

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE

Ecole Nationale Polytechnique
Departement d'Electronique

Projet de Fin d'Etude
En Vue de l'obtention du Diplome
d'Ingenieur d'Etat en Electronique

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

THEME

*REALISATION D'UNE CARTE
D'ACQUISITION A BASE
DU MICROCONTROLEUR
68705 P 3S*

Proposé et dirigé par
Mr : M . HADDADI
Mr : R . HINI

Etudié par : *Fouad KIRAT*

PROMOTION JUILLET 1994

REMERCIEMENTS ET
DEDICACES



JE TIENS A REMERCIER FORTEMENT ME HADDADI POUR TOUS LES CONSEILS QU'IL M'A PRODIGUES, POUR SON ACCUEIL CHALEUREUX DANS SON LABORATOIRE, ET POUR SON AIDE QUANT AUX DIFFICULTES PRATIQUES RENCONTREES.

JE REMERCIE INFINIMENT ME HINI POUR TOUS LES EFFORTS QU'IL A FOURNIS EN M'AIDANT AUSSI BIEN SUR LE PLAN THEORIQUE QUE SUR LE PLAN PRATIQUE. MES REMERCIEMENTS VONT EGALEMENT A MON COUSIN MOURAD, MON AMI MANSOUR ZOHEIR POUR L'AIDE QU'IL M'ONT APPORTEE. QUE MES CONFRERES KAMEL BOUDEBBOUS, MUSTAPHA REGGANE TROUVENT ICI MA PROFONDE GRATITUDE SANS OUBLIER POUR AUTANT MON AMI ABDERAHMANE BENYAMINA, MES FRERES RACHID ET ABDELHAKIM POUR LEURS AIDES PRECIEUSES. ENFIN, JE REMERCIE MOHAMED CHEDDAD POUR SA PRISE EN CHARGE DE LA PRESENTATION DE CE TRAVAIL, ET BIEN EVIDEMMENT TOUS LES GENS QUI ONT CONTRIBUE DE PRES OU DE LOIN A L'ETABLIR.

FINALEMENT, JE DEDIE CE MODESTE TRAVAIL A MES PARENTS QUE DIEU LE TOUT PUISSANT LES RECOMPENSE, A TOUS LES MEMBRES DE LA FAMILLE, A TOUS LES AMIS, ET A TOUT CE QUI AURA EU L'OCCASION DE LE LIRE.

ملخص الدراسة :

يهدف هذا البحث إلى صناعة جهاز يسمح بالحساب وحساب عدد محدد من المعطيات المرتبطة بقياسات لمسافة معينة والحاصلة من جهاز قياس المسافة باستخدام أشعة الليزر. كما يجعل حيزا لتعقيم استخدام الجهاز بما في ذلك حساب الفارق النوعي.

RESUME DE L'ETUDE :

Cette étude consiste à réaliser une carte d'acquisition permettant le transfert et le calcul de moyenne d'un nombre connu de données , correspondant à des mesures de distance obtenues à partir d'un télémètre Laser . Elle fait part également à une certaine extension d'utilisation de la carte y compris l'évaluation de l'écart-type .

SUMMARIZE OF THE PROJECT :

This study consists in making an acquisition card for transfer and average of a data number corresponding to distance measures which its should be obtained from a Laser telemeter . In addition to this work , it gives an extension for using the card with the possibility to calculate the gap-type.

PREAMBULE

Il est certain que l'utilisation du micro-ordinateur dans les différents domaines d'application devient de plus en plus indispensable . En effet , la rapidité de traitement qu'il offre économise un domaine temporel assez important et une énergie humaine remarquable .

De ce fait , l'ordinateur est utilisé dans différents champs , en se chargeant de traiter toutes les données dans le système numérique .

Mais le plus souvent , ces données ne sont pas compatibles avec le champ dans lequel travaille ce cerveau industriel . L'idée est de produire donc une certaine compatibilité entre les données analogiques et la carte microprocesseur de l'ordinateur .

Pour cela , la réalisation de la carte d'acquisition de données vient justement de remédier à ce problème et permet d'établir la liaison entre les données analogiques et la carte microprocesseur (qui ne fonctionne qu'en numérique) de façon à rendre le déroulement de l'application assez efficace .

SOMMAIRE

* INTRODUCTION.....	1
* CHAPITRE 1	2
FONCTIONNEMENT GENERAL DE LA CARTE D'ACQUISITION	2
1-INTRODUCTION	
2-DIFFERENTS BLOCS DE LA CARTE	
2-1 -Bloc de l'échantillonneur-bloqueur	2
2-2-Bloc de conversion analogique-numérique	2
2-3-Bloc de commande et de traitement	2
3-FONCTIONNEMENT DU SYSTEME	3
* CHAPITRE 2	5
ECHANTILLONNAGE ET MEMORISATION.....	5
1- GENERALITES.....	5
2-DESCRIPTION D'UN ECHANTILLONNEUR	6
3-DESCRIPTION D'UN ECHANTILLONNEUR-BLOQUEUR	6
4-PRESENTATION DE L'ECHANTILLONNEUR-BLOQUEUR LF 398	7
5-CALCULS PRATIQUES	9
5-1-CHOIX DU CONDENSATEUR Ch.....	11
5-2-CHOIX DES RESISTANCES	11
5-3-REMARQUES	11
* CHAPITRE 3	12
CONVERSION ANALOGIQUE-NUMERIQUE	12
1-INTRODUCTION	12
2-PRINCIPAUX TYPES DE CONVERTISSEURS	12
3-DESCRIPTION DU CONVERTISSEUR ADC 804	12
3-1-ANALYSE D'UN CONVERTISSEUR PAR APPROXIMATIONS SUCCESSIVES DE BASE.....	13
3-2-FONCTIONNEMENT GENERAL DE L' ADC 804	13
3-3-BROCHAGE DE L' ADC 804.....	15
4-SCHEMA ET CALCUL DES TEMPS ET DES COMPOSANTS	15
4-1-CHOIX DE L'HORLOGE.....	15
4-2-CHOIX DES TENSIONS D'ENTREES	16
4-3-SCHEMA GENERAL DU CONVERTISSEUR	16
* CHAPITRE 4	18
COMMANDE ET TRAITEMENT.....	18
1-INTRODUCTION	18
2-PRESENTATION DU MICROCONTROLEUR 68705 P3S.....	18
2-1-ARCHITECTURE INTERNE.....	18
2-2-BROCHAGE.....	20
2-3-REGISTRES DU MICROCONTROLEUR.....	20
2-4-CAPACITE MEMOIRE.....	20
3-PROGRAMMATION DE L'EPROM DU MICROCONTROLEUR.....	22
3-1-REALISATION DU PROGRAMMATEUR POUR LE 68705 P3S	22
3-2-FONCTIONNEMENT DU PROGRAMMATEUR	22
4-SCHEMA DE LA COMMANDE ET CALCULS PRATIQUES	24
4-1-CHOIX DE L'HORLOGE.....	24
4-2-CHOIX DES PORTS	24
4-3-SIGNAUX DES COMMANDES.....	25
4-4-SCHEMA DEVELOPPE DE LA COMMANDE	26
* CHAPITRE 5	27
EXTENSION D'UTILISATION.....	27
1-INTRODUCTION	27
2- SYNOPTIQUE DE PRINCIPE.....	27
3-AMELIORATION DE L'ACQUISITION.....	28
3-1-LOGIQUE DES TESTS	30
4- MEMORISATION OU RESTITUTION	31

4-1-SCHEMA SYNOPTIQUE.....	31
5-EVALUATION DE L'ECART-TYPE.....	32
5-1-SCHEMA SYNOPTIQUE.....	33
6-DECODAGE ET AFFICHAGE.....	33
7-COMMANDES D'ENTREES -SORTIES.....	35
7-1-SIGNAUX DE COMMANDE.....	35
7-2-ADAPTATION DES COMMANDES.....	35
7-3-SELECTION DES SIGNAUX.....	35
* CHAPITRE 6.....	37
ETUDE DE LA PROGRAMMATION.....	37
1-ETABLISSEMENT DES ORGANIGRAMMES.....	37
1-1-CALCUL DE MOYENNE.....	37
1-1-1-INITIALISATION.....	37
1-1-2-SAUVEGARDE DE N.....	37
1-1-3- STOCKAGE DES DONNEES.....	39
1-1-4-TRAITEMENT.....	40
1-1-5-CORRECTION.....	41
1-1-6-AFFICHAGE.....	44
1-2-EXTENSION D'UTILISATION.....	44
1-2-1-CALCUL DE L'ECART-TYPE.....	45
1-2-2-STOCKAGE 1.....	45
1-2-3-STOCKAGE 2.....	45
1-2-4-ELEVATION AU CARRE.....	46
1-2-5-CALCUL DE L'ECART-TYPE.....	46
* CHAPITRE 7.....	50
CALCULS PRATIQUES.....	50
1-ETAGE D'ECHANTILLONNAGE.....	50
1-1-CHOIX DE LA TENSION D'ALIMENTATION.....	50
1-2-REGLAGE DE LA TENSION DE DECALAGE.....	50
1-3-ESTIMATION DES ERREURS.....	51
2-ETAGE DE CONVERSION.....	51
2-1-CALCUL DE L'HORLOGE.....	51
2-2-CALCUL DES RESISTANCE.....	52
2-3-EVALUATION DES ERREURS.....	53
3-ETAGE DU MICROCONTROLEUR.....	53
3-1-ERREUR DU CALCUL DE MOYENNE.....	53
* CONCLUSION.....	57
* ANNEXE 1:	
CARACTERISTIQUES D'ECHANTILLONNAGE ET MEMORISATION	
* ANNEXE 2:	
PROCEDURE DE CONVERSION ANALOGIQUE-NUMERIQUE	
* ANNEXE 3 :	
CARACTERISTIQUES SUPPLEMENTAIRES DU MICROCONTROLEUR	
* BIBLIOGRAPHIE	

INTRODUCTION

L'évolution technologique à travers le monde entier rend les équipements techniques plus performants au fur et à mesure que le temps s'écoule. Ainsi, la miniaturisation en électronique vient de faciliter de plus en plus la tâche de l'utilisateur, grâce à une intégration de milliers de composants discrets dans une très petite puce. Parallèlement à cet grand essor, la télémétrie qui représente un champ d'application très intéressant, rencontre de véritables difficultés lorsqu'il s'agit de travailler aux alentours des fréquences élevées, comme c'est le cas des télémètres Lasers et infrarouges.

En effet, lorsque la distance à mesurer est faible, la précision est fortement exigée et ceci avec des limites très sévères. Pour remédier à cet inconvénient, il est préférable de faire un calcul de moyenne sur plusieurs mesures, afin de se rapprocher de la valeur réelle.

Le microcontrôleur 68705P3S de MOTOROLA sera utilisé pour cette application dans une carte d'acquisition de données, lesquelles seront issues d'un télémètre Laser. Les particularités que présente ce composant font qu'il est très usité de nos jours en plus qu'il est à la portée des plus petites bourses. Afin de rendre l'utilisation de cette carte nettement généralisée, une éventuelle extension lui sera accordée dans la mesure où il s'agit d'autres processus nécessitant un calcul de moyenne de données pour des durées acceptables par la carte.

Finalement, pour pouvoir apprécier la précision de ce calcul de moyenne, le calcul de l'écart-type est mis en oeuvre permettant l'évaluation de l'erreur quadratique introduite lors de la mesure.

CHAPITRE 1

FONCTIONNEMENT GENERAL DE LA CARTE D'ACQUISITION

1-INTRODUCTION :

Un système d'acquisition et de traitement de données est généralement bâti autour d'un calculateur électronique, dont le rôle est d'effectuer un certain nombre d'opérations mathématiques. L'information à acquérir peut être des données numériques ou analogiques contenues dans les phénomènes physiques très divers.

Pour faire un calcul électronique sur ces phénomènes physiques qui se traduisent sous différentes formes (mouvement mécanique, variation de température ou d'éclairement, génération de force etc...) il est nécessaire de les transformer en signaux électriques. Ceci s'effectue par le biais de capteurs.

Le traitement désiré par l'opérateur peut se faire en analogique mais d'une manière limitée. En effet, le traitement numérique est supérieur étant donné qu'il évite les problèmes toujours rencontrés en analogique tels que les bruits, la dérive du système et la complexité du matériel. En supplément, le traitement numérique offre une grande rapidité grâce à l'utilisation des circuits ayant une très large densité d'intégration sans oublier pour autant la précision et la fiabilité qu'ils présentent.

Le transfert des données du capteur vers l'unité de traitement numérique doit se faire à partir de deux opérations primordiales caractérisées par : l'échantillonnage et la quantification. Cette dernière se produit par l'utilisation d'un convertisseur analogique-numérique destiné à remplacer les valeurs du phénomène analogique par une valeur approchée choisie parmi un nombre limité de valeurs.

2-DIFFERENTS BLOCS DE LA CARTE :

Cette carte d'acquisition réalisée autour d'un microcontrôleur joue deux rôles importants, le premier consiste à commander les différents blocs, tandis que le second traite les données analogiques reçues.

2-1 - Bloc de l'échantillonneur-bloqueur :

Ce bloc consiste à faire l'échantillonnage des données analogiques transmises par le télémètre en particulier, à des instants réguliers sous la commande du microcontrôleur mémorisant la valeur échantillonnée entre deux opérations consécutives.

2-2-Bloc de conversion analogique-numérique :

Ayant reçu des données échantillonnées, le convertisseur se chargera de les transformer dans le système numérique de façon à rendre le traitement facile par le microcontrôleur.

Ce convertisseur reçoit un ordre de conversion par une commande du microcontrôleur, et dès qu'il finisse, il renvoie une commande au microcontrôleur pour l'informer que la conversion s'est achevée.

2-3-Bloc de commande et de traitement :

Ce bloc réalisé à base du microcontrôleur précédemment cité, représente le cerveau de la carte étant donné qu'il gère la commande du système en même temps qu'il effectue le traitement des données reçues par le convertisseur analogique-numérique.

3-FONCTIONNEMENT DU SYSTEME :

Analysons le fonctionnement pour l'application du télémètre.

-La partie commande se charge d'envoyer et de recevoir des signaux.

D'abord, une impulsion envoyée par le microcontrôleur déclenche le télémètre Laser ; ce dernier envoie un faisceau lumineux dans la direction de la cible. Ayant reçu le rayon réfléchi, le télémètre informe le microcontrôleur que l'opération d'émission-réception vient de s'exécuter. A ce moment précis, le microcontrôleur actionne l'échantillonneur-bloqueur afin qu'il discrétise la donnée envoyée par le télémètre. Le microcontrôleur fait déclencher le convertisseur analogique-numérique en lui envoyant un ordre de conversion. Dès que la conversion s'achève le convertisseur informe le microcontrôleur qu'il vient juste de l'accomplir.

La donnée sera stockée par la suite en mémoire et le cycle recommence plusieurs fois selon le nombre de données choisi.

-La partie traitement consiste à faire le stockage des données et à faire leur moyenne.

Les données qui seront conservées dans la mémoire vive du microcontrôleur subiront deux opérations arithmétiques caractérisées par l'addition et la division binaires. Les programmes de déroulement de l'acquisition seront implantés dans l'EPROM du microcontrôleur préalablement programmée à partir d'une EPROM extérieure (voir CHAPITRE 4).

Toutefois, une possibilité d'introduire un nombre pour faire la moyenne existe. Il doit être choisi parmi les huit nombres disponibles en actionnant un des boutons-poussoirs correspondants.

Finalement, la valeur obtenue après calcul sera lue via des afficheurs sept-segments. D'autres opérations ayant le même principe peuvent être manipulées tels que le calcul de l'écart-type, seule la partie de traitement change.

Le synoptique de la figure 1-1 montre la disposition et l'association des différents blocs cités précédemment. Le grand intérêt de cette carte est l'utilisation de la logique programmée. En effet, si on désire par exemple une extension quant au choix des opérations, il ne serait pas nécessaire de modifier tout le schéma de câblage, et il suffira uniquement de charger le programme contenu dans l'unité de commande et de traitement.

