000 et 2001 on T<sub>max</sub> = 4 ms

3/Exemple de programmation

Générer un signal de fréquence  $f = 100 \text{ KHz}$

$$f = f_0/N = 100 \text{ KHz}$$

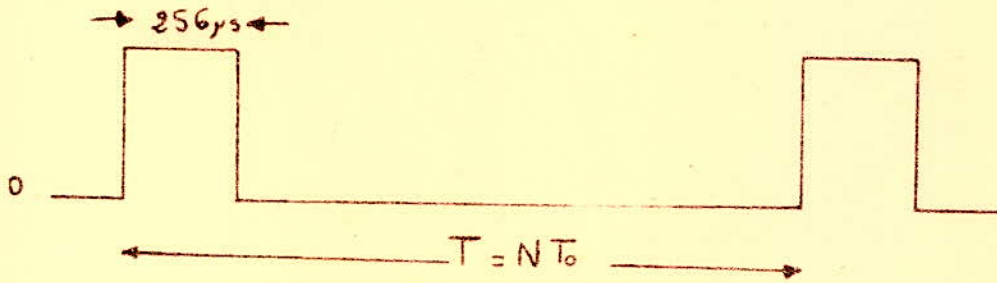
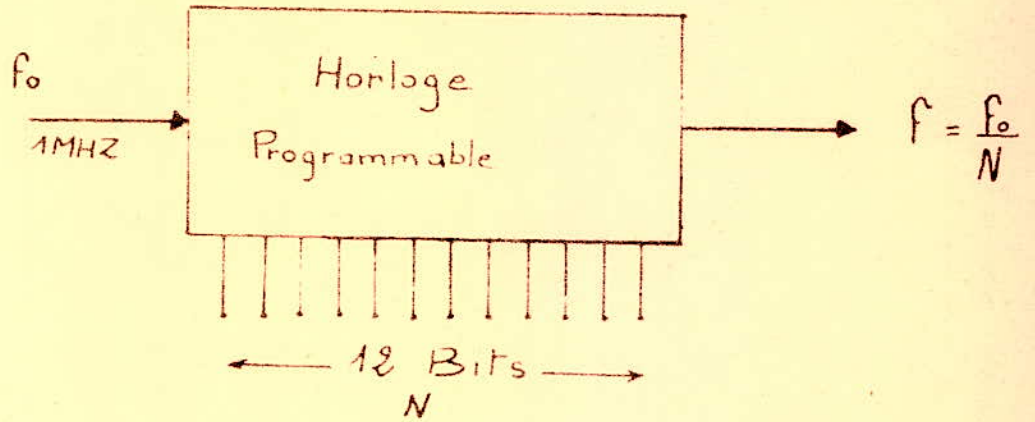
$$f_0 = 1 \text{ Mhz donc } N = 10$$

donc notre bus donnée est de 200A.

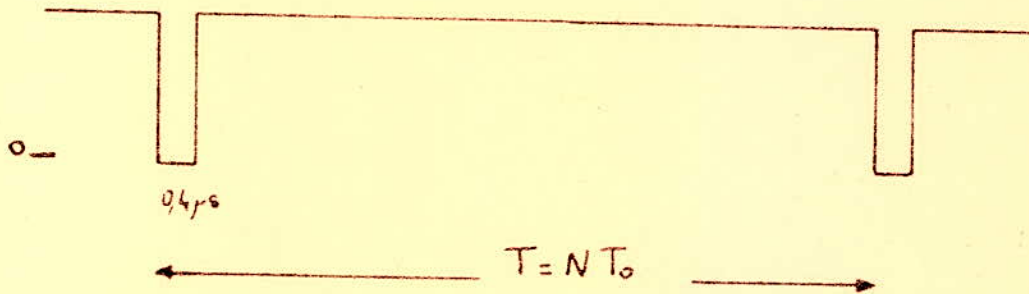
$$2002 < 200A < 20FF$$

On obtient alors un niveau bas constant de 0,4 microsec.

- fig 3 -



- Fig 1 -



- Fig 2 -

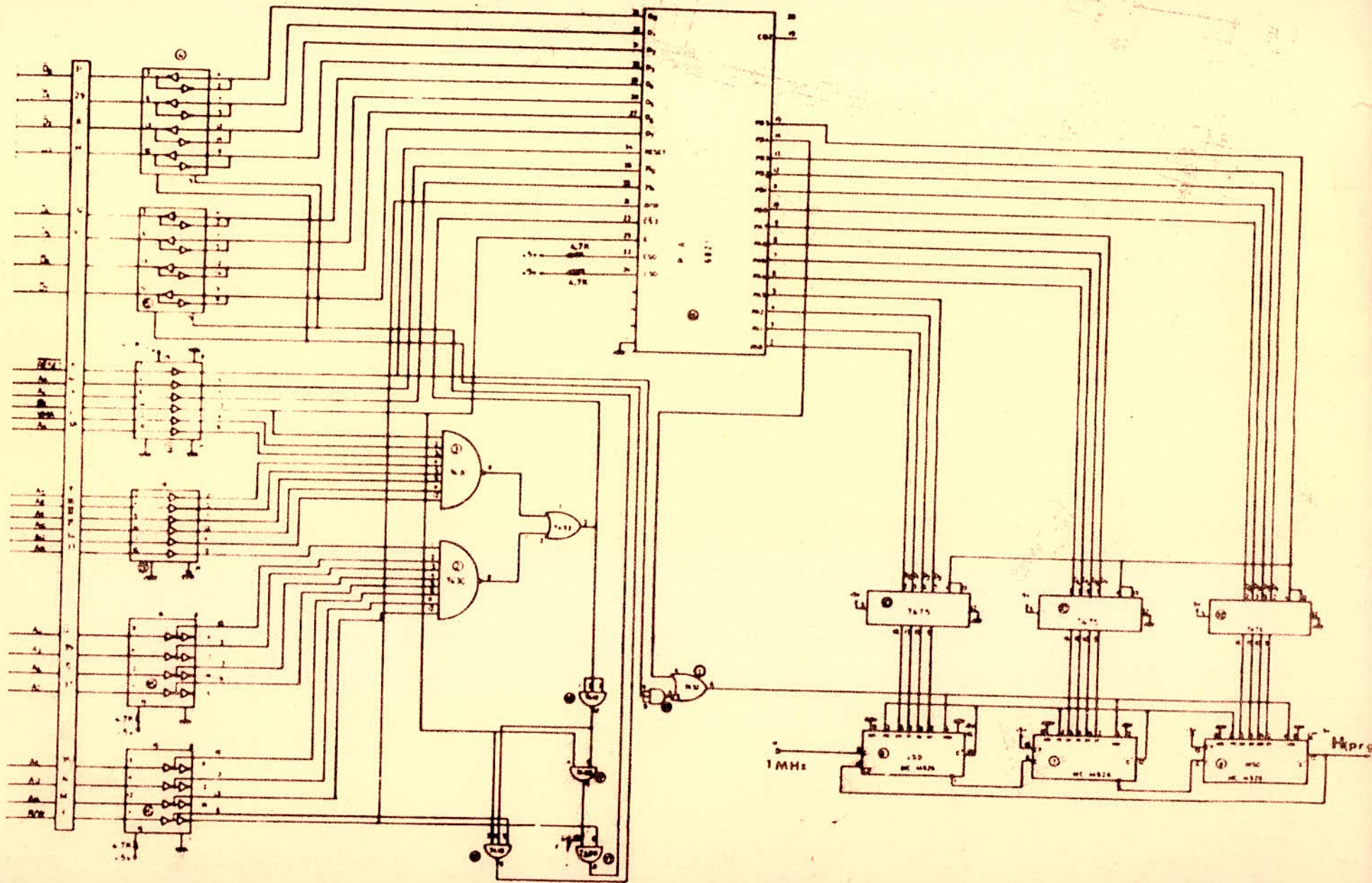
```

00010                                NAM    HORLOGE
00020 .0000                          ORG    $0000
00030                                X-----X
00040                                X
00050                                * PROGRAMMATION DE L'HORLOGE      X
00060                                * PROGRAMMABLE POUR AVOIR UNE    X
00070                                * FREQUENCE DE 100 KHZ          X
00080                                X-----X
00090                                X
00100                                X
00110                                * ADRESSES DES REGISTRES INTERNES DU PIA
00120          9730                    ODDRA EQU    $9730
00130          9731                    CRA    EQU    $9731
00140          9732                    OD RB  EQU    $9732
00150          9733                    CRB    EQU    $9733
00160                                X
00170                                * VALEURS DU BUS DONNEE
00180          0A                      LSBDA EQU    $0A      LSB DU BUS DONNEE
00190          20                      MSBDA EQU    $20      MSB DU BUS DONNEE(PORTB)
00200                                X
00210                                * INITIALISATION DU PIA DE L'HORLOGE
00220 0000 7F 97 I                    CLR    CRA          SELECT DDRA
00230 0003 7F 9733                   CLR    CRB          SELECT DDRB
00240 0006 86 FF                      LDA A  /$FF
00250 0008 B7 9730                   STA A  ODDRA        PORT A SORTIE
00260 000B B7 9732                   STA A  ODDRB        PORT B SORTIE
00270 000E 86 04                      LDA A  /$04
00280 0010 B7 9731                   STA A  CRA          SELECT ORA
00290 0013 B7 9733                   STA A  CRB          SELECT ORB
00300                                X
00310                                * PROGRAMMATION DE L'HORLOGE
00320 0016 86 0A                      LDA A  /LSBDA
00330 0018 B7 9730                   STA A  ODDRA        ECRITURE DANS
00340 001B 86 20                      LDA A  /MSBDA        ORA
00350 001D B7 9732                   STA A  ODDRB        ECRITURE DANS
00360 0020 3F                          SWI                    ORB

```

TOTAL ERRORS 00000

\*\*\*\*\*



HORLGE PROGRAMMABLE

X LES INTEGRATEURS :

A . SCHEMA DE PRINCIPE (Voir schema )

B . FONCTIONNEMENT

L'intégrateur utilisé , dans le calculateur hybride et le 4850 de TELEDYNE PHILBRICK .