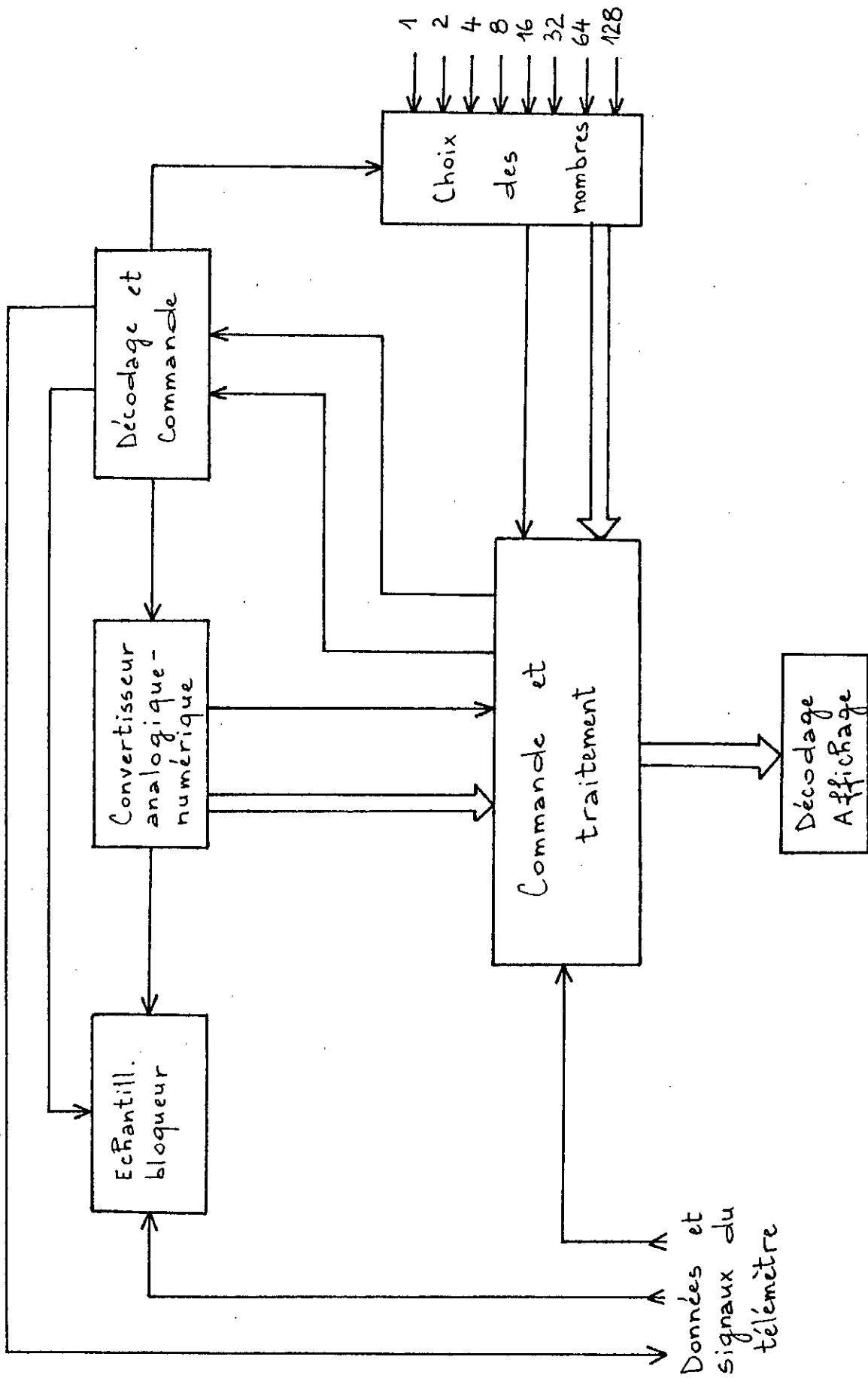


Fig 1-1 : Synoptique de la carte d'acquisition.

CHAPITRE 2

ECHANTILLONNAGE ET MEMORISATION

1- GENERALITES :

Comme son nom l'indique, l'échantillonnage est une opération de sélection de quelques ou de plusieurs éléments de même nature suivie d'autres opérations.

En électronique, l'échantillonnage signifie un choix judicieux de composantes appartenant à une onde électrique (en général tension) à des instants bien réguliers. Cependant, pour que l'opération puisse se faire d'une manière idoine, on doit vérifier une condition appelée condition de SHANNON qui consiste à choisir la fréquence d'échantillonnage minimale deux fois plus grande que la fréquence maximale définie par le spectre du signal à discrétiser.

Cette opération est suivie d'un blocage ou d'une mémorisation entre deux instants consécutifs d'échantillonnage de l'échantillon acquis afin que le convertisseur analogique-numérique puisse facilement le traduire sous forme numérique.

Les figures suivantes montrent la nécessité de vérifier la condition de SHANNON.

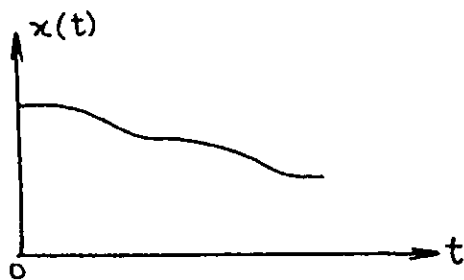


Fig 2-1

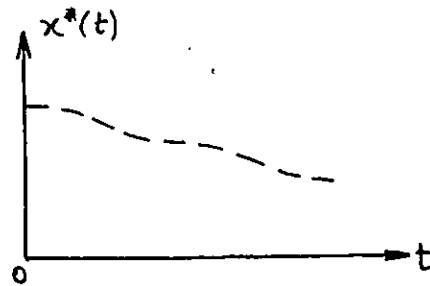


Fig 2-2

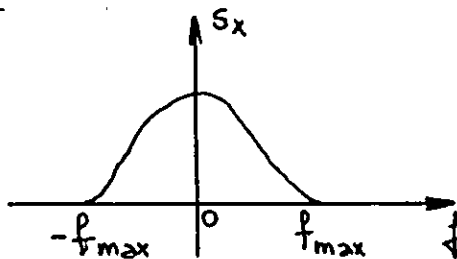


Fig 2-3

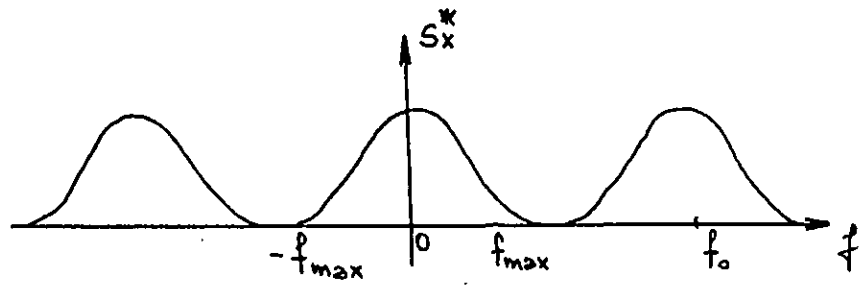


Fig 2-4

La figure 2-1 montre le signal à échantillonner dont le spectre limité est tel qu'il est présenté à la figure 2-3. Les figures 2-2 et 2-4 montrent respectivement le signal échantillonné et son spectre.

La condition de SHANNON peut être déduite de la figure 2-4. Pour pouvoir conserver toutes les composantes fréquentielles du signal, il ne faudrait absolument pas qu'il y ait des chevauchements entre les différentes bandes du spectre.

Ainsi , on écrit : $f_0 - f_{\max} \geq f_{\max}$
 $f_0 \geq 2 f_{\max}$

REMARQUES:

1-La valeur $2f_{\max}$ est appelée fréquence de NYQUIST.

2-Pour l'application du télémètre , la tension est quasiment constante.
 Autrement dit , le spectre du signal à discrétiser comporte une seule composante fréquentielle et qui se situe à l'origine. Il ne se posera alors aucun problème quant au choix de la fréquence d'échantillonnage pour l'application du télémètre.

2-DESCRIPTION D'UN ECHANTILLONNEUR :

Un échantillonneur est un circuit constitué simplement d'une porte analogique , tel qu'il est représenté par le schéma de la figure 2-5 .

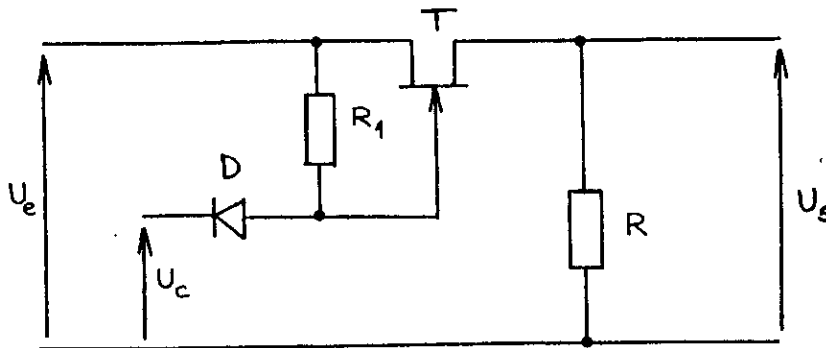


Fig 2-5 : Schéma de base d'un échantillonneur.

- Ue : tension du signal à échantillonner .
- Us : tension du signal échantillonné .
- Uc : tension de commande de la porte analogique .

En analysant le schéma de la figure précédente , deux cas peuvent se présenter :

1- Si Uc est très faible , la diode dont le potentiel cathode est faible devienne conductrice , et par conséquent , le courant généré par le signal d'entrée traverserait la résistance R₁ et la diode D du fait que la résistance équivalente entre la gâchette et la source du transistor FET est très grande devant celle de la diode .

Ainsi , le transistor ne dispose pas de courant au niveau de sa source , ce qui donne une tension de sortie pratiquement nulle .

2- Si Uc est suffisante pour bloquer la diode D , le courant dans ce cas traverse le transistor FET et produira à la sortie la valeur reçue à l'entrée de la porte analogique .

En somme , Uc représente la tension qui permet soit d'effectuer l'opération d'échantillonnage soit de la supprimer . Elle est appelée tension de commande .

3-DESCRIPTION D'UN ECHANTILLONNEUR-BLOQUEUR :

Un échantillonneur-bloqueur est un circuit constitué d'une porte analogique et d'un circuit de mémorisation réalisé autour d'une capacité .

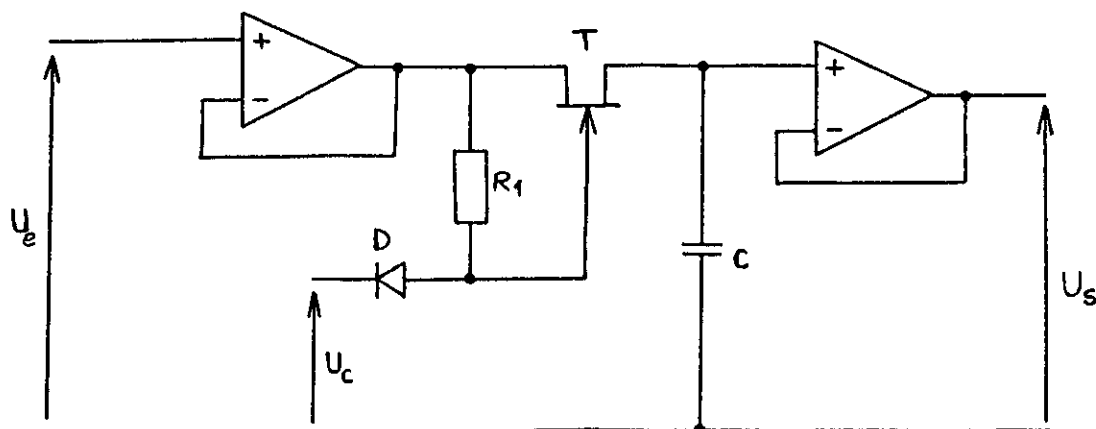


Fig 2-6 : Schéma de base d'un échantillonneur-bloqueur.

Selon le schéma de la figure précédente , la capacité C mémorise la tension d'entrée à un instant bien précis . L'adaptation en impédance est assurée par les deux circuits suiveurs . En effet , ils présentent des impédances d'entrée très élevées et des impédances de sortie très faibles relativement aux valeurs des composants associés . Ceci permet au condensateur C de se charger complètement à la tension issue du drain sans être influencé par l'impédance du second circuit amplificateur .

parfois , pour des raisons de stabilité du montage on rajoute une résistance de réaction entre l'entrée et la sortie , et éventuellement des diodes pour éviter la saturation du premier circuit amplificateur pendant la période de blocage afin de rendre sa réponse plus rapide durant le temps d'acquisition .

4-PRESENTATION DE L'ECHANTILLONNEUR-BLOQUEUR LF 398 :

Le circuit intégré LF 398 est un échantillonneur-bloqueur monolithique qui utilise la technologie BI-FET pour obtenir une meilleure précision du gain avec une acquisition rapide du signal d'entrée et un faible taux de perte .

le schéma de la figure 2-7 montre la constitution interne du LF 398 :

- Deux circuits linéaires assurent sa compatibilité avec les composants extérieurs qui lui sont associés .
- Une résistance de réaction et deux diodes permettant sa stabilité et évitant la saturation du premier circuit suiveur .
- Un comparateur permettant sa commande à partir de deux entrées , la sortie actionne la porte analogique .
- Une résistance associée à un condensateur extérieur permet d'évaluer le temps d'acquisition en fixant la valeur de ce dernier .

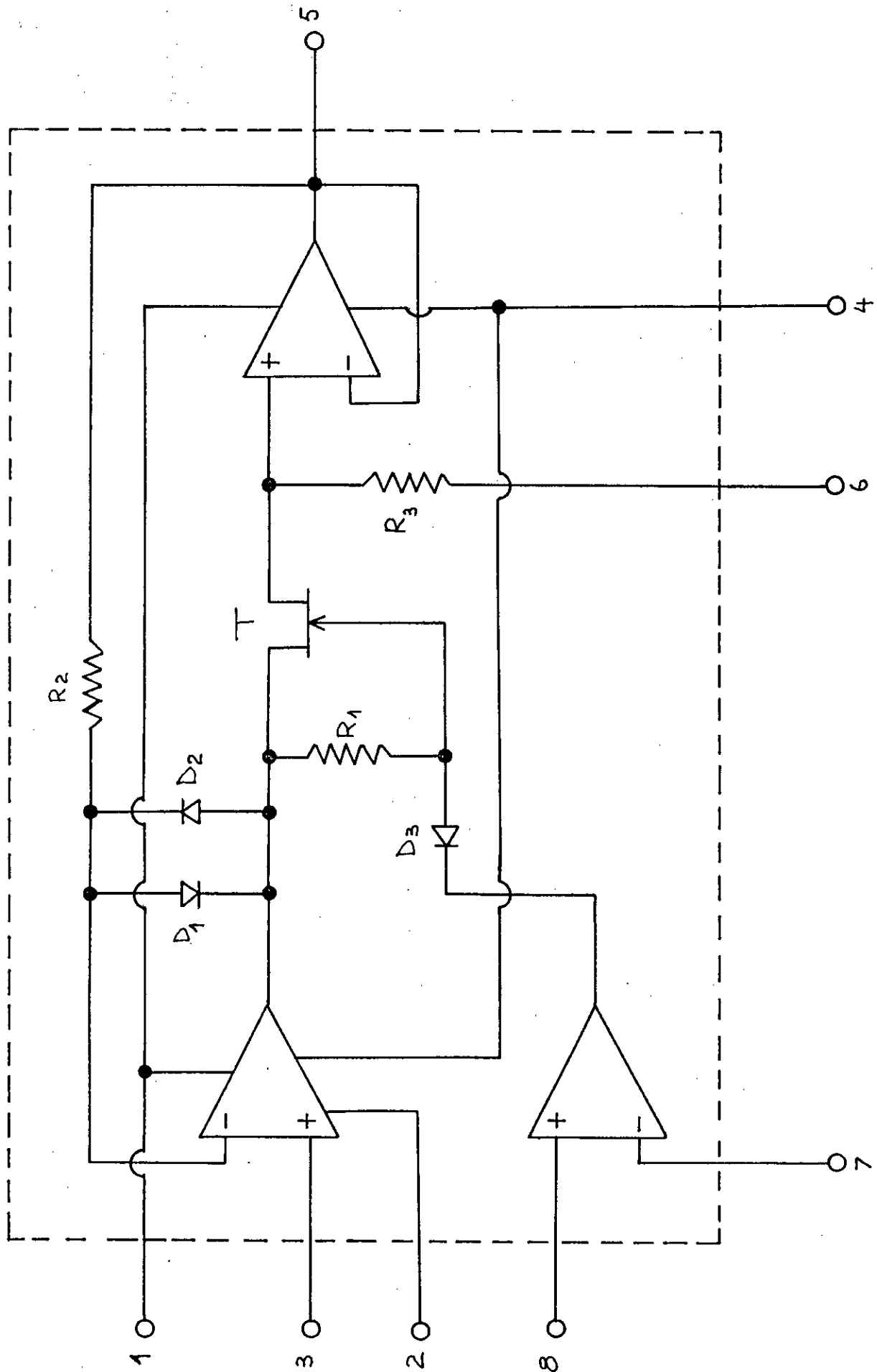


Fig 2-7 : Constitution du LF 398.

L'interprétation des broches est comme suit :

- 1 : Tension d'alimentation positive .
- 2 : Ajustement de la tension de décalage .
- 3 : Tension d'entrée analogique .
- 4 : Tension d'alimentation négative .
- 5 : Tension de sortie échantillonnée .
- 6 : branchement de la capacité de mémorisation .
- 7 : Tension de référence logique .
- 8 : Cadence d'échantillonnage .

5-CALCULS PRATIQUES :

Le schéma de base d'un circuit permettant l' échantillonnage et la mémorisation des tensions analogiques est l'association d'un circuit LF 398 avec une capacité extérieure (voir Fig 2-8) .

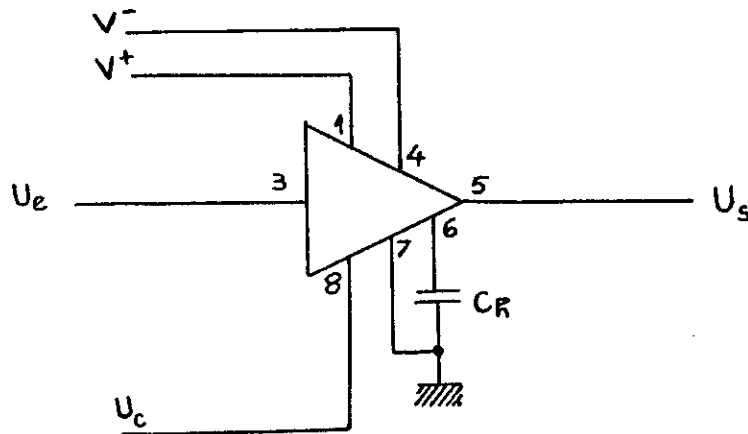


Fig 2-8 : Schéma de base d'un échantillonneur-bloqueur avec LF 398 .

Pour des raisons de précision des mesures , il est préférable d'apporter des corrections supplémentaires au circuit afin que l'opération soit adéquate et bénéfique . On cite en particulier le réglage de la tension de décalage d'entrée, par le biais de la broche 2 .

Le montage de la figure 2-9 permet d'effectuer ce type de réglage par l'adjonction d'un amplificateur opérationnel en aval du circuit de base . En effet un simple potentiomètre résout ce problème .

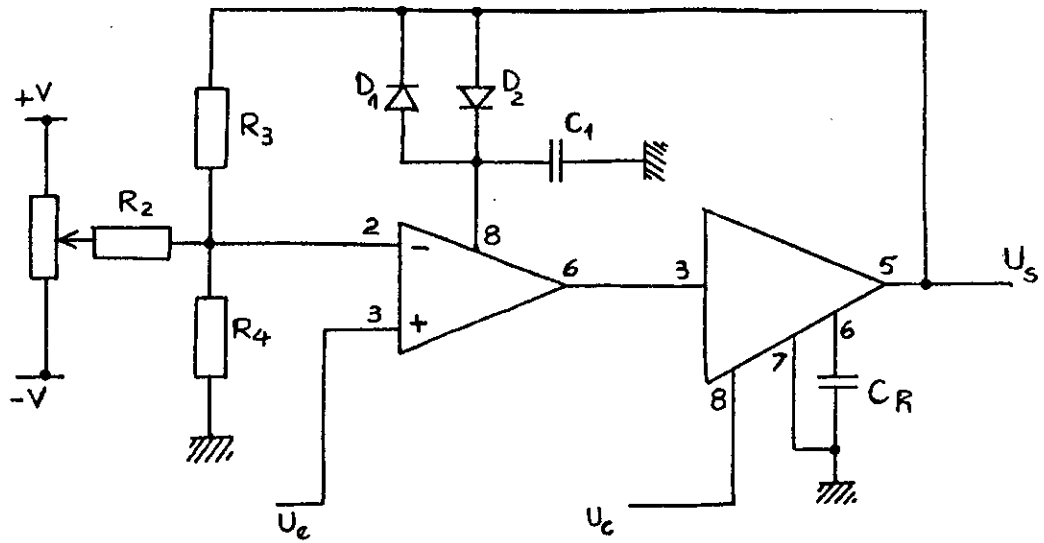


Fig 2-9 : Réglage de l'OFFSET.

Afin d'apporter une réaction pouvant stabiliser le circuit et réduire le courant d'entrée de l'amplificateur opérationnel, les résistances R_2 et R_3 doivent être aussi élevées que possible. En fait, des valeurs de quelques mégohms suffisent bien largement. L'emploi du condensateur C_1 permettra d'éliminer ou de compenser les effets parasites produits par l'amplificateur opérationnel.

Toutefois, pour pouvoir éviter la saturation du premier circuit linéaire, des diodes sont montées en parallèles dans des sens bien différents.

Un second montage nettement plus efficace que le précédent effectue non seulement le réglage de la tension de décalage, mais aussi celui du pas de blocage par le biais d'un inverseur et deux potentiomètres (voir Fig 2-10).

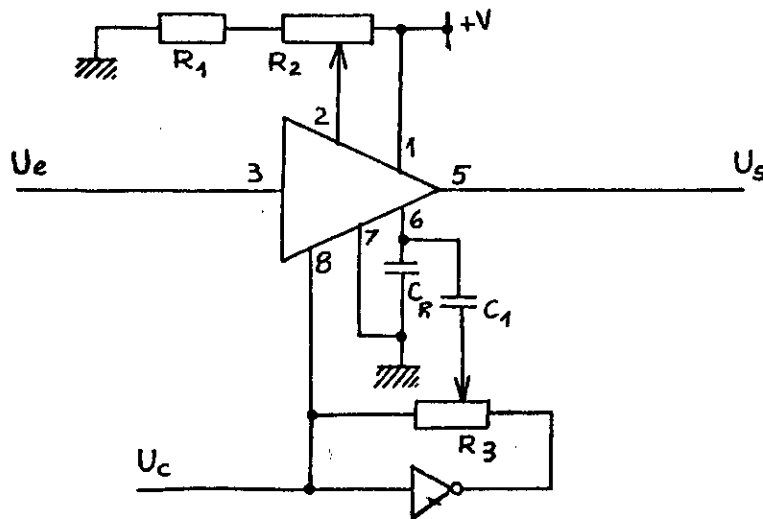


Fig 2-10 : Réglage de l'OFFSET et du pas de blocage.

Le montage de la Fig 2-10 sera adopté pour le calcul des composants et pour la réalisation pratique de l'échantillonneur-bloqueur .

5-1-CHOIX DU CONDENSATEUR Ch :

Les paramètres essentiels qui représentent les contraintes correspondantes au choix du condensateur Ch doivent être bien spécifiés et sont donnés par les appellations suivantes :

- Le temps d'acquisition .
- Le taux de perte .
- L'erreur du gain .

Pour cette étude et pour des raisons de rapidité , il est préférable de limiter le temps d'acquisition à une valeur très réduite .

Les deux autres paramètres ne sont pas importants pour cette carte étant donné que le convertisseur analogique-numérique est rapide pour convertir la valeur discrétisée .

En consultant la caractéristique du temps d'acquisition , une capacité de 4,7 nF suffit pour acquérir la tension à échantillonner en un laps de temps égal à 15 microsecondes .

5-2-CHOIX DES RESISTANCES :

Le potentiomètre R_2 est du type multitours ayant la valeur de 1 k Ω . Pour le réglage de la tension de décalage , la broche 2 doit avoir un potentiel variant aux alentours de la tension d'alimentation positive . Ceci a pour effet de choisir une valeur de R_1 importante comparativement à celle de R_2 .

De même que R_2 , la résistance ajustable R_3 est choisie de forme multitours avec une valeur de 10 k pour permettre une large bande de variations du pas de blocage . Quant au condensateur C_1 , sa valeur doit être négligeable devant celle de Ch afin qu'il n'influe pas sur l'information échantillonnée . Une valeur typique de 10 pF conduit à un bon réglage .

5-3-REMARQUES :

Le réglage intéressant correspondant aux erreurs introduites par l'échantillonneur-bloqueur est celui concernant la tension de décalage .

L'autre réglage mettant en évidence le pas du blocage peut ne pas être effectué spécialement pour cette application car il s'agit des tensions relativement faibles dont le maximum se trouve aux environs de 2V .

CHAPITRE 3

CONVERSION ANALOGIQUE-NUMERIQUE

1-INTRODUCTION :

Le traitement des données analogiques d'une manière directe est accompagné dans la plupart des cas de bruits et de parasites .

Afin d'éviter ou de supprimer une partie importante de ces bruits ainsi que pour faciliter le traitement , on effectue un traitement numérique . Pour cela , il est nécessaire d'exécuter auparavant une opération de passage du domaine analogique vers le domaine numérique . Il s'agit ainsi d'une conversion analogique-numérique qui consiste à rechercher une expression numérique dans un code déterminé , pour représenter une information analogique avec une précision et une résolution données .

2-PRINCIPAUX TYPES DE CONVERTISSEURS :

Le besoin et la nécessité d'utiliser des convertisseurs analogique- numérique a suscité une grande variété quant à leur configuration et leurs fonctions .

Les convertisseurs les plus utilisés actuellement pour les applications électroniques appartiennent à deux grandes subdivisions :

1- Les convertisseurs à chargement de capacité dans lesquels on enregistre la durée de charge ou de décharge d'un condensateur placé sous la tension à convertir . Le nombre d'impulsions d'horloge indique cette durée . Il est stocké dans un registre de mémorisation et constitue la mesure digitale de la tension à convertir . On distingue en général deux sortes de convertisseurs :

a- Les convertisseurs tension-fréquence qui permettent d'avoir des fréquences à la sortie proportionnelles aux tensions appliquées .

b- Les convertisseurs tension-temps qui transforment la tension continue appliquée à l'entrée en une série d'impulsions générées par une horloge pour des durées bien spécifiées . On cite dans ce cas les convertisseurs simple rampe et double rampe .

2- Les convertisseurs à comparaison directe dans lesquels la tension à convertir est comparée à des tensions de référence correspondant aux poids des chiffres successifs .

Pour cette subdivision , il existe deux types de convertisseurs très importants et performants . Les convertisseurs parallèles qui sont très rapides et très complexes , et les convertisseurs série qui , contrairement aux parallèles , sont peu lents mais n'exigent pas de nombreux composants à utiliser . Pour d'autres détails voir ANNEXE 2 .

3-DESCRIPTION DU CONVERTISSEUR ADC 804 :

Le circuit intégré ADC 804 est un convertisseur analogique-numérique par approximations successives avec une résolution de 8 bits . Il fait partie de la technologie C-MOS et peut être accordé aux différents microprocesseurs 8 bits sans faire appel à des interfaces logiques .

3-1-ANALYSE D'UN CONVERTISSEUR PAR APPROXIMATIONS SUCCESSIVES DE BASE :

CONVERSION ANALOGIQUE-NUMERIQUE

Ce type de C.A.N est l'un de ceux qu'on retrouve le plus fréquemment. Il possède des circuits un peu plus complexes, mais son temps de conversion est beaucoup plus court et ne dépend pas de la tension d'entrée analogique.

Le montage de base est constitué d'une logique de commande, d'un registre à décalage, d'un convertisseur numérique-analogique et d'un comparateur (voir Fig 3-1).

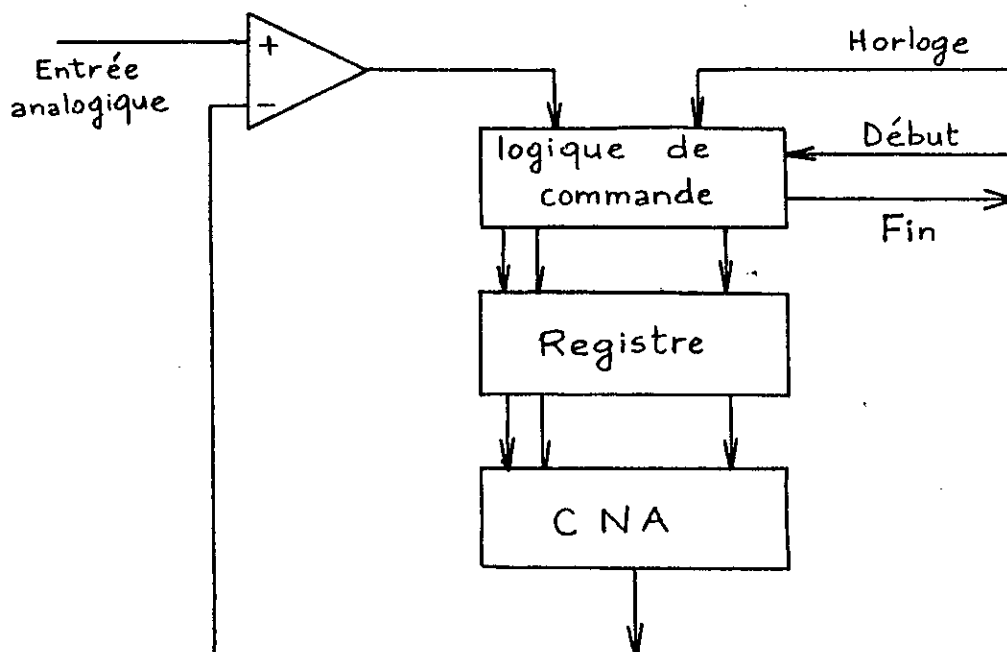


Fig 3-1 : Schéma de base d'un CAN par approximations successives.

La logique de commande modifie le contenu du registre bit par bit jusqu'à ce que la donnée qui s'y trouve soit l'équivalent numérique du signal analogique d'entrée.

3-2-FONCTIONNEMENT GENERAL DE L' ADC 804 :

Le circuit ADC 804 contient un ensemble de blocs caractérisant les différentes parties d'un convertisseur de base comme indiqué sur le schéma de la figure 3-2.

Il s'agit d'un générateur de signaux d'horloge, de deux registres, et de quelques bascules ainsi d'un comparateur analogique commandant le registre par approximations successives.

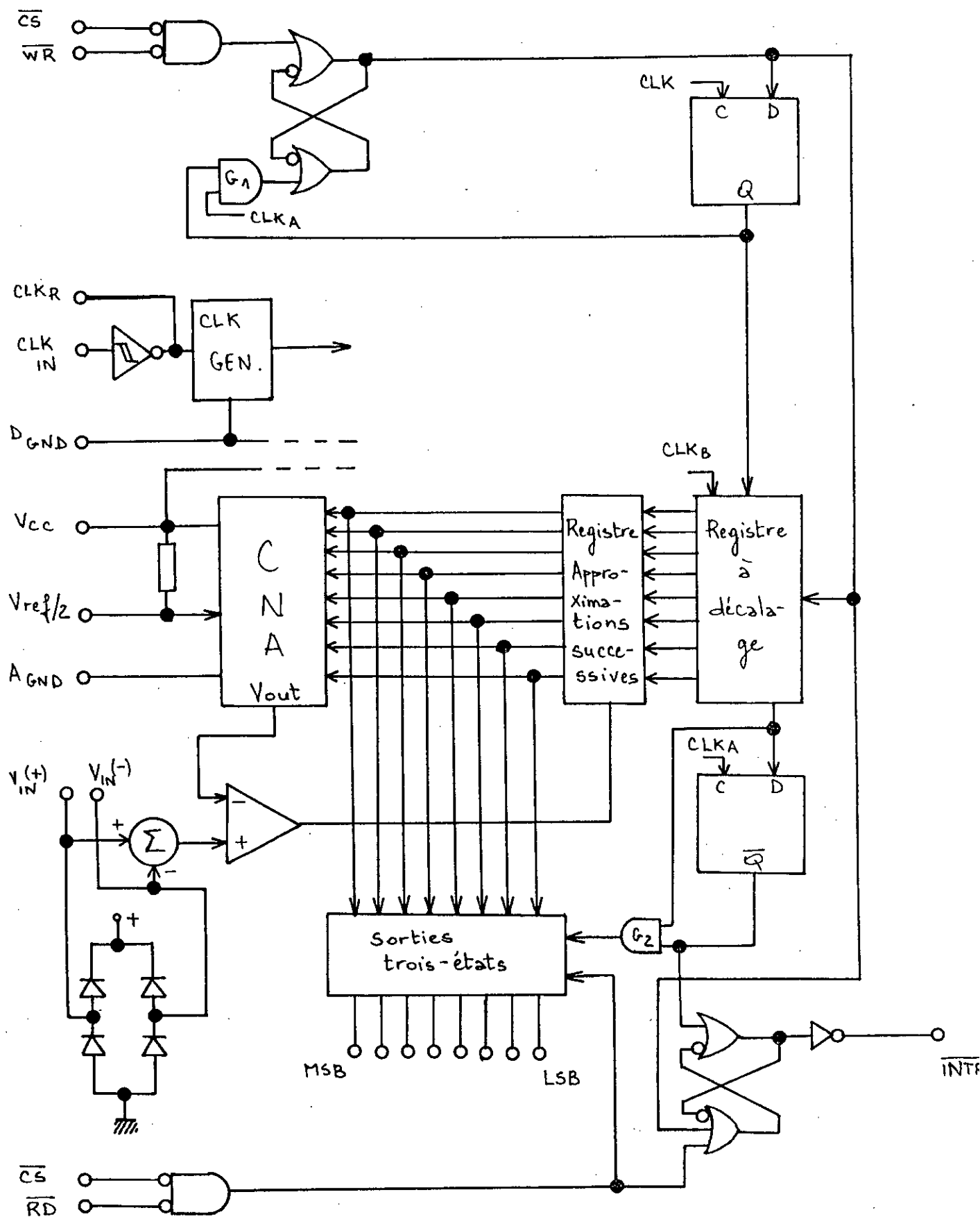


Fig 3-2 : Composition interne de l'ADC 804.