Ce circuit offre trois possibilités d'utilisation:

- a/ En three mode integrator
- b/ En track and hold
- c/ SPDT SWITCH

(Voir caracteristiques du TP4850 )

Dans notre cas , l'intégrateur travaille en trois modes d'intégration cette possibilité comprend le mode normal , répétitif et itératif (Voir timing )

Le TP 4850 possède deux broches de commande (broche 3&1 ) le signal de commande appliqué à la broche 3 permet l'introduction de la condition initiale à partir de la broche 4

Le deuxième signal de commande appliqué sur la broche 1 permet à l'intégrateur d'évoluer (cad intégration du signal d'entrée , broche 6 )

L'obtention des trois possibilités offertes par le three mode integrator, se fait par la combinaison des deux signaux de commande ( Voir timing ) .

Remarque :

Pour introduire la condition initiale , il faut que la durée de l'impulsion de commande (broche 3) soit assez grande devant la constante de temps interne (RC ) de l'intégrateur

$$R = 10K \quad C = 60pF \quad RC = 0,6 \text{ Micro second}$$

IC = Condition Initiale , OP = Calcul , HL = Mémorisation .

C . EXEMPLES

a/ Equation Differentielles du premier ordre

Soit l'equation différentielle  $\dot{x} + x = 0$  (Voir fig 1 )

avec la condition initiale  $x(0) = -5,5 \text{ volt}$

La solution de l'equation est  $x = -5,5 e^{-t/\tau}$

$$\tau = 1s$$

Le phénomène étant long , on accélère le phénomène dans

un rapport de 1000 on obtient alors:

$$\xi = RC = 1\text{ms}$$

$$R = 100\text{K}$$

$$C = 10\text{ nF}$$

Remarque :

En sachant qu'à  $t = \xi$  on a  $x = -5,5/e = -2,04\text{volt}$   
on peut vérifier que  $\xi = 1\text{ms}$ , sachant que le temps  
d'acquisition est de 57 Micro second.

Dans cette exemple les deux signaux de commande  
de l'intégrateur IC et OP, sont générés par le timer MC6840

b/ Equation Différentielle du second ordre

Soit l'équation  $\ddot{x} + 0,1 \dot{x} = 0$

avec la condition initiale :  $x(0) = 7,3\text{ volt}$

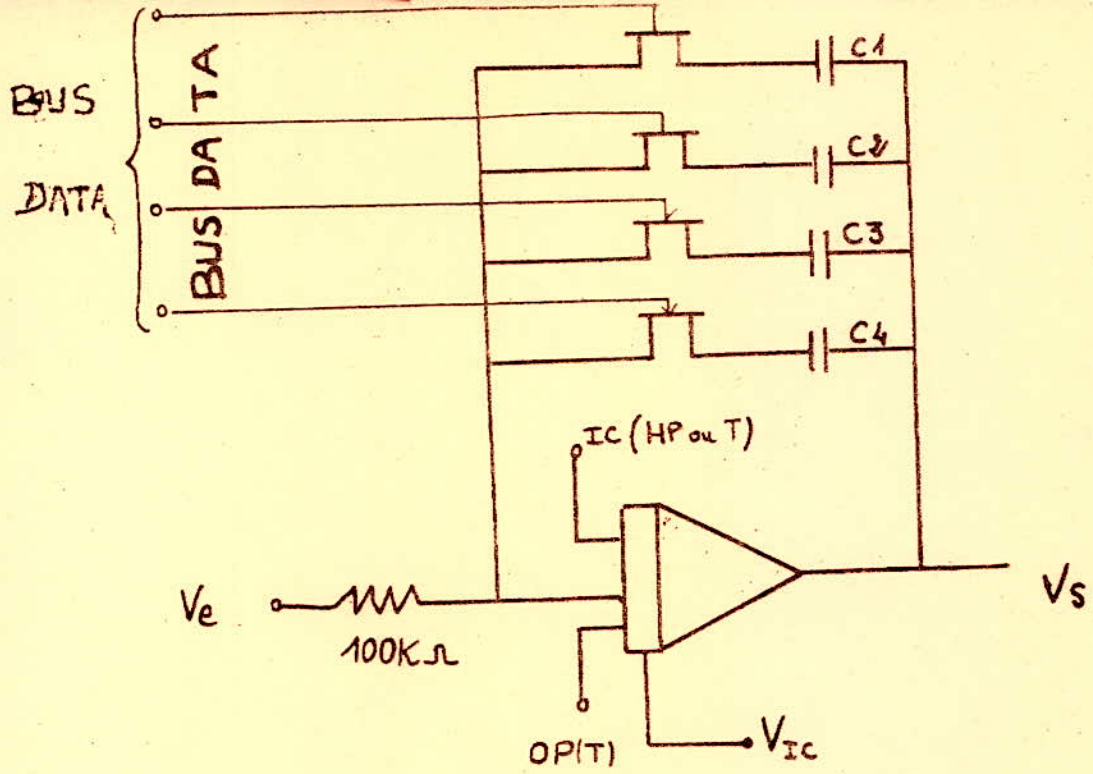
On obtient le schéma de la fig 2 mais avec des gains d'intégrateurs de 0,1 et de 1. La période est de  $T = 19,8\text{s}$ . Cette période étant longue, il s'avère nécessaire d'accélérer le phénomène. Dans notre exemple, on a accéléré le phénomène d'un facteur 1000. Alors  $T = 19,8\text{ ms}$  et les gains deviennent 100 et 1000 (Voir fig 2)

Ceci afin de mieux traiter le phénomène numériquement

Remarque :

L'horloge programmable, dans cette exemple c'est elle qui génère le signal de commande (condition initial:IC), alors que le second signal de commande (calcul:OP) est obtenu par inversion du signal de commande (IC) avec un potentiomètre programmé en inverseur.