Ce circuit a pour objet de donner un équivalent numérique de la tension mélangée $V_{IN}^{(+)} - V_{IN}^{(-)}$. La procédure de conversion (assurée par l'envoi d'un signal de haut niveau à l'entrée WR) débute par un test du bit de poids le plus fort à travers le registre à décalage et le registre par approximations successives .

Ce dernier envoie à chaque fois la valeur issue à sa sortie à un convertisseur numérique-analogique afin de comparer la valeur présente à celle qu'on désire convertir .

Le comparateur à son tour commande le registre par approximations successives jusqu'à atteindre la valeur numérique équivalente .

Par suite d'une excitation produite par le registre à décalage et une bascule D , une bascule autour de portes NOR produit un signal d'une durée égale à huit fois la période de l'horloge externe qui serait inversé pour signaler ainsi la fin de la conversion en cours . Finalement , il suffirait d'activer les deux entrées de sélection CS et RD pour lire et envoyer la valeur obtenue à la sortie des huit broches digitales vers le port d'entrées-sorties du microcontrôleur . Toutefois , la durée de conversion est donnée à 64 cycles du signal de l'horloge externe utilisée.

3-3-BROCHAGE DE L' ADC 804 :

Le brochage de l' ADC 804 est très simple . C'est un circuit à vingt broches facilement connectable aussi bien aux composants discrets qu'aux microprocesseurs . La figure 3-3 en donne son brochage .

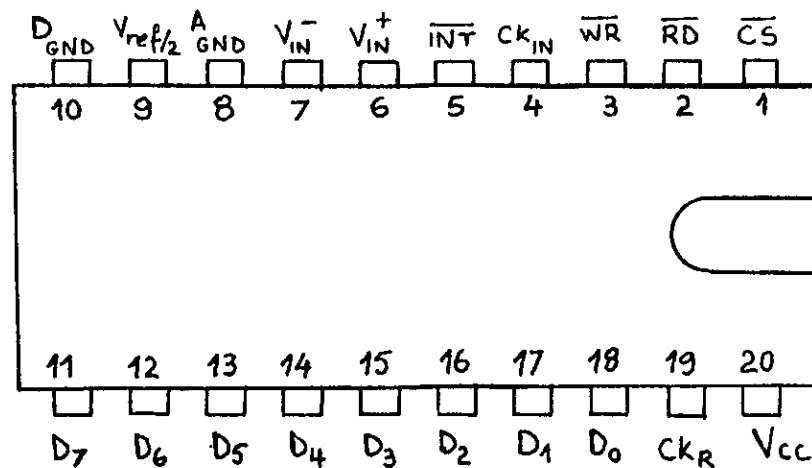


Fig 3-3 : Brochage de l'ADC 804 .

4-SCHEMA ET CALCUL DES TEMPS ET DES COMPOSANTS :

4-1-CHOIX DE L'HORLOGE :

La marge de fréquence d'horloge donnée par le constructeur s'étend de 100 Khz à 1460 Khz . La valeur pour laquelle sont données les différentes caractéristiques liées à la fréquence est de 640 Khz . Afin de faire des conversions un peu plus rapides et pour des raisons techniques le choix d'une fréquence de 1

Mhz est adéquat . En effet , on évite de se rapprocher de la limite maximale d'utilisation , et on manipule les données d'une façon aisée et simple , étant donnée que la fréquence utilisée pour le microcontrôleur est pratiquement identique .

Pour ce faire , on injecte soit un signal en train d'impulsions par l'une des deux broches (4) ou (9) , soit de les connecter à un circuit RC .

4-2-CHOIX DES TENSIONS D'ENTREES :

La borne (7) correspondant à $V_{IN}^{(-)}$ représente la valeur minimale de la tension d'entrée . Le télémètre qui sera associé à la carte présente une tension à l'origine non nulle (tension de saturation du transistor) soit de 200 mV , lorsque la distance à mesurer est nulle . Il est donc préférable de positionner la borne (7) à cette valeur particulière .

D'autre part , la borne (9) correspondant à $V_{ref/2}$ doit être reliée à un potentiel qui donne la valeur maximale de la tension d'entrée analogique représentant la distance maximale que le télémètre puisse mesurer. Ceci peut être facilement déduit de la relation suivante :

$$V_{IN_{max}}^{(+)} - V_{IN}^{(-)} = V_{ref/2} \Rightarrow V_{IN_{max}}^{(+)} = V_{IN}^{(-)} + V_{ref/2}$$

Le synoptique correspondant à l'opération de conversion apparaît à la figure 3-4 .

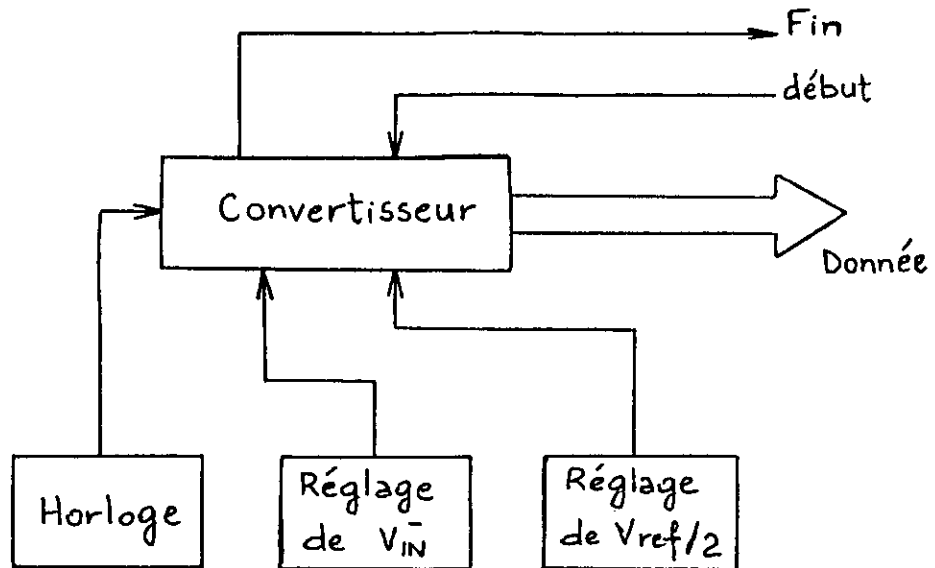


Fig 3-4 : Synoptique du processus de conversion.

4-3-SCHEMA GENERAL DU CONVERTISSEUR :

Afin de pouvoir positionner $V_{IN}^{(-)}$ à 200 mV environ , il est recommandé de prendre $R_8 = 20 R_9$.

D'autre part, pour avoir une tension réglable avec une précision satisfaisante pour $V_{ref/2}$, on utilise des potentiomètres multitours (voir Fig 3-5). R_4 et R_6 sont déterminées pratiquement pour donner une tension $V_{ref/2}$ maximale correspondante à un mot (FF) issu des broches digitales de sortie. C_3 et C_4 sont de l'ordre de quelques microfarads permettant d'emmagasiner l'énergie reçue et de filtrer le signal recueilli à des valeurs pratiquement stables.

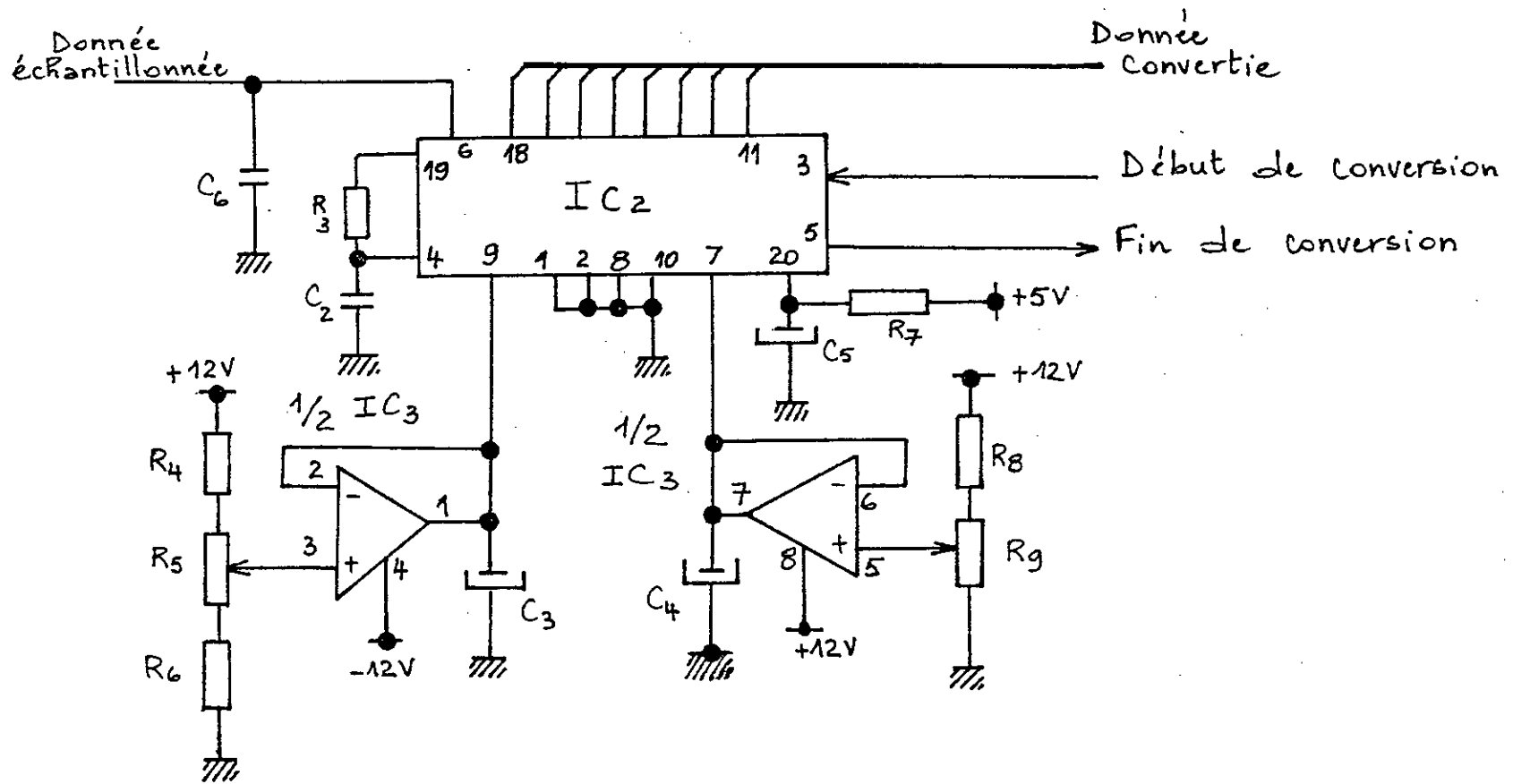


Fig 3-5 : Schéma développé du convertisseur.

CHAPITRE 4

COMMANDE ET TRAITEMENT

1-INTRODUCTION :

La forte intégration des éléments discrets dans un même boîtier présente plusieurs avantages parmi lesquels on cite : la miniaturisation des circuits complexes notamment pour les dispositifs compliqués , et la suppression de plusieurs paramètres parasites provenant en particulier des connexions entre les différents composants usités .

Cette évolution technologique a permis au microprocesseur d'apparaître sous sa forme complexe mais toutefois bénéfique .

Cependant , l'utilisation du microprocesseur dans les diverses applications nécessite le plus souvent d'autres composants ou circuits dont les interfaces , en particulier, font partie .

Afin de permettre une parfaite utilisation , on intègre actuellement un ensemble de blocs dans un même boîtier y compris le microprocesseur et les interfaces .

2-PRESENTATION DU MICROCONTROLEUR 68705 P3S :

Ce microcontrôleur intègre dans le même boîtier un microprocesseur , une EPROM de 1796 octets utilisateur , une RAM de 112 octets utilisateur , deux ports d'entrées-sorties de huit bits chacun , un port d'entrées-sorties de quatre bits et enfin un TIMER , c'est-à-dire un compteur chronomètre .

Il est représenté par un circuit intégré à 28 broches .

2-1-ARCHITECTURE INTERNE :

Le 68705 P3S forme un ensemble d'une grande facilité de mise en oeuvre , sans bus de données ni bus d'adresses puisque seules les broches nécessaires à l'application sont accessibles . En supplément , il contient tout ce qu'il faut pour programmer son EPROM , à condition de faire un petit montage pour recopier le contenu d'une mémoire extérieure contenant le programme . La figure ci-après montre l'architecture interne du microcontrôleur 68705 P3S .

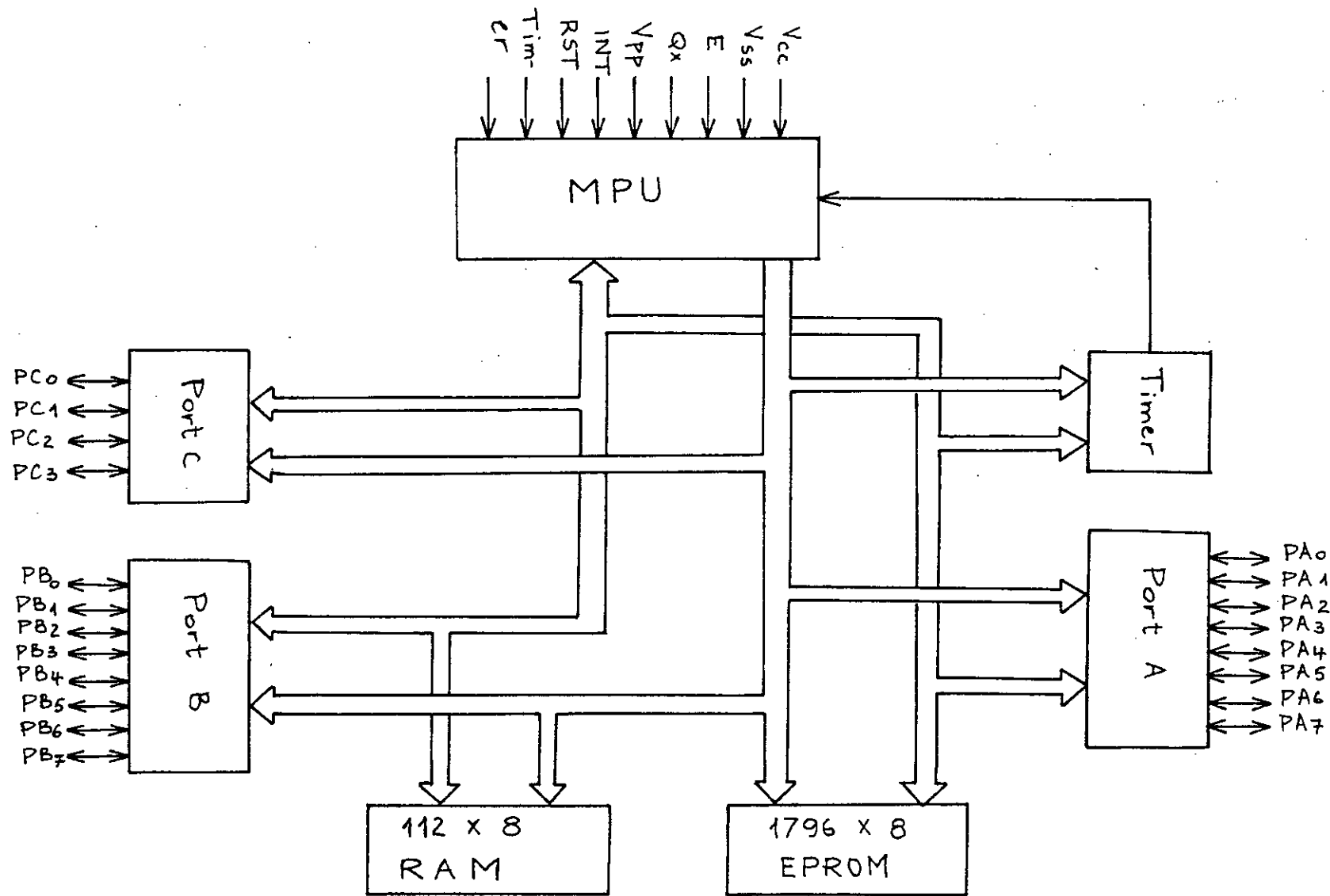


Fig 4-1 : Architecture interne du 68705 P35 .

2-2-BROCHAGE :

Comme il a été décrit précédemment , le 68705 P3S ne dispose pas de bus d'adresses ni de bus de données . Son brochage est alors très simple à manipuler

La figure 4-2 montre sa simplicité .

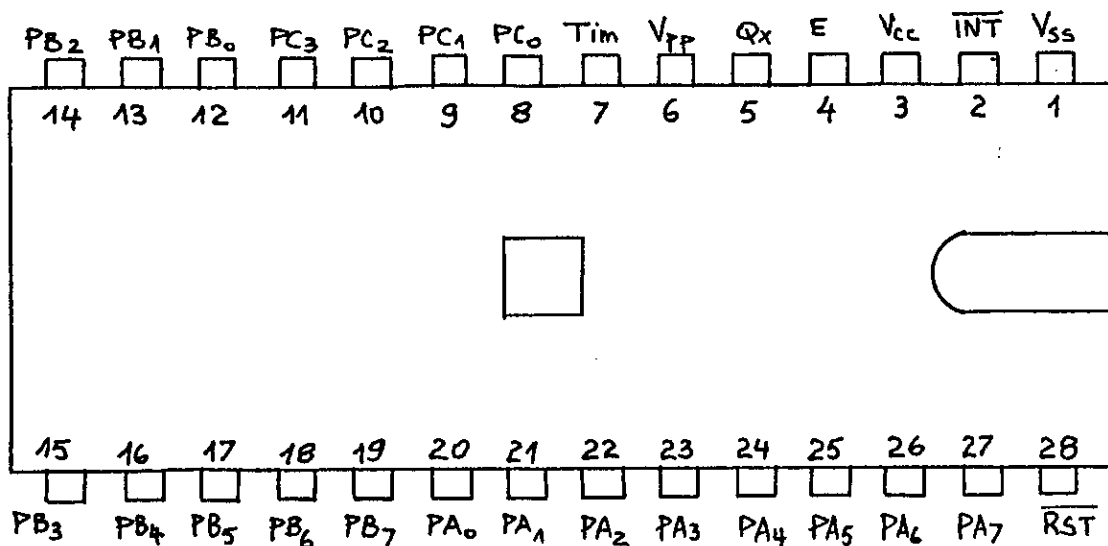


Fig 4-2 : Brochage du 68705 P3S .

2-3-REGISTRES DU MICROCONTROLEUR :

Ce type de composant contient :

- Un seul accumulateur .
- Un registre de codes , qui fait 5 bits , qui sont les indicateurs H ; I ; N ; Z et C dans l'ordre . Le bit I est positionné comme avec le 6802 . Il est à noter qu'il n'existe pas de bit V (OVERFLOW) .
- Un index qui ne fait que huit bits , pouvant s'utiliser sans déplacement , avec déplacement d'un octet et avec un déplacement de deux octets .
- Un pointeur de pile dont seuls les 5 bits de poids faible varient , ce qui limite son domaine aux adresses 07F descendant jusqu'à 061 , soit 31 octets maximum
- Un compteur de programme sur 11 bits .

2-4-CAPACITE MEMOIRE :

La mémoire se divise en deux groupes : la RAM et l'EPROM .

Certaines adresses sont réservées à l'utilisateur , d'autres au ports et au timer . Enfin , certaines adresses appartiennent au microcontrôleur lui-même , en particulier la position 785 à 7F7 où se trouve la ROM surnommée BOOTSTRAP chargée de gérer la programmation de l'EPROM .

Le schéma de la figure 4-3 représente l'espace mémoire du 68705P3S .

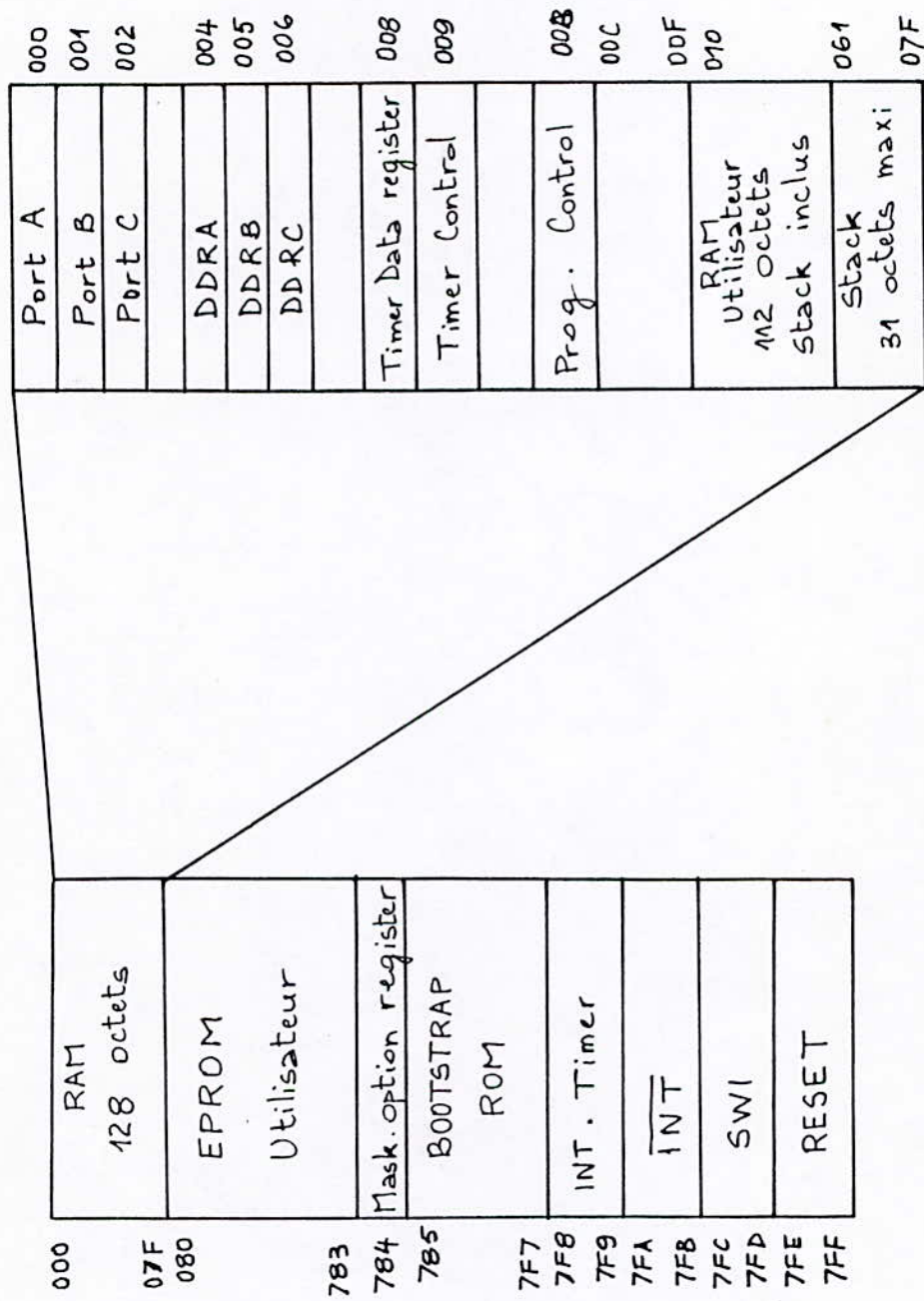


Fig 4-3 : Espace mémoire du 68705 P3S et détails de l'espace de la RAM.

3-PROGRAMMATION DE L'EPROM DU MICROCONTROLEUR :

L'effacement s'effectue d'une manière classique aux ultraviolets .

3-1-REALISATION DU PROGRAMMATEUR POUR LE 68705 P3S

Le schéma du programmeur représenté à la figure 4-4 est préconisé par le fabricant . Afin d'effectuer une programmation appropriée on devrait obtenir exactement les tensions d'alimentation recommandées . Le programme à charger se trouve dans une mémoire extérieure .

3-2-FONCTIONNEMENT DU PROGRAMMATEUR :

Les étapes à suivre pour la programmation doivent être scrupuleusement respectées et qui sont :

- 1- Fermeture de S1 et S2 avec alimentations débranchées .
- 2- Positionnement du 68705 P3S et de la mémoire sur leurs supports .
- 3- Branchement des alimentations .
- 4- Ouverture de S2 et ensuite de S1 .
- 5- Attente d'environ plus d'une minute jusqu'à l'allumage de L1 puis de L2 (ce dernier correspond à une programmation correcte)
- 6-Fermeture de S2 et ensuite de S1 .
- 7- Débranchement des alimentations .
- 8- Retrait du microcontrôleur et de la mémoire .

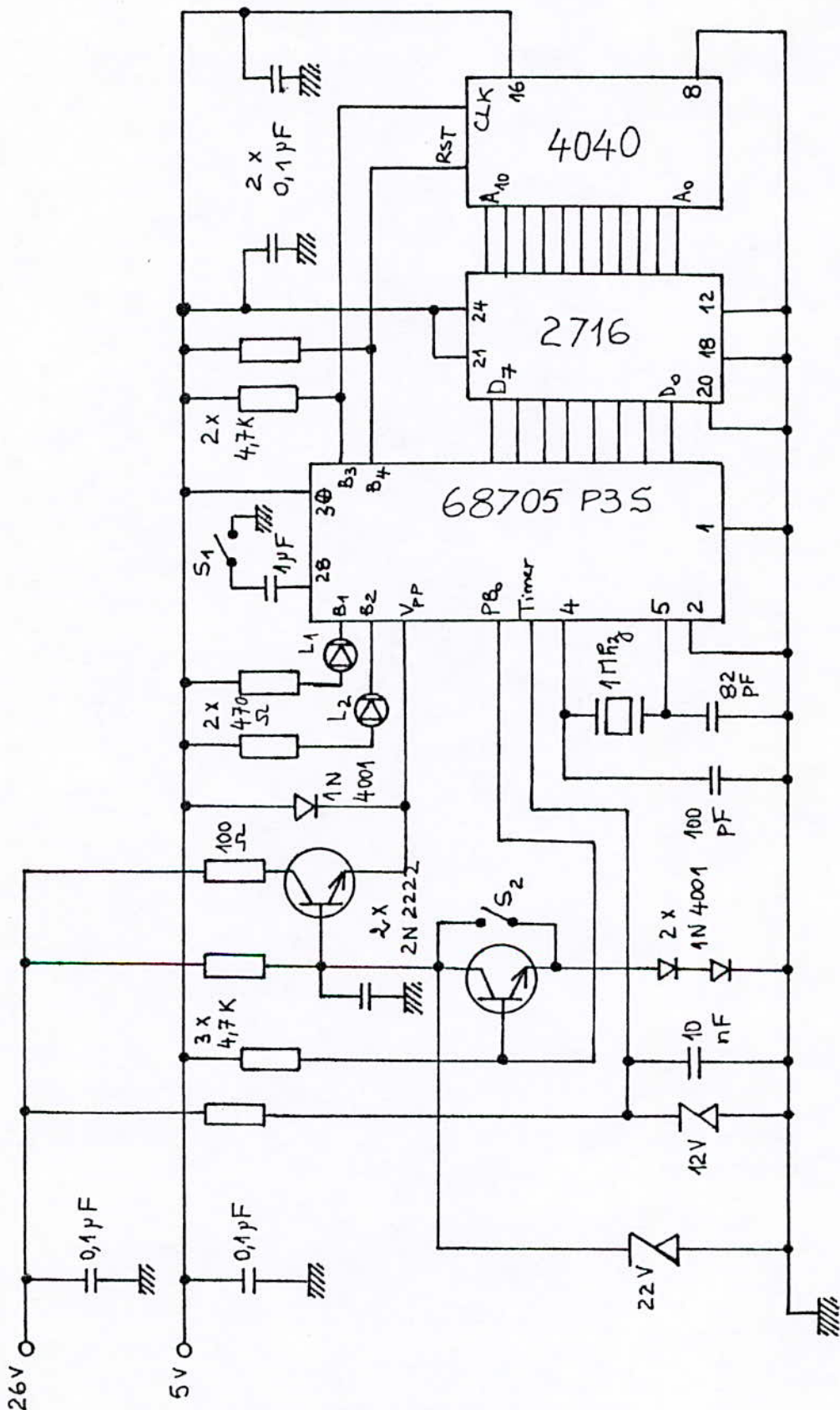


Fig 4-4 : Schéma du programmeur de 68705 P35 .

4-SCHEMA DE LA COMMANDE ET CALCULS PRATIQUES :

4-1-CHOIX DE L'HORLOGE :

La fréquence d'horloge standard utilisée pour le microcontrôleur est de 1 Mhz . Il s'agit d'utiliser un quartz de 4 Mhz et une division à l'intérieur du microcontrôleur nous permettra de recueillir la fréquence désirée (division par 4)

4-2-CHOIX DES PORTS :

En se référant au brochage du microcontrôleur , il serait préférable d'utiliser le port A en liaison avec les sorties du convertisseur analogique-numérique pour des raisons techniques lors de la conception du circuit imprimé . D'autre part , ce port sera utilisé par programmation pour envoyer les résultats finaux aux afficheurs . L'utilisation de trois afficheurs nécessite un autre port à 4 bits . Le port C résout ce problème ; quant au port B , il sera destiné aux sorties de commande et aux entrées d'information . On exige ainsi cinq entrées et trois sorties . Le synoptique de la commande aura la forme du schéma de la figure 4-5 .

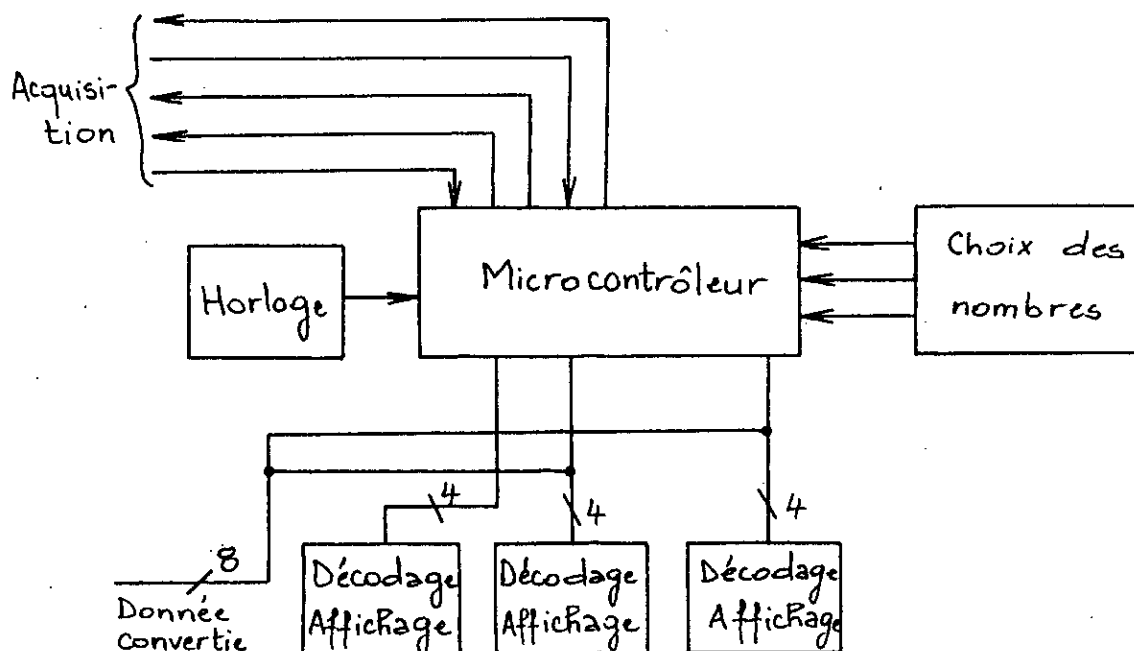


Fig 4-5 : Synoptique de la commande .