---



SCHEMA DE PRINCIPE

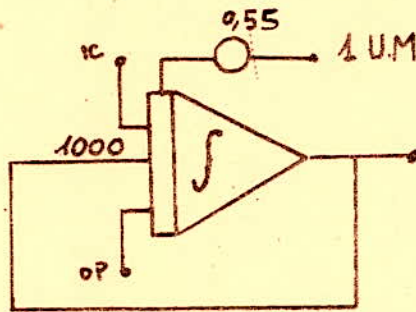


fig 1

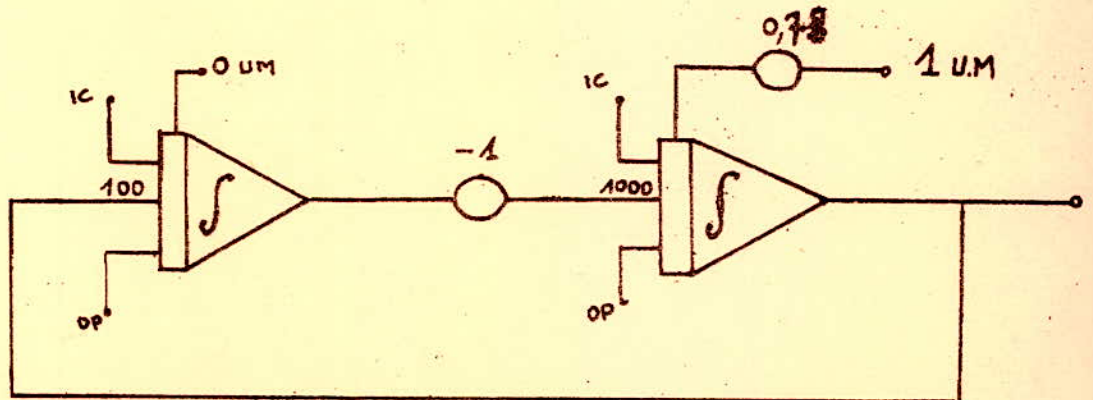
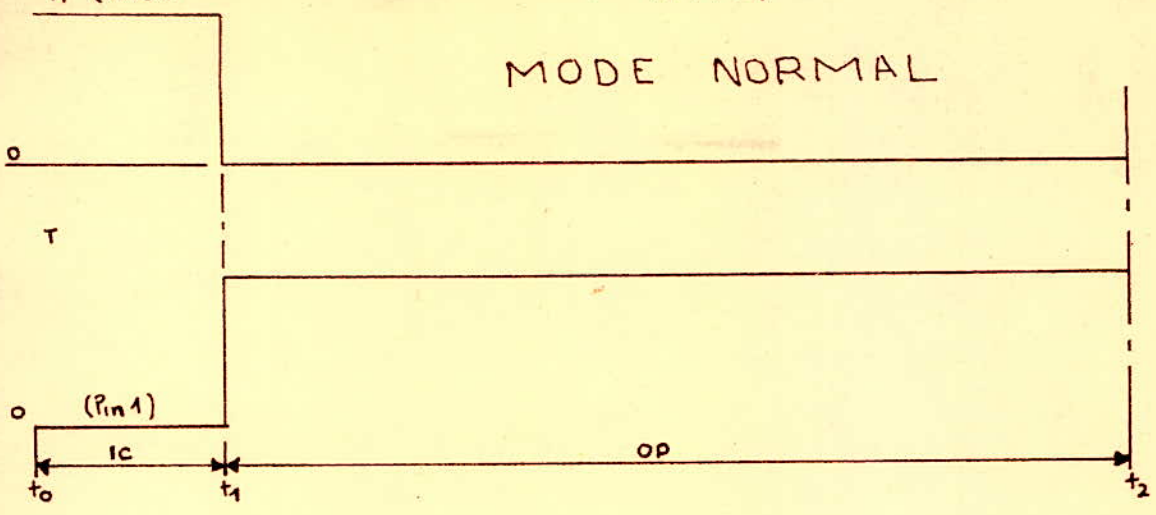