Le choix du nombre de données est obtenu à partir d'une action sur un des huit boutons-poussoirs disponibles . Un encodeur ayant huit entrées et trois sorties envoie le mot donné à une mémoire tampon qui à son tour transmet l'information au microcontrôleur (voir Fig 4-6) .

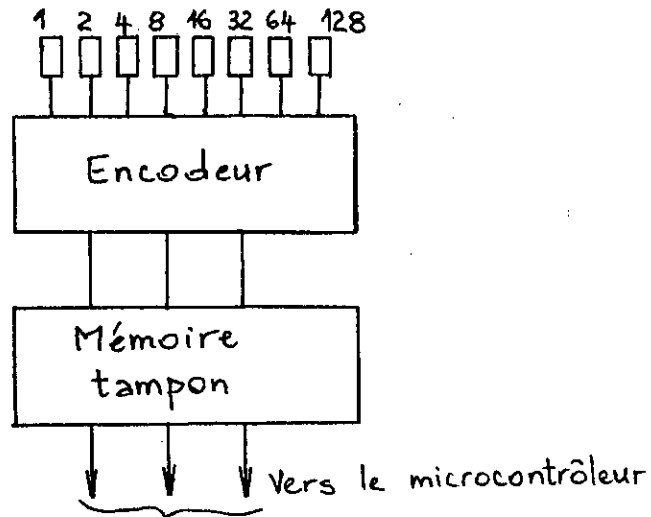


Fig 4-6 : Synoptique de choix du nombre de données.

4-3-SIGNAUX DES COMMANDES :

Les signaux faisant l'objet de la commande et de la détection de l'information entre le microcontrôleur et les différents blocs qui existent sont au nombre de huit.

- 1- Le signal de commande du télémètre (envoi).
- 2- Le signal de commande de l'échantillonneur-bloqueur (echanti).
- 3- Le signal de commande du convertisseur (début de conversion).
- 4- Le signal de réception du télémètre (réception).
- 5- Le signal de réception du convertisseur (Fin de conversion).
- 6- Les trois broches correspondant au nombre de données choisi (choix des nombres).

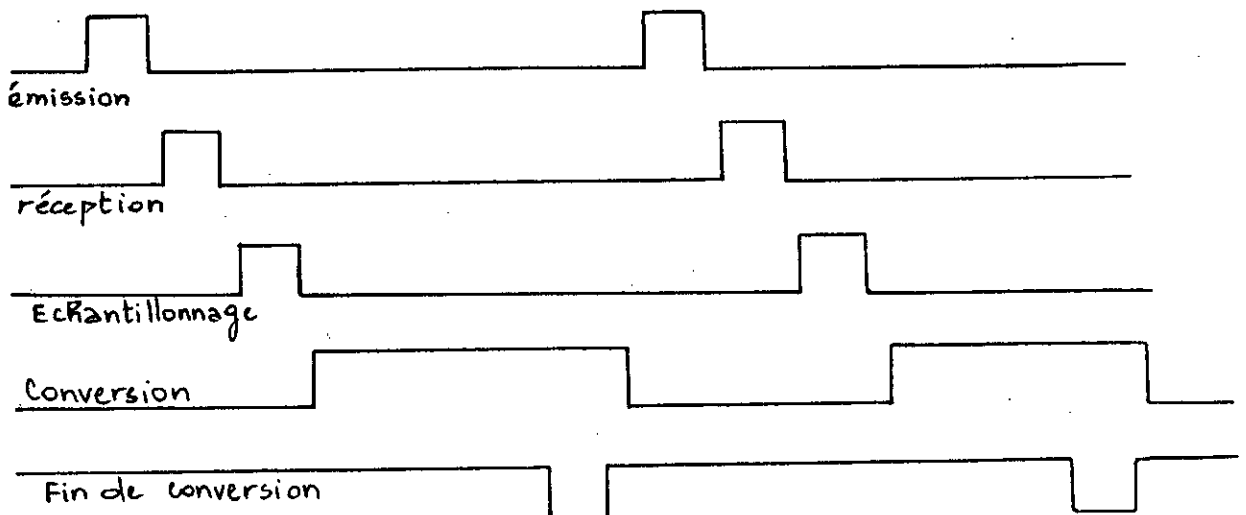


Fig 4-7 : Signaux de commande et d'information.

4-4- SCHEMA DEVELOPPE DE LA COMMANDE :

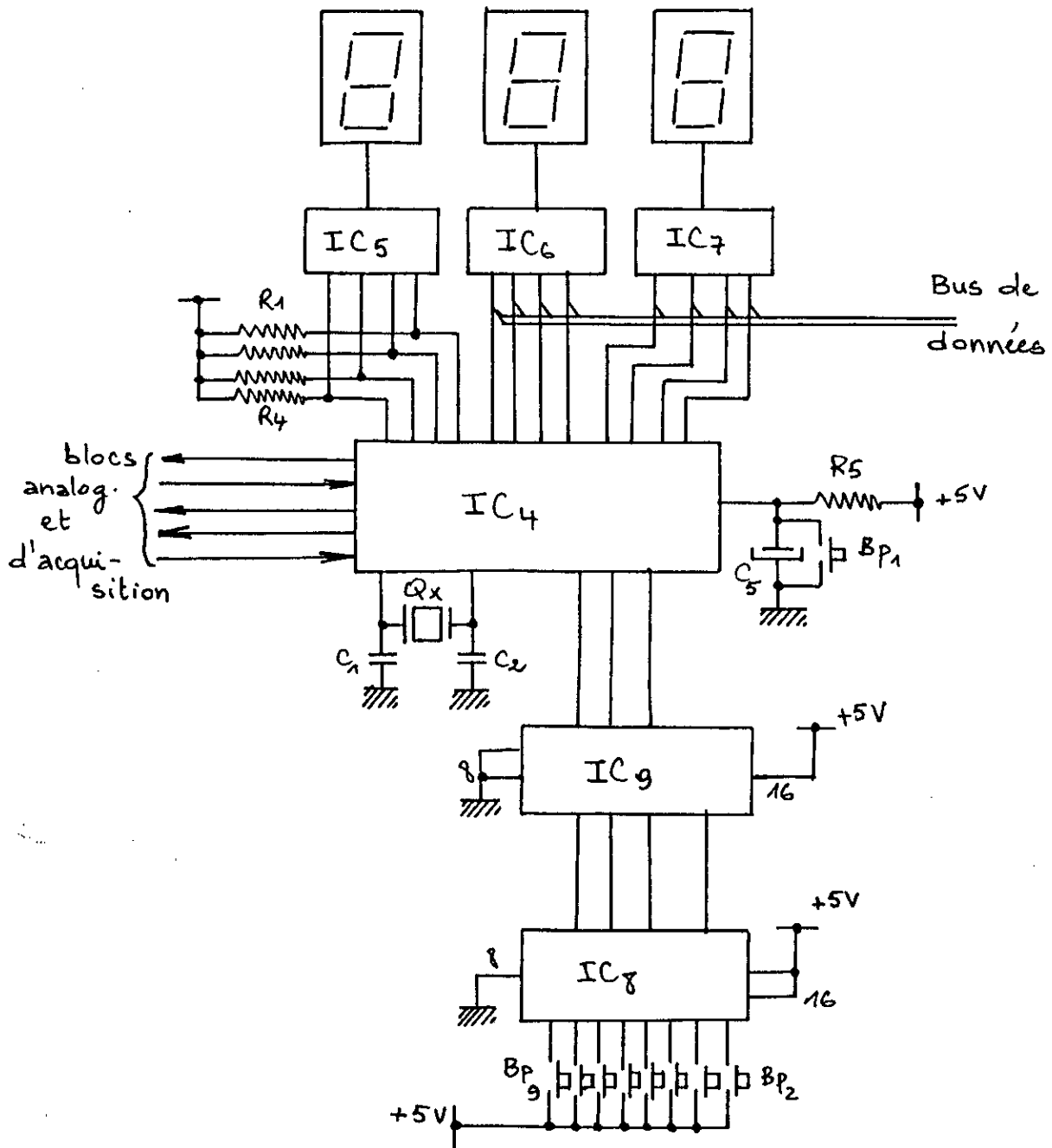


Fig 4-8 : schéma électrique de la commande.

CHAPITRE 5

EXTENSION D'UTILISATION

1-INTRODUCTION :

Cette partie consiste à faire un choix entre les opérations qui peuvent être exécutées séparément par la carte d'acquisition .

En supplément du calcul de moyenne des données introduites , une opération de mémorisation d'un certain nombre de données selon l'espace mémoire disponible représente la dernière fonction de la carte .

Ainsi , si on dispose d'un micro-ordinateur permettant un traitement rapide , il serait commode de séparer l'opération d'acquisition des données de celle du traitement sur le plan de la carte . Ceci rend l'utilisation de cette carte très intéressante puisqu'il s'agit d'un calcul de moyenne , d'un traitement à temps réel (par ordinateur) et finalement d'un traitement à temps différé (après stockage des données en mémoire) . La gestion du programme commandant les trois opérations séparément est assurée par le microcontrôleur utilisé qui , grâce à des tests , arrive très facilement à faire la distinction entre les différentes opérations pouvant s'effectuer , selon le choix de l'utilisateur .

2- SYNOPTIQUE DE PRINCIPE :

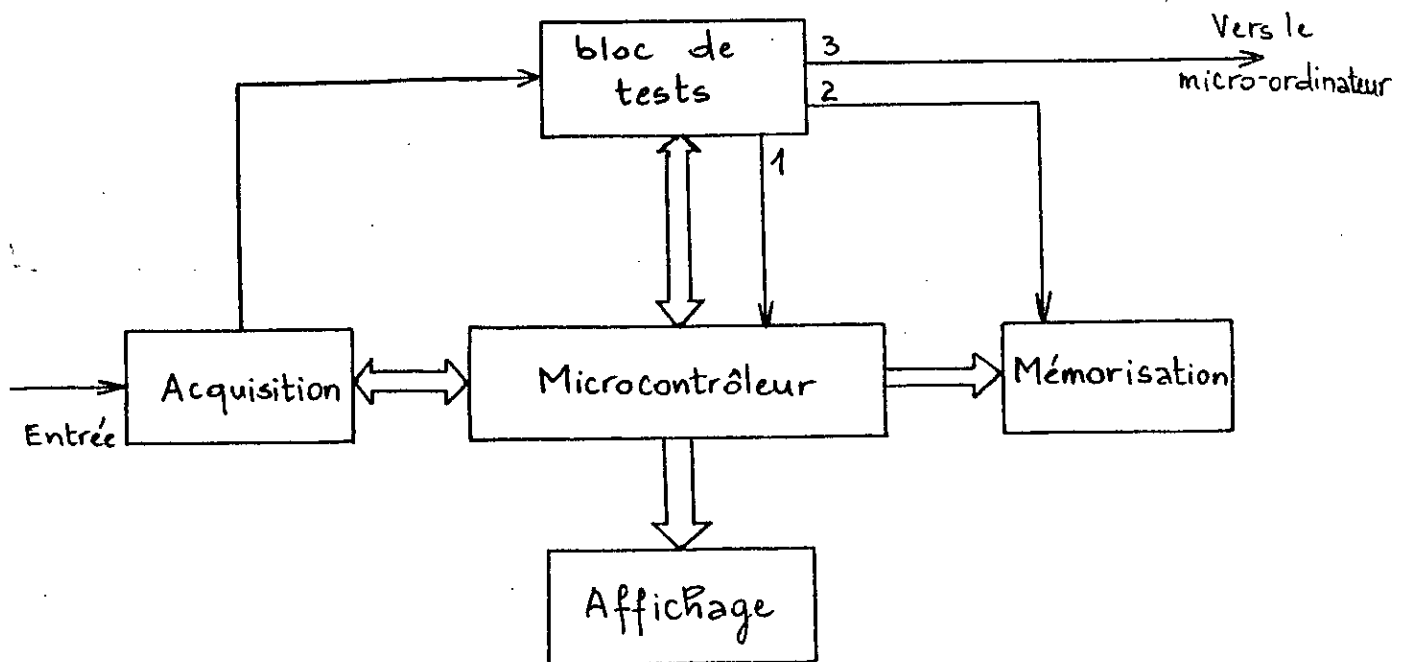


Fig 5-1 : Synoptique de principe de l'extension.

Les positions 1 , 2 et 3 représentées sur le schéma de la figure 5-1

correspondent respectivement :

- Au calcul de moyenne (fait par le microcontrôleur) .
- Au traitement à temps différé (mémorisation) .
- Au traitement à temps réel (par micro-ordinateur) .

3-AMELIORATION DE L'ACQUISITION :

Cette partie constituée par l'échantillonneur-bloqueur et le convertisseur analogique-numérique assure la qualité et les performances de la carte . Il s'agit en fait , de préciser le temps typique pendant lequel les données effectuent le passage à destination du traitement ou à la restitution .

Le temps d'acquisition obtenu à partir de l'utilisation du LF 398 et de l' ADC 804 dépasse légèrement la centaine de microseconde . Cette caractéristique reste insuffisante lorsqu'on éprouve le besoin d'utiliser un micro-ordinateur pour le traitement . On devrait donc disposer d'un convertisseur un peu plus rapide que celui utilisé précédemment . Un simple convertisseur référencé AD 7574 puisse résoudre cette difficulté puisqu'il présente un temps de conversion maximum de 15 microsecondes . Il est à remarquer que ce temps est presque identique à celui de l'échantillonnage . Une idée très intéressante consiste à utiliser deux échantillonneurs pour exploiter le temps pendant lequel le convertisseur fonctionne (voir Fig 5-2) . Le principe est de faire activer les échantillonneurs-bloqueurs à tour de rôle bien que le convertisseur ne cesse pas de s'arrêter .

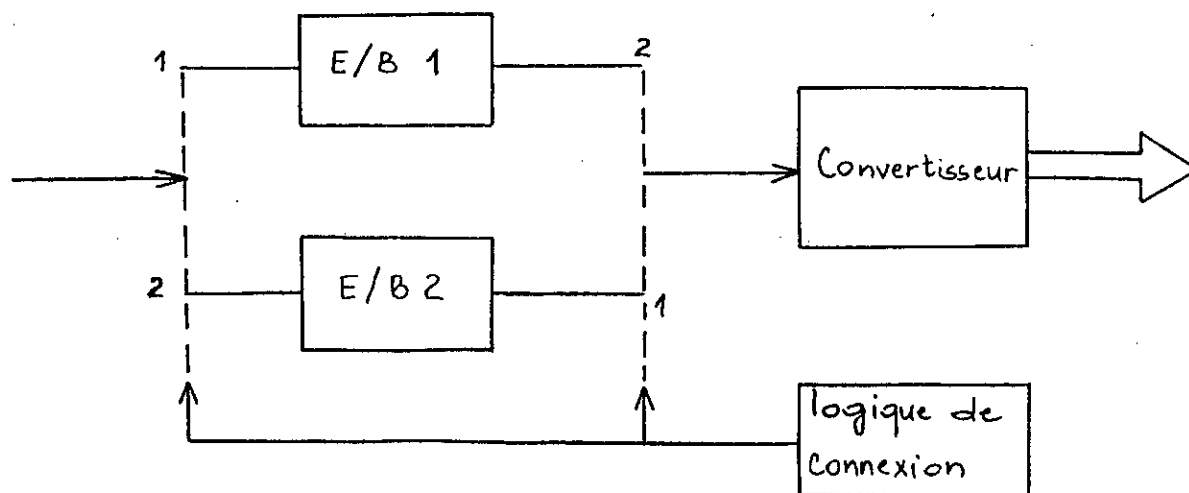


Fig 5-2 : Synoptique de l'amélioration de l'acquisition.

Cette logique permettant de conserver un laps de temps , consiste à gérer deux signaux dont l'un sera inversé pour commander les échantillonneurs d'une manière séparée alternative . A l'aide d'un compteur , on génère un signal dont l'état haut est de 15 microsecondes à partir de la fin de conversion pour actionner le convertisseur et un autre signal pour commander les échantillonneurs après l'avoir inversé .

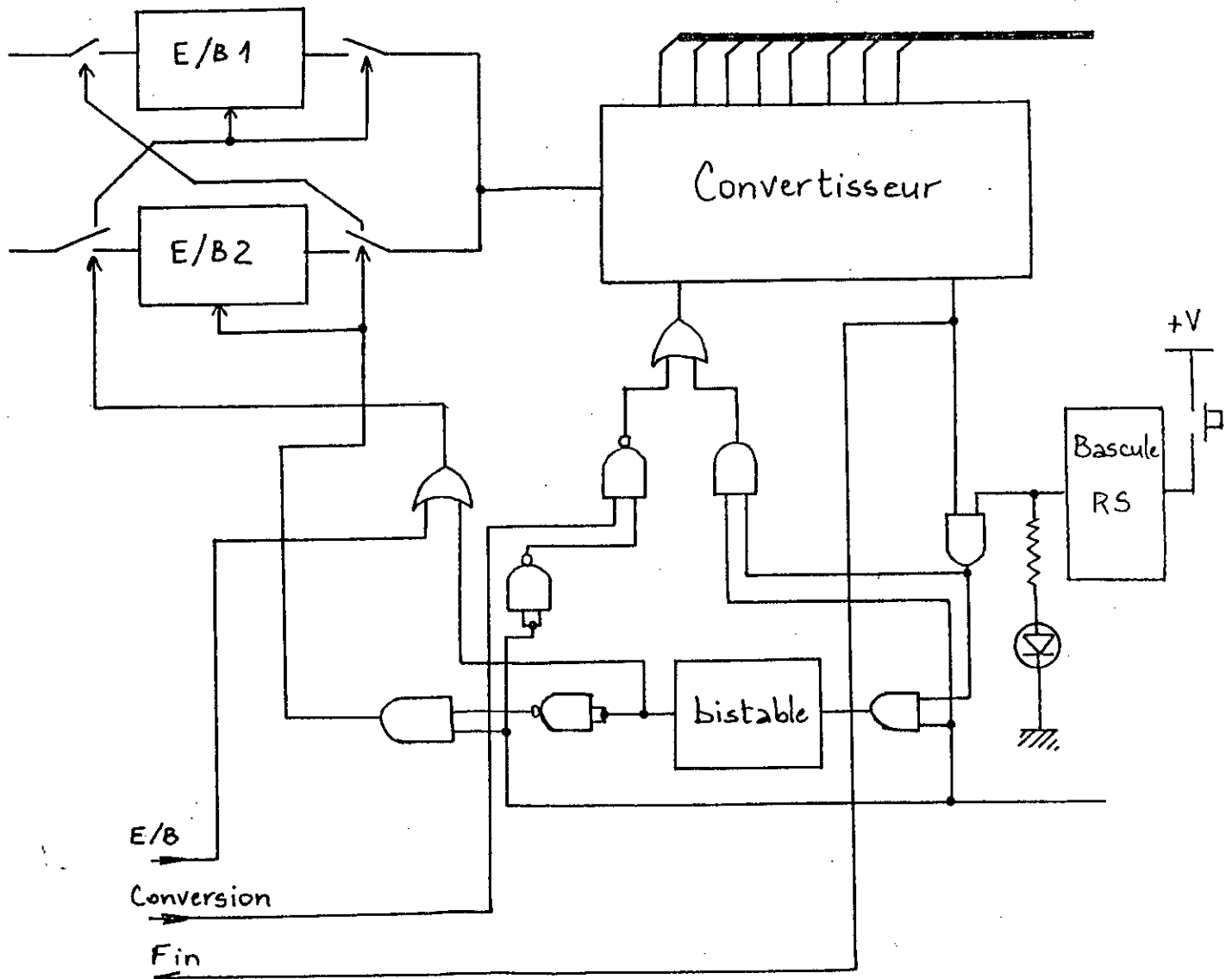


Fig 5-3 : Schéma de l'acquisition améliorée.

L'action sur le compteur jouant le rôle de l'horloge est assurée par la fin de conversion après avoir effectué une validation correspondante à l'acquisition seule (voir Fig 5-3).

Cependant , il faudrait prêter attention à la première opération d'acquisition puisqu'il s'agit d'un démarrage de conversion pendant que le premier échantillonneur vient de débiter sa fonction . La solution est de retarder à chaque début d'acquisition l'opération de conversion jusqu'à ce que l'un des échantillonneurs ait terminé cette opération de discrétisation du signal d'entrée .

Les deux échantillonneurs fonctionnent simultanément lorsqu'on désire seulement acquérir ou mémoriser les résultats . Pour l'option faisant l'objet du calcul de moyenne , il n'est pas nécessaire de faire activer ces deux éléments car un seul suffira pour acquérir les données sans influencer sur le temps global de l'opération .

La séparation entre les deux opérations d'acquisition et celle concernant le calcul de moyenne est assurée à partir d'un signal de validation . Ce dernier est une information indiquant la sélection de l'opération de mémorisation ou de celle ayant relation avec le micro-ordinateur . Pour ces deux opérations , à partir d'une bascule associée à une diode électro-luminescente on peut arriver à initialiser ou à stopper l'acquisition mais toutefois avec une possibilité de reprise .

L'action sur le compteur jouant le rôle d'une horloge est assurée par la fin de la conversion après avoir effectué une validation .

Cependant , il faudrait prêter attention à la première opération d'acquisition puisqu'il s'agit d'un démarrage de conversion pendant que le premier échantillonner vient de débiter sa fonction . La solution est de retarder à chaque début d'acquisition l'opération de conversion jusqu'à ce que l'un des échantillonneurs ait terminé cette opération de discrétisation du signal d'entrée .

Les deux échantillonneurs fonctionnent simultanément lorsqu'on désire uniquement acquérir ou mémoriser les résultats . Pour l'option faisant l'objet du calcul de moyenne , il n'est pas nécessaire de faire activer ces deux éléments car un seul suffira pour acquérir les données .

La séparation entre les deux opérations d'acquisition et celle concernant le calcul de moyenne est assurée à partir d'un signal de " validation " . Ce dernier est une information indiquant la sélection de l'opération de mémorisation ou de celle ayant relation avec le microcontrôleur . Pour ces deux opérations , à partir d'une bascule associée à une diode électro-luminescente , on peut arriver à initialiser ou à stopper l'acquisition mais toutefois avec une possibilité de reprise .

3-1-LOGIQUE DES TESTS :

Cette partie est constituée essentiellement par des BUFFER qui , commandés manuellement selon le choix de l'utilisateur , permettent de sélectionner l'une des trois options disponibles (voir Fig 5-4).

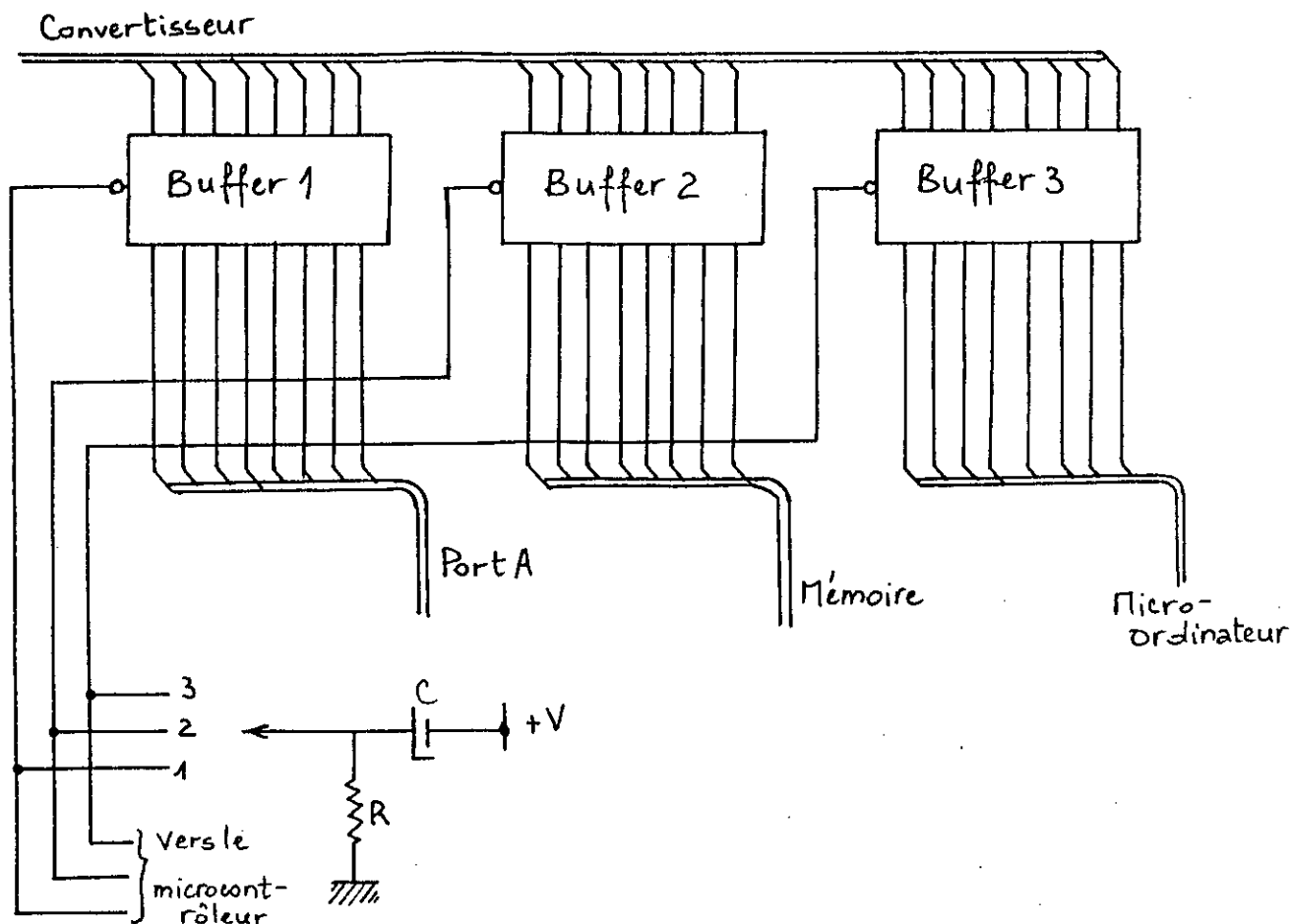


Fig 5-4 : Schéma de la logique des tests .

4- MEMORISATION OU RESTITUTION :

Cette opération est effectuée lorsque les données acquises seront traitées ou utilisées séparément de l'opération d'acquisition .

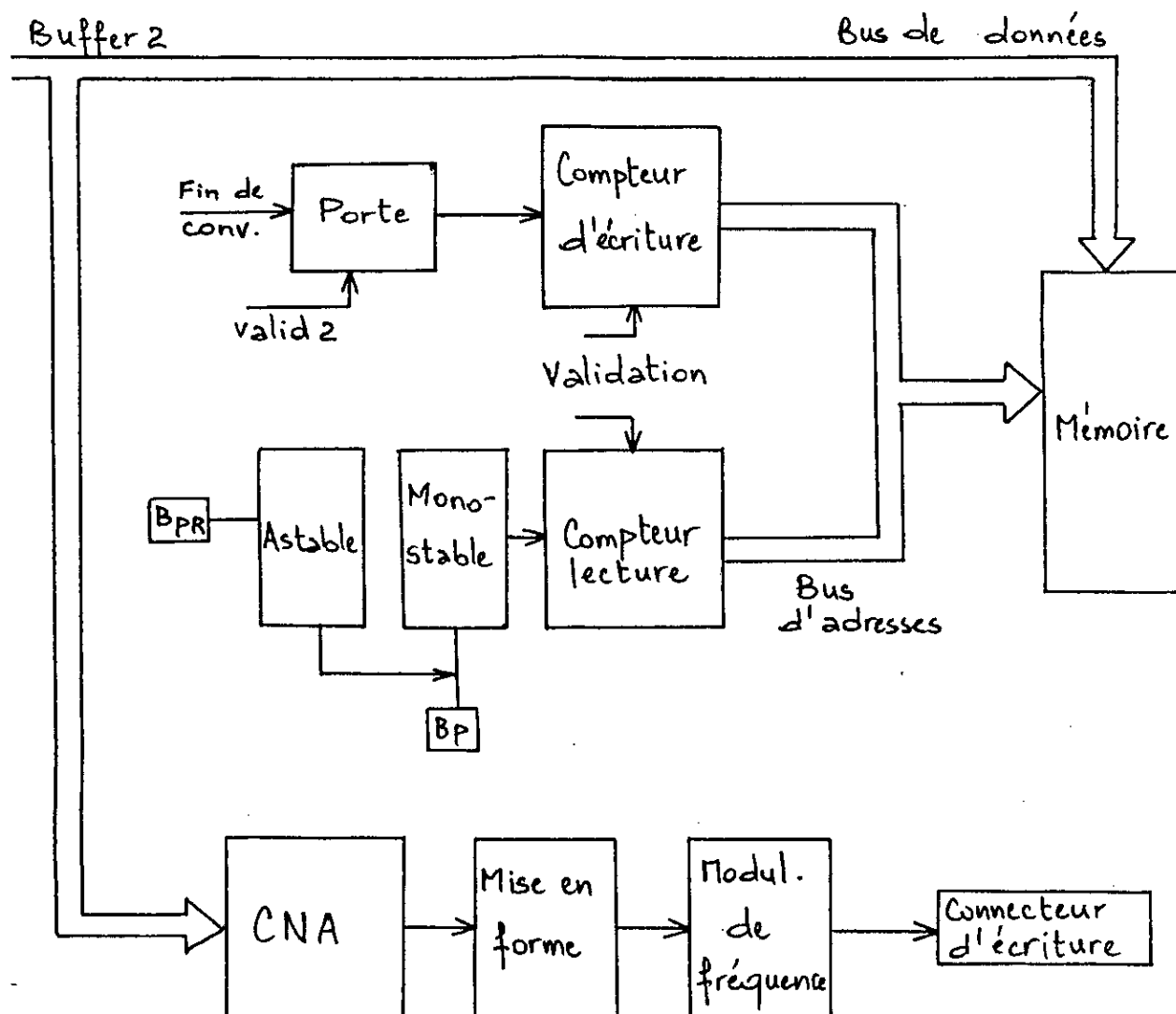
Elle consiste à charger des cases mémoires par les données échantillonnées et converties avec une cadence de stockage identique à celle de conversion qui limite les fréquences d'entrée à une valeur déterminée et un débit d'information connu .

Une possibilité d'associer des mémoires à bandes magnétiques pour la mémorisation est prise en considération par le biais d'un étage de mise en forme et d'un connecteur d'écriture . Toutefois , on doit disposer pour cette procédure d'un enregistreur de cassettes .

4-1-SCHEMA SYNOPTIQUE :

Deux compteurs sont utilisés pour adresser la mémoire numérique , l'un pour l'écriture et l'autre pour la lecture . Pour cette dernière deux cas peuvent se présenter : soit en lisant le contenu d'une adresse avec déplacement d'un seul mot grâce à un monostable , soit avec avance rapide assurée par un astable de

fréquence déterminée lorsqu'on voudrait rechercher une certaine adresse difficile à retrouver avec l'option précédente.



Figs-5 : Synoptique de l'option de mémorisation.

5-EVALUATION DE L'ECART-TYPE :

Le calcul de moyenne permet de se rapprocher de la valeur réelle pour des mesures pouvant être influencées par des paramètres difficiles à contrôler. Toutefois, le calcul de l'écart-type ou en d'autres termes le calcul de l'erreur quadratique permet d'avoir une appréciation sur la précision obtenue lors du calcul de moyenne.

Cette option est sélectionnée parmi les autres options qui existent d'une manière analogue à celle du calcul de moyenne. En effet, le BUFFER 1 relié au microcontrôleur joue le rôle d'intermédiaire entre ce dernier et le convertisseur analogique-numérique, et il devrait être validé dans le cas où l'opérateur choisira l'une des deux options citées (calcul de moyenne et de l'écart-type).

Comme le calcul de l'écart-type fait appel à des multiplications et à un calcul de racine en particulier, et pour pouvoir étendre le nombre de points de mesure, il est recommandé de disposer d'une mémoire vive étant donné que celle du microcontrôleur est limitée à 112 octets utilisateur.

Ce dernier, malgré sa simplicité de brochage, présente un inconvénient lorsqu'on veut lui associer des éléments nécessitant un bus d'adresse tels que les mémoires. Dans ce cas, l'adjonction d'autres éléments tels que les compteurs est intéressante pour produire la liaison désirée sans oublier toutefois la correspondance entre la partie matérielle et la partie logiciel.