fig 2

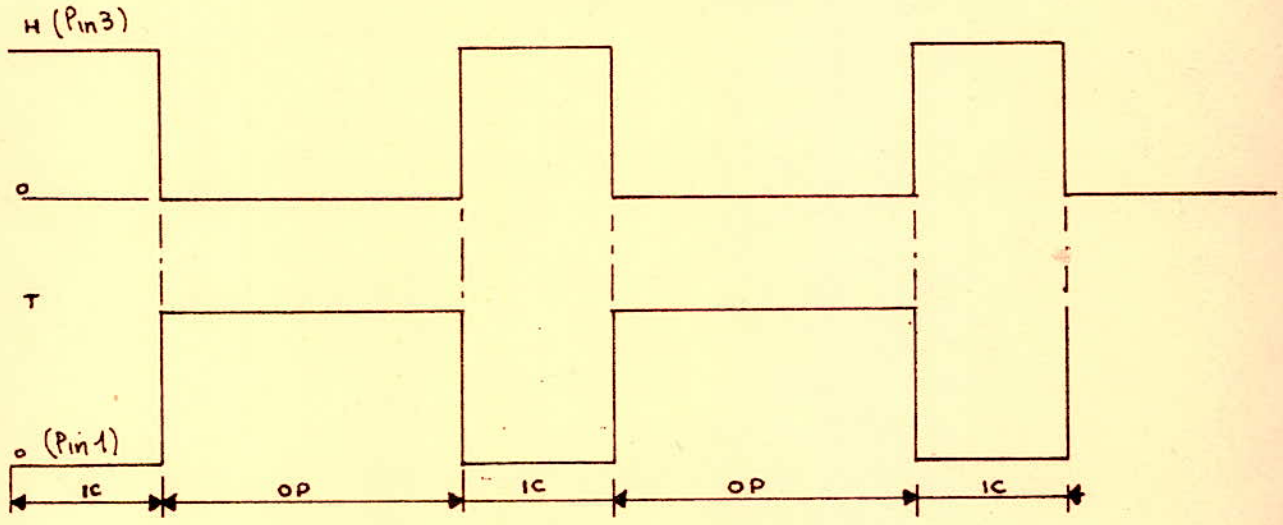


# TIMING

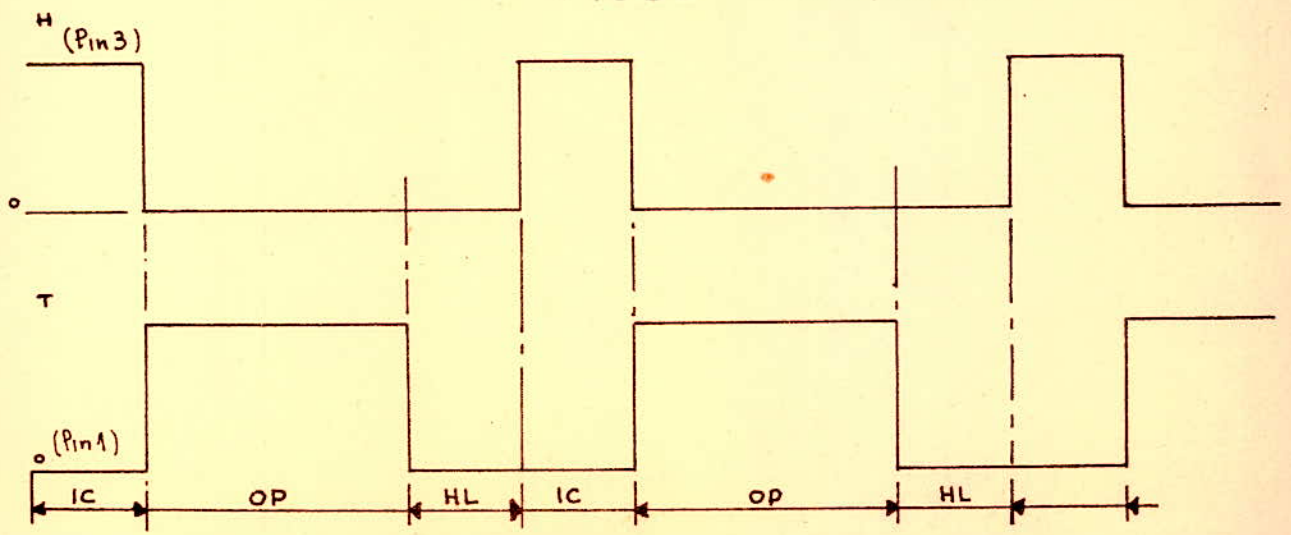
## MODE NORMAL



## MODE REPETITIF



## MODE ITERATIF



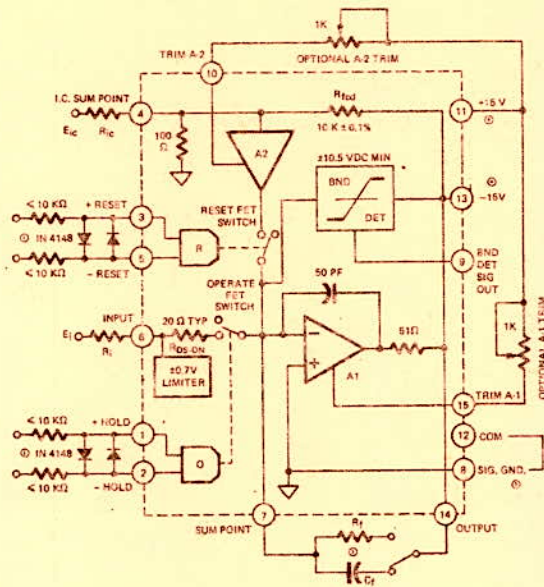


Fig. III.3. f

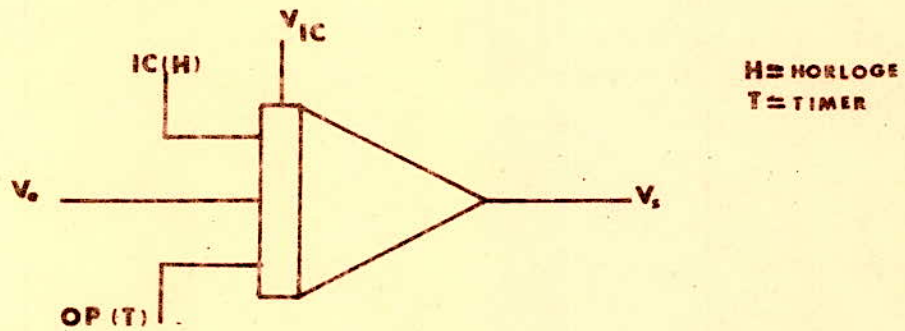


Fig. III.3. h

EXBUG I 2 PNCH  
BEG ADDR IIO  
END ADDR 33F  
HDR=X SIN20  
EXEC Y

S00B0000 5820 53494E323020I0  
SIIBOI I002200800D9089BA8I848480505986E8C8F7C8EIC7DE55309CE  
SIIBOI 282432IEC6EBB7E502027A0286028B029202A002AF02BC02C7F9  
SIIBOI 40002D502E50EF202F0030A03IC03320343034F035B036D0382A7  
SIIBOI 58039503A603BA03CE03E003EE040I04I7043I0448045A046A7B  
SIIBOI 70047F049904B0040504DD04F6050C052C0535054F056C05873A  
SIIBOI 88059B05AF05C705E405FE06I6063I064D0665067A069I06AC75  
SIIBCI A0060C06EAO70007I60730074C0767C782079E07DB07D5C7E086  
SIIBOI B808C308IEC83E085C0874088AC8A208C008DC08F3C9CE092EA6  
SIIBO I D0C9460950C97I098A09A8C9D609DE09FI0AC90A230A300A530E  
SIIBO IE80A6D0A870AA00AB30AC60ABBOAF60BI20B270B380B4C0B6380  
SIIBO 2000B770B8C0BA20BB90E0E0BDE0BEC0BFC0CI40C2B0C3C0C49A4  
SIIBO 2I80C590C6A0C780C870C9A0CADC0CBDOCC80CDIOCDCC0CEE0D00I0  
SIIBO 2300D0DCDI50DIE0D290D330D3C0D470D550D600D660D690D6E05  
SIIBO 2480D770D840D8D0D8C0D8F0D950D9A0D9C0DACA0DAB0DAC05  
SIIBO 2600DA70DA60DA70DAE0DAF0DAB0DA70DA50DA20D9E0D9C0D9E27  
SIIBO 2780D9A0D940D8D0D8I0D7C0D7C0D770D6C0D620D5A0D500D4667  
SIIBO 2900D3C0D360D2E0D230DI30D030CF70CF00CE60CD70CC70CB8C0  
SIIBO 2A80CA70C970C870C7A0C6E0C5E0C490C320C2I0CI40C040BFIFB  
SIIBO 2C00DDC0BC70BB30B9E0B880B760B650B520B370BID0B060AF5A7  
SIIBO 2D80AE20ACA0AB00A980A8F0A680A4F0A380A250ACF0A9F209D436  
SIIBO 2F009DA09A5098F0976095B09400926090A08E008D608C008A82F  
SIIBO 308088B086D084F08370820080707E07D007D40797077B076IFA  
SIIBO 320074B073407I807F806DC06C406AB069284IE3772C0C9EDEF74  
SIIBO 33826EB0044BFF0DDDA5B  
S9030000FC

\*\*\*\*\*

I2 MAID

SUITE

SUITE

DO;G

|            |            |            |
|------------|------------|------------|
| R=07.065 V | R=05.650 V | R=03.775 V |
| R=07.005 V | R=05.565 V | R=03.675 V |
| R=06.980 V | R=05.465 V | R=03.570 V |
| R=06.945 V | R=05.365 V | R=03.440 V |
| R=06.875 V | R=05.275 V | R=03.295 V |
| R=06.800 V | R=05.205 V | R=03.160 V |
| R=06.736 V | R=05.110 V | R=03.060 V |
| R=06.680 V | R=05.000 V | R=02.960 V |
| R=06.610 V |            | R=02.840 V |
| R=06.530 V | R=04.870 V | R=02.695 V |
| R=06.465 V | R=04.755 V | R=02.565 V |
| R=06.415 V | R=04.655 V | R=02.445 V |
| R=06.345 V | R=04.585 V | R=02.310 V |
| R=06.255 V | R=04.480 V | R=02.170 V |
| R=06.145 V | R=04.350 V | R=02.050 V |
| R=06.060 V | R=04.235 V | R=01.945 V |
| R=06.000 V | R=04.130 V | R=01.830 V |
| R=05.940 V | R=04.010 V | R=01.695 V |
| R=05.850 V |            | R=01.535 V |
| R=05.745 V | R=03.885 V | R=01.385 V |

SUITE

SUITE

SUITE

|             |             |             |             |
|-------------|-------------|-------------|-------------|
| R= 0I.275 V | R=-05.420 V | R=-06.750 V | R=-0I.600 V |
| R= 0I.I65 V | R=-05.485 V | R=-06.700 V | R=-0I.470 V |
| R= 0I.035 V | R=-05.565 V | R=-06.670 V | R=-0I.330 V |
| R= 00.895 V | R=-05.650 V | R=-06.630 V | R=-0I.I90 V |
| R= 00.760 V | R=-05.720 V | R=-06.575 V | R=-0I.070 V |
| R= 00.625 V | R=-05.795 V | R=-06.495 V | R=-00.960 V |
| R= 00.485 V | R=-05.890 V | R=-06.415 V | R=-00.840 V |
| R= 00.340 V | R=-05.985 V | R=-06.355 V | R=-00.695 V |
| R= 00.210 V | R=-06.065 V | R=-06.320 V | R=-00.535 V |
| R= 00.095 V | R=-06.I20 V | R=-06.275 V | R=-00.395 V |
| R=-00.015 V | R=-06.I65 V | R=-06.I95 V | R=-00.275 V |
| R=-00.I50 V | R=-06.220 V | R=-06.II5 V | R=-00.I60 V |
| R=-00.310 V | R=-06.310 V | R=-06.040 V | R=-00.035 V |
| R=-00.460 V | R=-06.400 V | R=-05.955 V | R= 00I00 V  |
| R=-00.580 V | R=-06.465 V | R=-05.875 V | R= 00.I00 V |
| R=-00.690 V | R=-06.505 V | R=-05.795 V | R= 00.235 V |
| R=-00.810 V | R=-06.550 V | R=-05.730 V | R= 00.375 V |
| R=-00.960 V | R=-06.605 V | R=-05.670 V | R= 00.520 V |
| R=-0I.I00 V | R=-06.655 V | R=-05.590 V | R= 00.660 V |
| R=-0I.215 V | R=-06.700 V | R=-05.485 V | R= 00.790 V |
| R=-0I.350 V | R=-06.755 V | R=-05.370 V | R= 00.900 V |
| R=-0I.495 V | R=-06.825 V | R=-05.285 V | R= 0I.015 V |
| R=-0I.630 V | R=-06.880 V | R=-05.220 V | R= 0I.I55 V |
| R=-0I.740 V | R=-06.910 V | R=-05.I40 V | R= 0I.315 V |
| R=-0I.845 V | R=-06.925 V | R=-05.045 V | R= 0I.455 V |
| R=-0I.970 V | R=-06.950 V | R=-04.940 V | R= 0I.575 V |
| R=-02.I20 V | R=-06.995 V | R=-04.835 V | R= 0I.700 V |
| R=-02.270 V | R=-07.060 V | R=-04.735 V | R= 0I.825 V |
| R=-02.390 V | R=-07.095 V | R=-04.630 V |             |
| R=-02.485 V | R=-07.I00 V | R=-04.520 V |             |
| R=-02.605 V | R=-07.II5 V | R=-04.430 V |             |
| R=-02.735 V | R=-07.I45 V | R=-04.345 V |             |
| R=-02.860 V | R=-07.I70 V | R=-04.250 V |             |
| R=-02.975 V | R=-07.I80 V | R=-04.II5 V |             |
|             | R=-07.200 V |             |             |
| R=-03.I05 V | R=-07.230 V | R=-03.985 V |             |
| R=-03.235 V | R=-07.255 V | R=-03.870 V |             |
| R=-03.360 V | R=-07.260 V | R=-03.785 V |             |
| R=-03.455 V | R=-07.270 V | R=-03.690 V |             |
| R=-03.550 V | R=-07.275 V | R=-03.570 V |             |
| R=-03.655 V | R=-07.255 V | R=-03.440 V |             |
| R=-03.790 V | R=-07.235 V | R=-03.320 V |             |
| R=-03.930 V | R=-07.225 V | R=-03.205 V |             |
| R=-04.035 V | R=-07.210 V | R=-03.080 V |             |
| R=-04.I20 V | R=-07.I90 V |             |             |
| R=-04.220 V | R=-07.I80 V | R=-02.955 V |             |
| R=-04.335 V | R=-07.I75 V | R=-02.840 V |             |
| R=-04.435 V | R=-07.I70 V | R=-02.745 V |             |
| R=-04.540 V | R=-07.I40 V | R=-02.635 V |             |
| R=-04.650 V | R=-07.095 V | R=-02.490 V |             |
| R=-04.765 V | R=-07.045 V | R=-02.340 V |             |
| R=-04.870 V | R=-07.020 V |             |             |
| R=-04.950 V | R=-06.995 V | R=-02.210 V |             |
| R=-05.020 V | R=-06.940 V | R=-02.I05 V |             |
| R=-05.I00 V | R=-06.890 V |             |             |
| R=-05.220 V | R=-06.850 V | R=-0I.995 V |             |
| R=-05.335 V | R=-06.800 V | R=-0I.870 V |             |
|             |             | R=-0I.735 V |             |

RESULTATS (APRES CONVERSION) DE L'EXPONENTIELLE

|              | SUITE       | SUITE       |
|--------------|-------------|-------------|
| R=-05.560 V  | R=-0I.6I5 V | R=-00.485 V |
| R=-05.530 V  | R=-0I.525 V | R=-00.450 V |
| R=-05.235 V  | R=-0I.430 V | R=-00.420 V |
| R=-04.955 V  | R=-0I.355 V | R=-00.4I0 V |
| R=-04.700 V  | R=-0I.300 V | R=-00.405 V |
| R=-04.460 V  | R=-0I.245 B | R=-00.395 V |
| R=-04.230 V  | R=-0I.I95 V | R=-00.390 V |
| R=-03.995 V  | R=-0I.I25 V | R=-00.375 V |
| R=-03.770 V  | R=-0I.085 V | R=-00.350 V |
| R=-03.580 V  | R=-0I.045 V | R=-00.325 V |
| R=-03.425 V  | R=-00.980 V | R=-00.320 V |
| R=-03.270 V  | R=-00.925 V | R=-00.285 V |
| R=-03.085 V  | R=-00.885 V | R=-00?275 V |
| R=-02.905 V  | R=-00.865 V | R=-00.245 V |
| R=-02.745 V  | R=-00.8I5 V | R=-00.2I0 V |
| R=-02.625 V  | R=-00.760 V | R=-00.I95 V |
| RR=-02.505 V | R=-00.7I5 V | R=-00.I75 V |
| R=-02.380 B  | R=-00.690 V |             |
| R=-02.255 V  | R=-00.675 V |             |
| R=-02.I50 V  | R=-00.655 V |             |
| R=-02.045 V  | R=-00.6I5 V |             |
| R=-0I.935 V  | R=-00.600 V |             |
| R=-0I.820 V  | R=-00.590 V |             |
| R=-0I.735 V  | R=-00.555 V |             |
| R=-0I.680 V  | R=-00.520 V |             |
|              | R=-00.495 V |             |

ENSEMBLE DE PRIMITIVES PERMETTANT L'EXPLOITATION DU CALCULATEUR HYBRIDE

L'utilisation du calculateur hybride, pour étudier un phénomène physique donné, nécessite :

-la possession du modèle mathématique du problème, ainsi que les plages de variations des paramètres et conditions initiales

-la transcription du modèle mathématique, en une équation normalisée, qui consiste à remplacer chaque variable du problème par une variable du calculateur. Ceci devant faire apparaître les différents groupements fonctionnels à la résolution.

Ensuite on passe à la mise en service de la simulation .

On procède au câblage proprement dit du schéma de simulation sur le panneau du calculateur, tout en tenant compte des sources d'erreurs qui peuvent survenir.

-erreurs au niveau de la programmation

-erreurs au niveau du câblage

Il y a donc lieu d'effectuer des tests de vérification sur chaque élément.

Pour faciliter l'utilisation du calculateur hybride, nous avons ébauché un système d'exploitation, formé d'un ensemble de sous-programmes ; nous représentons ci-dessous les sous-programmes utilisés avec leurs commandes de lancement et de manipulation .

EXBUG 1,2 : Nom du moniteur de gestion de l'Exorciser

MAID : Commande permettant l'accès aux mémoires (Lecture/Ecriture)

50;G : Commande du lancement du programme avec

50: Adresse du début du programme

G : GO lancement du programme

En premier lieu , on introduit le ruban contenant tout le système d'exploitation du calculateur hybride en mémoire ( RAM ) ;  
Ensuite , pour gérer le calculateur , il suffit d'envoyer les commandes d'exécution des sous programmes , 'écrites' ci - dessous.

. RAZG : Remise à zéro général des potentiomètres numériques et des amplis programmables .

EXBUG 1.2 MAID

50;G

Début adresse programme : \$50

Fin " " " " " " " : \$70

PN1 : Adressage du potentiomètre numérique N°1

EXBUG 1.2 MAID

71;G

Debut prog : \$71

Fin prog : \$AD

A4/00 = LSB BUS DONNEE

A9/08 = MSB " "

PN2 :

EXBUG 1.2 MAID

708;G

Debut prog : \$708

Fin " : \$744

73B/00 = LSB BUS DONNEE

740/04 = MSB " "

PN3 :

EXBUG 1.2 MAID

EB;G

Debut prog : \$EB

Fin " : \$127

11E/00 = LSB BUS DONNEE

123/0C = MSB " "

PN4 :

EXBUG 1.2 MAID

128;G

Debut prog : \$128

Fin " : \$164

15B/00 = LSB BUS DONNEE

160/08 = MSB " "

PN5 :  
 EXBUG 1.2 MAID  
 165;G  
 Debut programme : §165            198/00 = LSB BUS DONNEE  
 Fin                "        : §1A1        19D/04 = MSB "        "

PN6 :  
 EXBUG 1.2 MAID  
 1A2;G  
 Debut prog        : §1A2            1D5/00 = LSB BUS DONNEE  
 Fin                "        : §1DE        1DA/0C = MSB "        "

PN7 :  
 EXBUG 1.2 MAID  
 2D9;G  
 Debut prog        : §2D9            30C/00 = LSB BUS DONNEE  
 Fin                "        : §315        311/0E = MSB "        "

PN8 :  
 EXBUG 1.2 MAID  
 316;G  
 Debut prog        : §316            349/00 = LSB BUS DONNEE  
 Fin                "        : §352        34E/0D = MSB "        "

PN9 :  
 EXBUG 1.2 MAID  
 353;G  
 Debut prog        : §353            386/00 = LSB BUS DONNEE  
 Fin                "        : §38F        38B/05 = MSB "        "

PN10 :  
 EXBUG 1.2 MAID  
 390;G  
 Debut prog        : §390            3C3/00 = LSB BUS DONNEE  
 Fin                "        : §3CC        3C8/03 = MSB "        "

PN11 :  
 EXBUG 1.2 MAID  
 3CD;G  
 Debut prog        : §3CD            400/00 = LSB BUS DONNEE  
 Fin                "        : §409        405/0D = MSB "        "

PN12 :  
 EXBUG 1.2 MAID  
 40A;G  
 Debut prog        : §40A            43D/00 = LSB BUS DONNEE  
 Fin                "        : §446        442/02 = MSB "        "



- PN13 :  
 EXBUG 1.2 MAID  
 447;G  
 Debut prog : \$447                    47A/00 = LSB BUS DONNEE  
 Fin " : \$483                        47F/0A = MSB " "
- PN14 : Potentiomètre programmé comme générateur de rampe  
 Vmax = Vref                        Vmin = -7/8 Vref  
 EXBUG 1.2 MAID  
 484;G  
 Debut prog : \$484                    4AD/0D = LSB ADRESSE PN14  
 Fin " : \$4C5                        4AF/02 = MSB " "
- PN15 : Potentiomètre N°15 programmé comme générateur de rampe  
 Vmax = Vref                        Vmin = 0 volt  
 EXBUG 1.2 MAID  
 4C6;G  
 Debut prog : \$4C6                    4EF/0E = LSB ADRESSE PN15  
 Fin " : \$50B                        4F1/02 = MSB " "
- PN16 : Potentiomètre N°16 programmé comme générateur de signaux  
 triangulaires  
 Vmax = Vref                        Vmin = -7/8 Vref  
 EXBUG 1.2 MAID  
 50C;G  
 Debut prog : \$50C                    535/0F = LSB ADRESSE PN16  
 Fin " : \$559                        537/02 = MSB " "

TABLEAU DONNANT LA VALEUR DU BUS DONNEE :

| <u>BUS DONNEE</u> |     | <u>VALEUR</u> | <u>BUS DONNEE</u> |     | <u>VALEUR</u> |
|-------------------|-----|---------------|-------------------|-----|---------------|
| MSB               | LSB |               | MSB               | LSB |               |
| 00                | 00  | Vref          | 09                | 00  | -1/8 Vref     |
| 01                | 00  | 7/8 Vref      | 0A                | 00  | -1/4 Vref     |
| 02                | 00  | 3/4 Vref      | 0B                | 00  | -3/8 Vref     |
| 03                | 00  | 5/8 Vref      | 0C                | 00  | -4/8 Vref     |
| 04                | 00  | 1/2 Vref      | 0D                | 00  | -5/8 Vref     |
| 05                | 00  | 3/8 Vref      | 0E                | 00  | -6/8 Vref     |
| 06                | 00  | 2/8 Vref      | 0F                | 00  | -7/8 Vref     |
| 07                | 00  | 1/8 Vref      | 0F                | FF  | - Vref        |
| 08                | 00  | 0 Vref        |                   |     |               |

Remarque : L'elaboration d'un programme de conversion Binaire(12bits) Decimal , pour une tension de référence bien déterminé , sera nécessaire pour déterminer la valeur du bus donnée des potentiomètres automatiquement par programmation (Software) .

TIMER1 : PROGRAMMATION DU TIMER Temps de calcul(OP) : 1,066ms  
EXBUG 1.2 MAID Temps de condition initial (IC) : 20 micro sec  
55A;G  
Debut prog : §55A Fin prog : §580

TIMER2 : Temps de calcul (OP) : 6,65 ms  
Temps de condition initial (IC) : 20 micro sec  
EXBUG 1.2 MAID  
581;G  
Debut prog : §581 Fin prog : §5A7

TIMER3 : Temps de calcul (OP) : 40ms  
Temps de condition initial (IC) : 200MICRO SEC  
EXBUG 1.2 MAID  
5A8;G  
Debut prog : §5A8 Fin prog : §5CE

H100K: Horloge programmable f = 100KHZ (Niveau bas = const = 0,4micro sec)  
EXBUG 1.2 MAID  
5CF;G  
Debut prog : §5CF Fin prog : §5EF

H50K : f = 50KHZ (Niveau bas = const = 0,4micro sec )  
EXBUG 1.2 MAID  
5F0;G  
Debut prog : §5F0 Fin prog : §610

H5K : f = 5KHZ (Niveau bas = const = 0,4 micro sec )  
EXBUG 1.2 MAID  
611;G  
Debut prog : §611 Fin prog : §631

H1K : f = 1 KHZ (Niveau haut = const = 256 micro sec )  
EXBUG 1.2 MAID  
632;G  
Debut prog : §632 Fin prog : §652

H250H : f = 250HZ (Niveau haut = const = 256 micro sec )  
EXBUG 1.2 MAID  
653;G  
Debut prog : §653 Fin prog : §673

SELECT1 /: Selection de la constante de temps 0,1 ms

EXBUG 1.2 MAID  
674;G

Debut prog : \$674  
Fin prog : \$698

682/31 = Case mémoire contenant  
l'adresse de l'une des 32  
cartes d'intégrateurs

SELECT2 : Selection de la constante de temps 1 ms

EXBUG 1.2 MAID  
699;G

Debut prog : \$699  
Fin " : \$6BD

6A7/31 = Adresse des 32 cartes  
d'intégrateurs

SELECT3 : Selectio de la constante de temps 0,1 s

EXBUG 1.2 MAID  
6BE;G

Debut prog : \$6BE  
Fin " : \$6E2

6CC/31 = Adresse des 32 cartes  
d'intégrateurs

SELECT4 : Selection de la constante de temps 1 s

EXBUG 1.2 MAID  
6E3;G

Debut prog : \$6E3  
Fin " : \$707

6F1/31 = Adresse des 32 cartes  
d'intégrateurs

Remarque : Pour connaitre les adresses des cartes d'intégrateurs  
voir le paragraphe sur les intégrateurs .

ACQUISITION : Programme d'acquisition de 256 données chaque 57 micro sec  
et mise des données dans une table .

EXBUG 1.2 MAID  
745;G

Debut prog : \$745  
Fin " : \$778

752/16 Adresse fin de table  
753/00  
774/15 Adresse début de table  
775/00

LECTA : Programme de lecture de table de donnée

EXBUG 1.2 MAID  
B0;G

Debut prog : \$B0  
Fin " : \$D4

CONVER : Programme de conversion binaire decimal

EXBUG 1.2 MAID  
1E6;G

Les programmes LECTA ET CONVER sont liés , il suffit de lancer  
la commande B0;G pour que la conversion binaire decimale de la  
table (de 1500 à 1600) se fasse automatiquement .



## CONCLUSION:

Nous concluerons , ce travail en essayant de degager les utilisations et evolutions prévisibles d'un calculateur hybride En tant que calculater universel , il resoud certaines classes de problèmes dans des centres de calcul.

En tant que calculateur spécialisé , il réalise la simulation de phénomènes physiques complexes. (Centrales Nucleaires , Pilotage d'avions , d'engins spatiaux , ...)

Les domaines d'emploi, peuvent être très diversifiés , par exemple/

-Domaine Aérospatial: Le calcul hybride à pris un développement important avec les programmes d'études aérospatiales (Simulation de satellites et de leur ambiance lors de la rentrée dans l'atmosphère.)

-Chimie et Domaine de l'énergie:

Il s'agit d'applications , dans le domaine des sytemes d'equations aux dérivées partielles rencontrées d'ailleurs dans les reactions chimiques et les échangeurs de chaleur en vue de leur controle ou régulation . Le calculateur hybride permet en particulier de simuler le comportement dynamique des colonnes de distillations .

-Domaine Medicale:

De nombreux travaux sont en cours actuellement ou l'on introduit les techniques de calcul hybride , surtout dans le domaine bio-medical.

Alors le developpement previsible de ces calculateur est basé abstraction faite de la technologie des composants , qui est aussi très importante, sur les trois points suivants .

-Elaboration de nouvelles techniques mathématiques permettant d'élargir les domaines d'emplois de ces calculateurs .

-Mise au point de systèmes opératoires plus perfectionnés et de nouvelles fonctions programmées .

- Evolution vers des structures plus intégrées , donc plus commodes à mettre en oeuvre , en particulier suppression des panneaux de cablage manuel avec cablage automatique à partir de l'ordinateur associé .

Le calculatuer hybride conçu au CSTN , par Mr OUIGUINI est calculateur appelé dans l'avenir , à être plus puissant pour un

celà il faudrait .

- Terminer l'extension de la partie Hardware .
- Ajouter au calculateur un système permettant l'accès direct mémoire , pour augmenter la vitesse d'acquisition de donnée de la carte DVM <sup>n</sup>
- Développer le logiciel d'un moniteur de gestion temps réel et d'un langage évolué spécifique au calculateur .
- Adjoindre un système d'exploitation complet pour faciliter le dialogue entre l'utilisateur et le calculateur .
- Concevoir un interface , calculateur hybride , ordinateur, lequel traitera certaines données qui seront utilisées par le calculateur .

En fin de compte , il aurait été préférable pour une meilleure maniabilité des intégrateurs d'avoir la possibilité de ne pas sélectionner la même constante de temps , pour les deux intégrateurs d'une même carte .



BIBLIOGRAPHIE

- \* MICROPROCESSEUR SF.F96800 ET CIRCUITS ASSOCIES  
SESCOSEM
  - \* MICROPROCESSEUR SF.F96800 MANUEL DE PROGRAMMATION  
SESCOSEM
  - \* MICRO-SYSTEME N°15                    Etude du Timer    MC6840
  - \* MICRO - SYSTEME N°12                Etude du PIA    MC6821
  - \* LA TECHNIQUE DU CALCULATEUR ANALOGIQUE  
STEWART C.A  
PARIS Edition Masson
  - \* MACHINES ANALOGIQUES ET HYBRIDES  
N.STEINBERG
  - \* EMPLOI DES MICROPROCESSEURS  
AUMIAUX
-

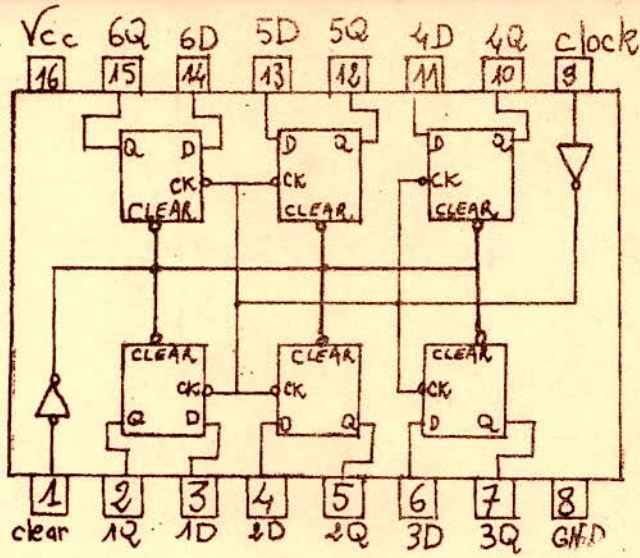
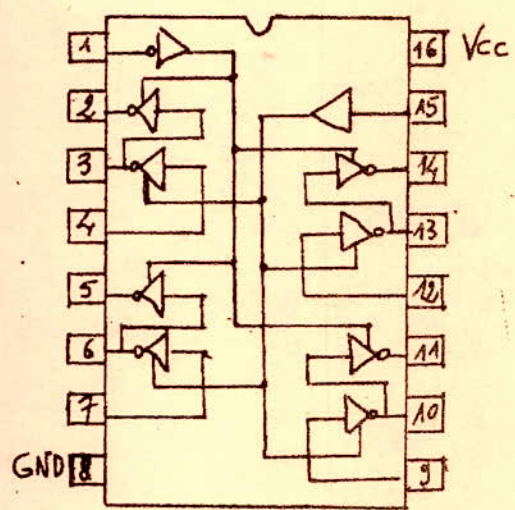


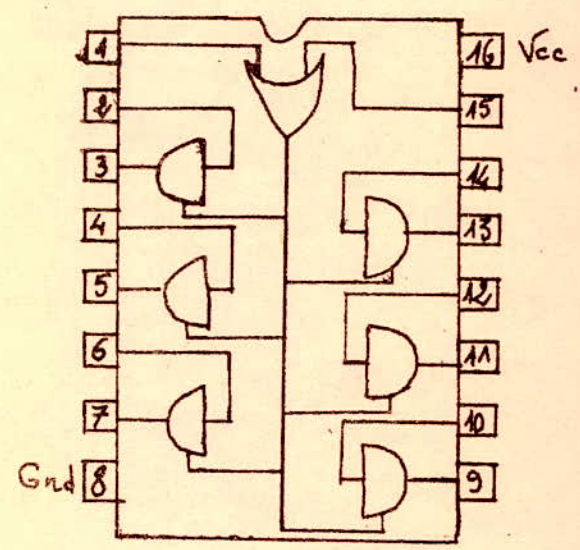
Table de verité

| INPUTS |       |   | OUTPUTS |             |
|--------|-------|---|---------|-------------|
| CLEAR  | CLOCK | D | Q       | $\bar{Q}$   |
| L      | X     | X | L       | H           |
| H      | ↑     | H | H       | L           |
| H      | ↑     | L | L       | H           |
| H      | L     | X | $Q_0$   | $\bar{Q}_0$ |

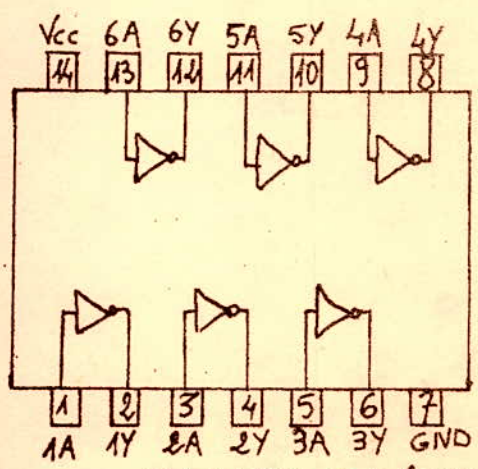
SN 74 174 (J, W)



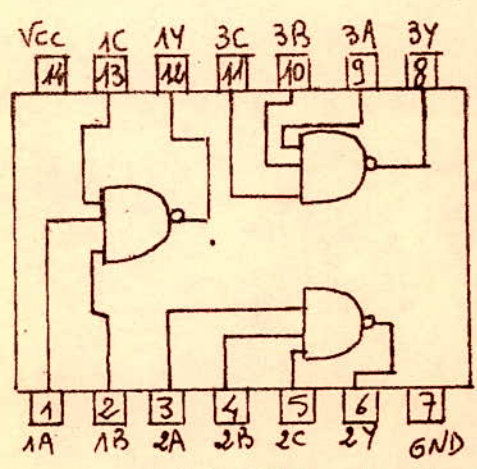
MC 8T26



MC 8T95



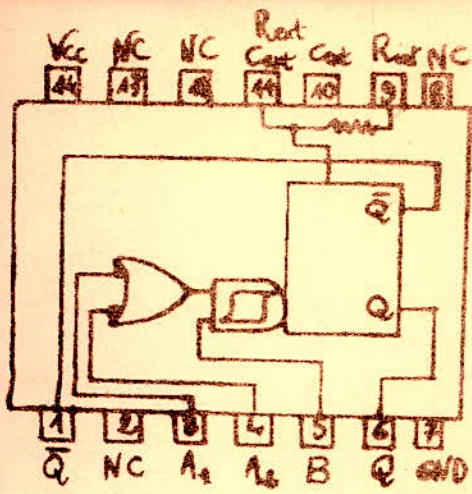
SN 74 04 (J, N)



SN 74 10 (J, N)





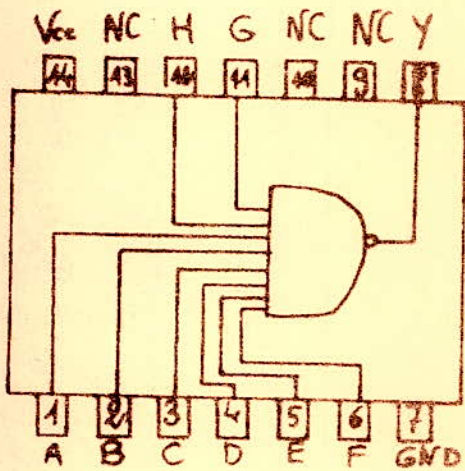


SN 74 121 (J,N,W)

Table de verité

| INPUTS         |                |   | OUTPUTS |    |
|----------------|----------------|---|---------|----|
| A <sub>2</sub> | A <sub>1</sub> | B | Q       | Q̄ |
| L              | X              | H | L       | H  |
| X              | L              | H | L       | H  |
| X              | X              | L | L       | H  |
| H              | H              | X | L       | H  |
| H              | ↓              | H | ⌈       | ⌋  |
| ↓              | H              | H | ⌈       | ⌋  |
| L              | X              | H | ⌈       | ⌋  |
| X              | L              | ↑ | ⌈       | ⌋  |

L: Low  
 H: High  
 NC: No internal connection



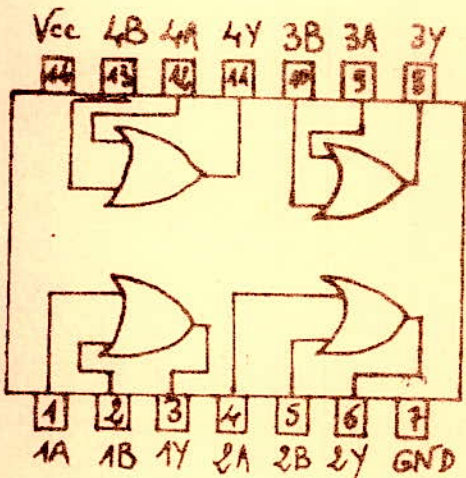
SN 7430 (J,N)

Positive Logic

$$Y = \overline{ABCDEFGH}$$

8-INPUT

Positive Nand Gates



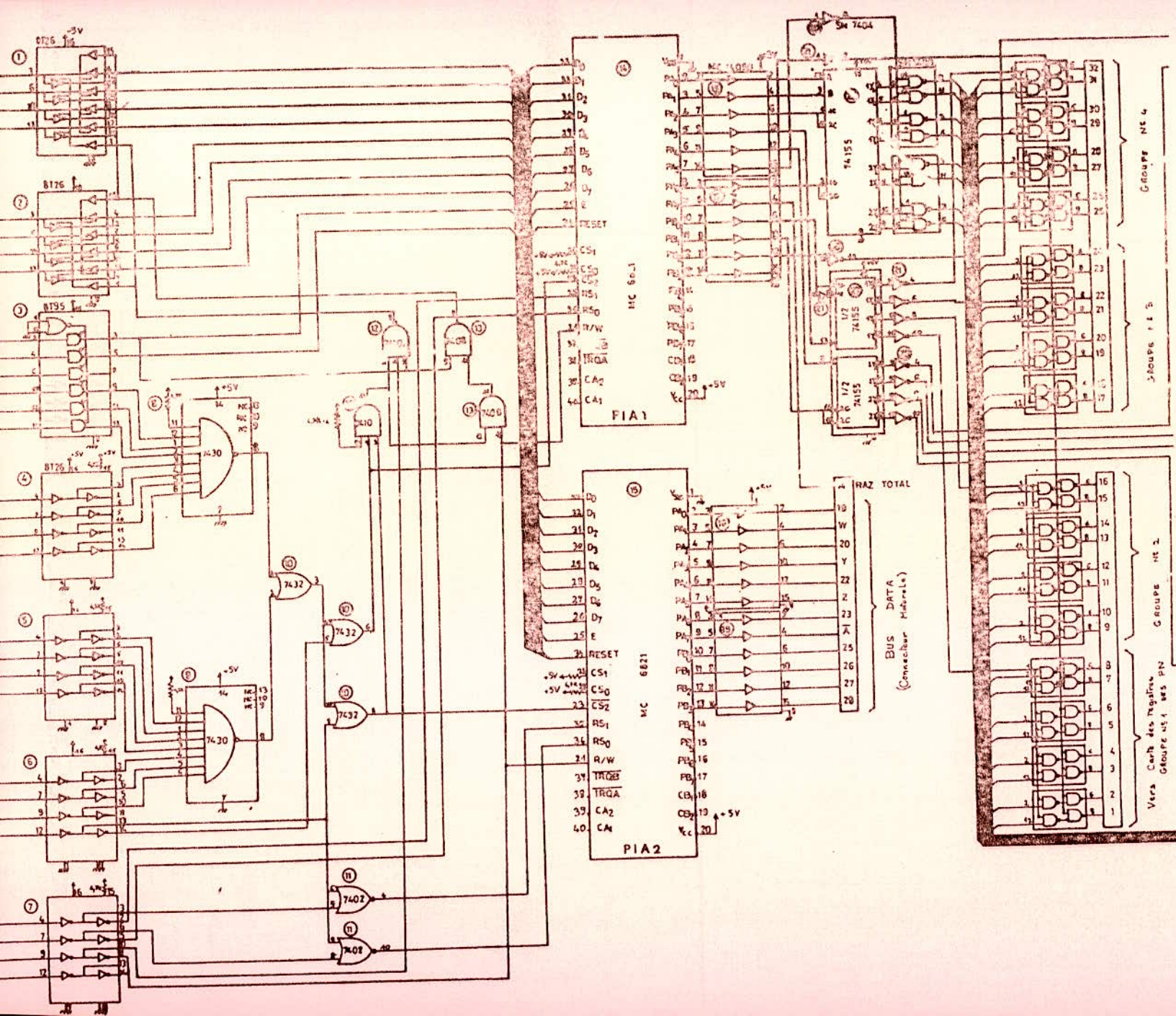
SN 74LS32 (J,N,W)

Positive Logic

$$Y = A + B$$

Quadruple 2-input

Positive OR Gates



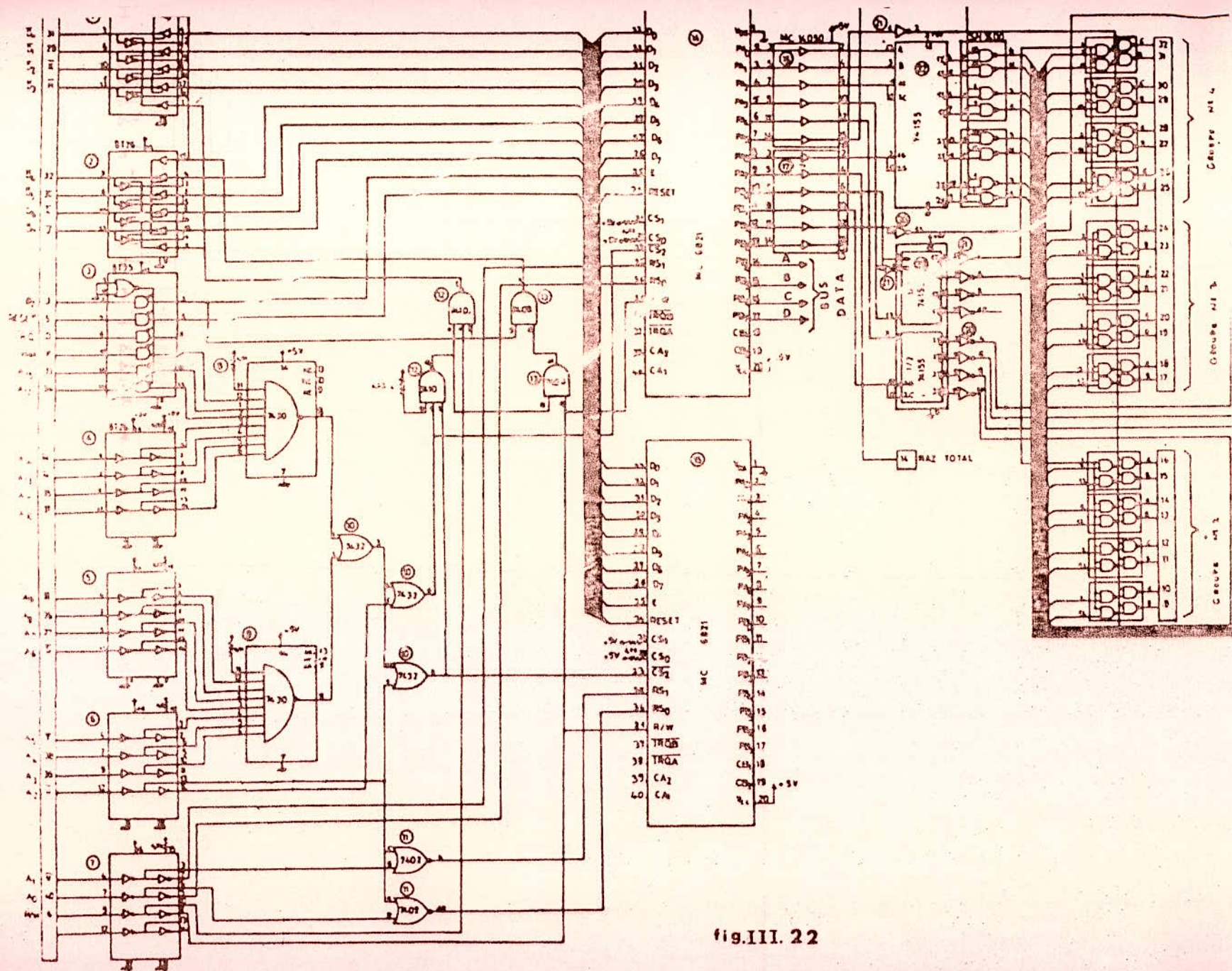


fig.III. 22

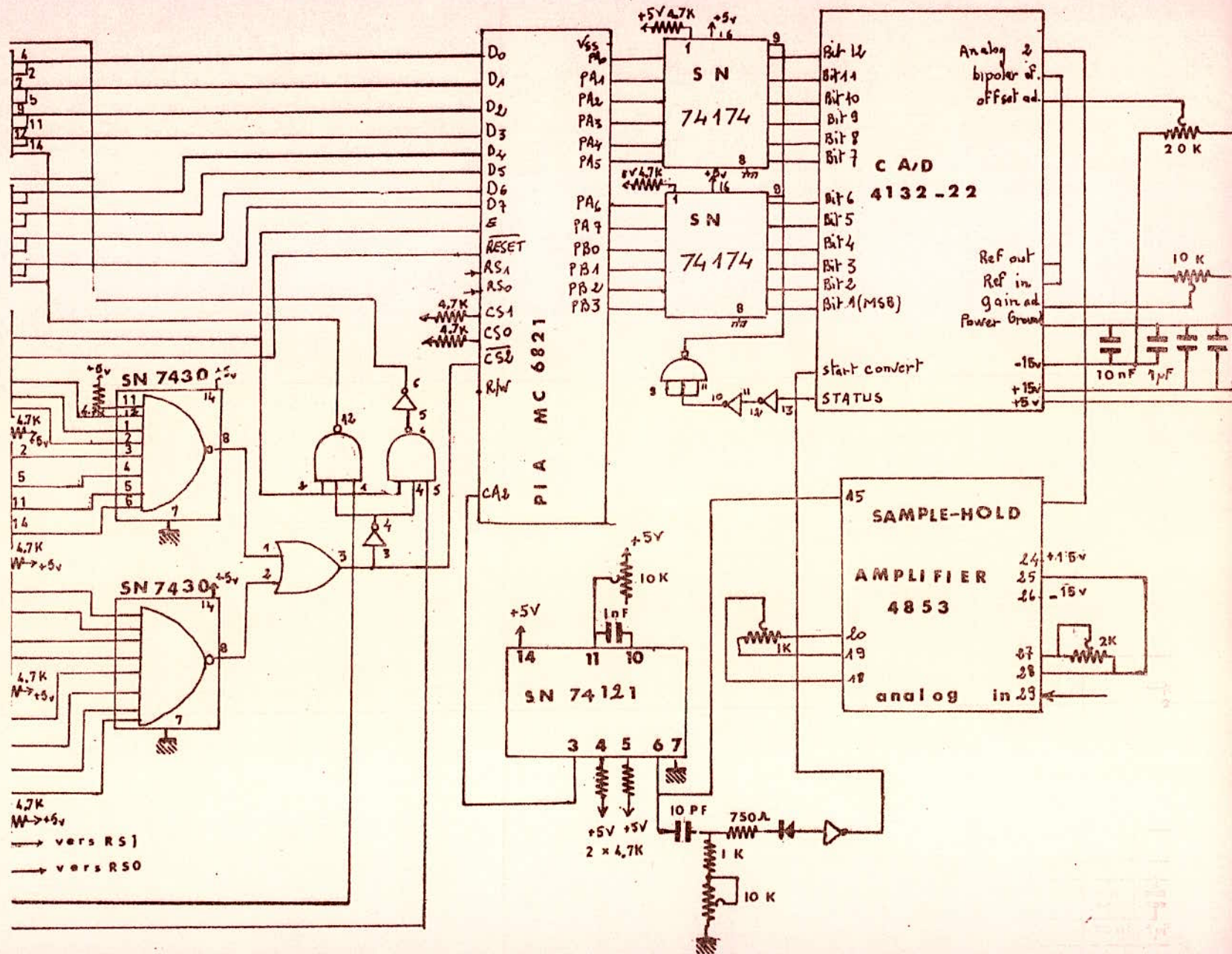


fig.III.24