5-1-SCHEMA SYNOPTIQUE :

La procédure du calcul commence par un stockage des données à l'entrée dans une mémoire extérieure. Une fois le calcul de moyenne s'est effectué, une attente d'interruption est prévue par le microcontrôleur en cas où l'opérateur voudrait connaître l'écart-type.

Après avoir exécuter les opérations : de soustraction, d'élevation au carré et de moyenne, une opération de calcul de racine permet l'évaluation de l'écart-type. Les données qui subissent à chaque fois ces opérations se retrouvent dans la même mémoire sous l'action du microcontrôleur (voir Fig 5-6).

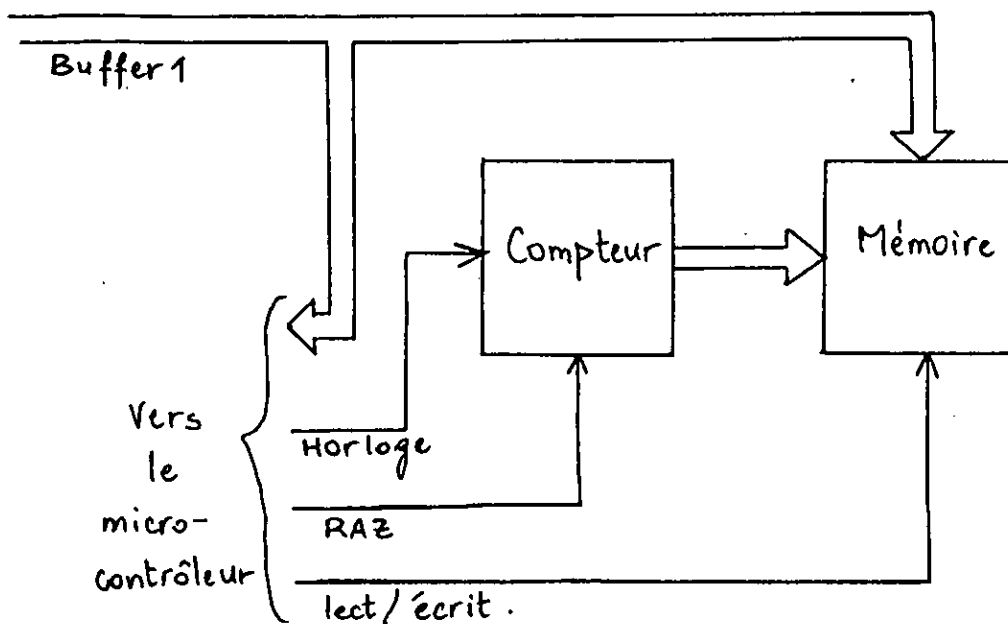


Fig 5-6 : Synoptique de l'option : écart-type.

6-DECODAGE ET AFFICHAGE :

Avant d'apporter l'extension à cette carte d'acquisition, et lors du calcul de moyenne seul, le port C du microcontrôleur a été utilisé pour la partie d'affichage car le port B était suffisant pour valider les commandes d'entrées-sorties que le schéma électrique exigeait.

Contrairement à ceci, et comme le nombre d'options vis-à-vis du microcontrôleur a augmenté lors de l'extension d'utilisation de la carte, le port C devrait faire partie des commandes d'entrées-sorties pour assurer le bon fonctionnement de la carte. Il ne restera cependant que le port A pouvant

EXTENSION D'UTILISATION

véhiculer le résultat à afficher . Ceci ne serait pas possible si l'on connecte directement le port A aux afficheurs tout en gardant une précision parfaite sur le résultat obtenu . Une idée intéressante sert à connecter le port A avec quatre afficheurs pour pouvoir effectuer la conversion binaire-BCD lors de la programmation en langage machine (voir Fig 5-7) . Elle consiste à lancer une partie du résultat final vers deux afficheurs et l'autre partie vers les deux autres afficheurs qui restent par le biais d'une commande adressée aux décodeurs BCD-7segments .

L'envoi des deux parties du résultat est accompagné d'un temps très court de quelques microsecondes correspondant aux instructions faites par le microcontrôleur . On évite ainsi d'utiliser deux ports pour adresser un seul résultat , et de perdre des commandes d'entrées-sorties assurant le fonctionnement de la carte d'acquisition . cette procédure , malgré l'avantage qu'elle présente , nécessite des mémoires tampon pour sauvegarder le résultat final .

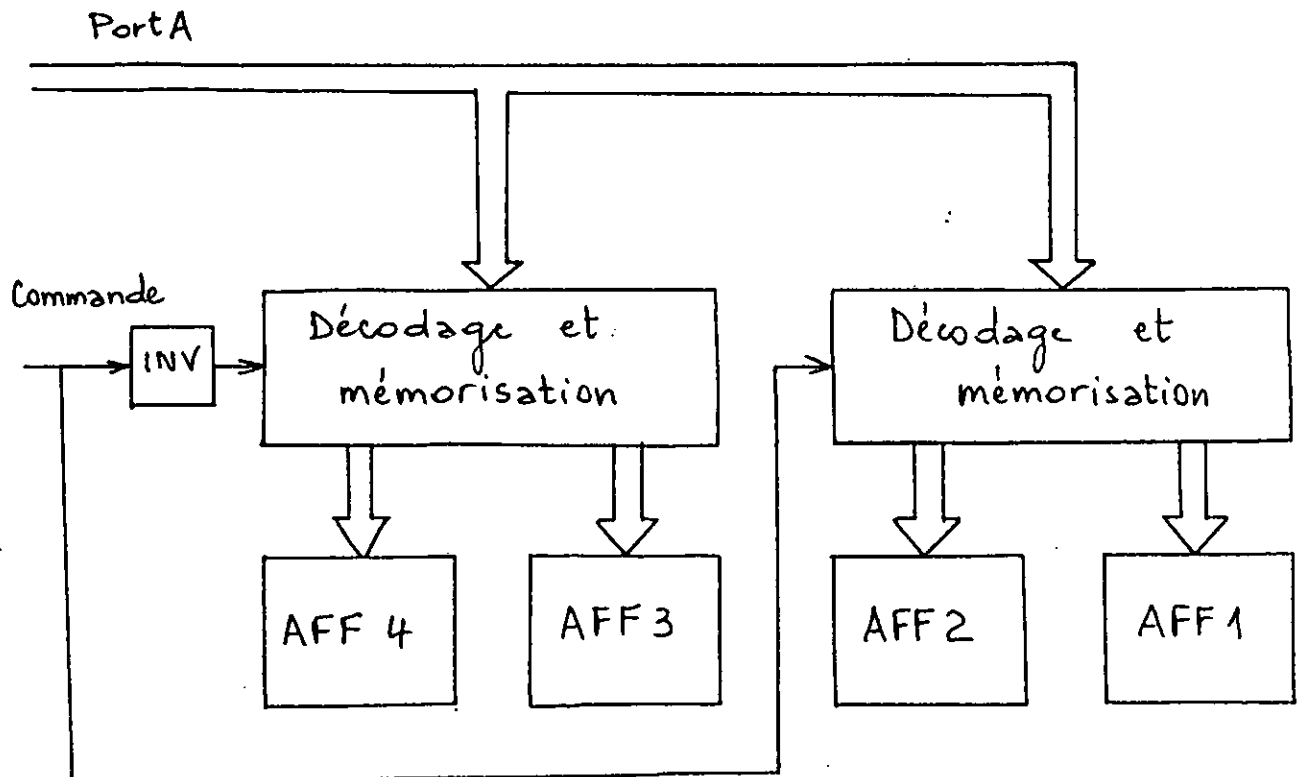


Fig 5-7 : Liaison du port A avec le bloc d'affichage.

7-COMMANDES D'ENTREES -SORTIES :

Cette partie est d'une importance particulière car elle permet le bon déroulement des opérations disponibles sans qu'aucune difficulté se pose . En fait , elle consiste soit à délivrer des signaux soit à les recevoir pour créer une bonne configuration et en même temps un très bon asservissement de la carte bâtie .

7-1-SIGNAUX DE COMMANDE :

Les signaux faisant l'objet de cette partie sont :

- 1- Le signal commandant la partie analogique (en particulier le télémètre) pour effectuer la mesure .
- 2- Le signal de réception envoyé par la partie analogique au microcontrôleur pour l'informer que la donnée est disponible .
- 3- Le signal commandant l'échantillonneur-bloqueur pour discrétiser les données analogiques .
- 4- Le signal donnant l'ordre de conversion analogique-numérique .
- 5- Le signal d'information correspondant à la fin de conversion .
- 6- Le signal délivré par le microcontrôleur demandant à l'utilisateur d'introduire le nombre de données .
- 7- Le signal d'information correspondant à la disponibilité du nombre de données .
- 8- Les trois signaux représentant le nombre disponible .
- 9- Les trois signaux correspondant aux options qui existent sur la carte .
- 10- Le signal d'horloge destiné au compteur pour le calcul de l'écart-type .
- 11- Le signal de remise à zéro du compteur .
- 12- Le signal de lecture-écriture commandant la mémoire .
- 13- Le signal destiné à la partie d'affichage pour la sélection des décodeurs .

7-2-ADAPTATION DES COMMANDES :

D'après les commandes citées , il s'avère que 16 entrées-sorties sont nécessaires pour assurer le fonctionnement de la carte . Toutefois, ce nombre doit être réduit car il n'existe que douze broches disponibles appartenant aux deux ports B et C . Une solution est de réduire les huit sorties de commande à quatre par l'intermédiaire d'un double décodeur à quatre entrées et huit sorties en disposant de huit interrupteurs digitaux , parce que les entrées d'information sont difficiles à réduire sauf pour celles ne pouvant pas être identiques . On cite ainsi, les signaux caractérisant les options disponibles et les signaux du nombre de données choisi par l'opérateur .

7-3-SELECTION DES SIGNAUX :

Le tableau suivant montre la sélection des commandes par le biais du port C et des décodeurs .

EXTENSION D'UTILISATION

PC ₃	PC ₂	PC ₁	PC ₀	SIGNAL SELECTIONNE
		0	0	Commande de la partie analogique
		0	1	Commande de l'E/B
		1	0	Commande du CAN
		1	1	Commande de l'affichage
0	0			Commande d'envoi du nombre
0	1			Commande de remise à zero du compteur
1	0			Commande de lecture-écriture mémoire
1	1			Commande de l'horloge du compteur

Ainsi , les bits du port B déterminent les signaux d'information reçus par le microcontrôleur de la manière suivante .

PB0 , PB1 : Sélection des options (acquisition , acquisition et mémorisation , calcul de moyenne et de l'écart-type) .

PB2,PB3,PB4 : donnent le nombre de données fixé par l'utilisateur .

PB5 : informe le microcontrôleur que le nombre est disponible .

PB6 : détermine le signal envoyé par la partie analogique (télémètre) .

PB7 : assure l'information de la fin de conversion .

CHAPITRE 6 :

ETUDE DE LA PROGRAMMATION

La carte d'acquisition bâtie autour du microcontrôleur est basée sur deux parties essentielles : la partie matérielle constituée des blocs précédemment cités , et la partie de programmation composée d'un grand nombre d'instructions en code machine installées dans l'EPROM du microcontrôleur mettant, ainsi , en oeuvre l'asservissement de la carte .

Cette dernière partie est primordiale étant donné qu'elle s'effectue une seule fois pour donner un fonctionnement unique et pouvant se répéter à chaque fois que l'on remet le système au début .

1-ETABLISSEMENT DES ORGANIGRAMMES :

L'extension apportée à l'utilisation de la carte a créé des options supplémentaires à la carte en général , et au calcul de moyenne en particulier . Ceci suscite un changement au niveau du programme à installer dans l'EPROM et fait appel à subdiviser l'étude des organigrammes en deux parties : l'une fait part au calcul de moyenne seul ; tandis que l'autre , elle tient compte de toutes les options qui existent .

1-1-CALCUL DE MOYENNE :

Il est à noter que l'organigramme général pour cette option est le même pour tous les nombres de données choisis par l'opérateur .

Seule la partie faisant l'objet de la division binaire par le nombre fixé change , ainsi que la répétition des opérations d'échantillonnage et mémorisation et celle de conversion analogique-numérique . On peut représenter cet organigramme par le schéma de la figure 6-1 .

1-1-1-INITIALISATION :

Pour cette option , l'initialisation concerne :

Les ports A , B et C ; les cases mémoires utilisées ; et le registre d'index .

Le port A est programmé , au début , en entrée pour recevoir la donnée par le convertisseur .

Toutefois , le port B doit être programmé une seule fois puisqu'il fait partie des commandes d'entrées-sorties .

Par ailleurs , le port C sera utilisé pour l'affichage et sera commandé en sortie . Le registre d'index IX est remis à zéro pour servir de compteur . Les adresses mémoires , en particulier , de notation X1 , X2 et X9 sont à leur tour remises à zéro pour contenir par la suite les données et les résultats . D'autres cases mémoires seront initialisées au cours du programme .

1-1-2-SAUVEGARDE DE N :

Le nombre N' reçu par trois broches du port B varie de 0 à 7 .

Il faut alors le transformer afin qu'il soit correspondant à l'exposant de 2 donnant le nombre désiré N .

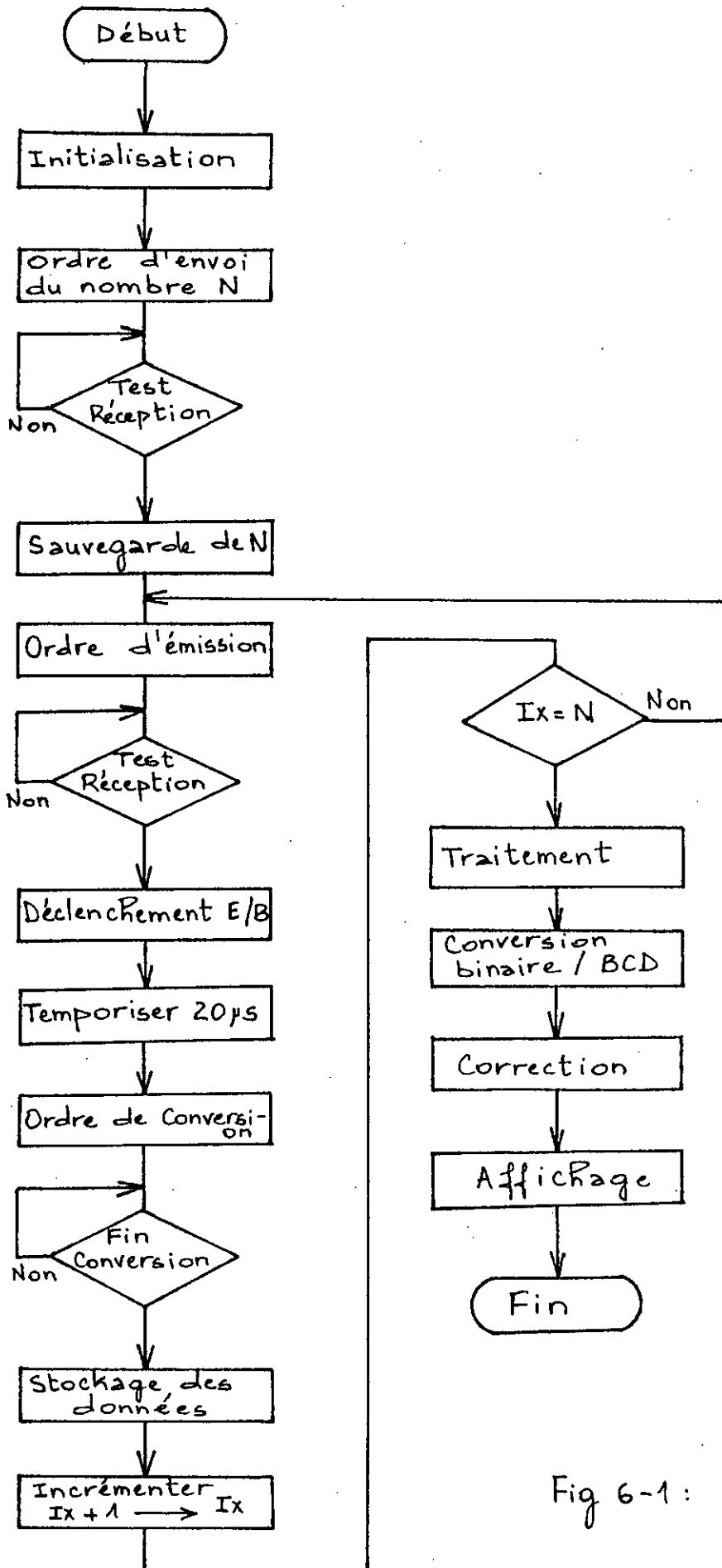
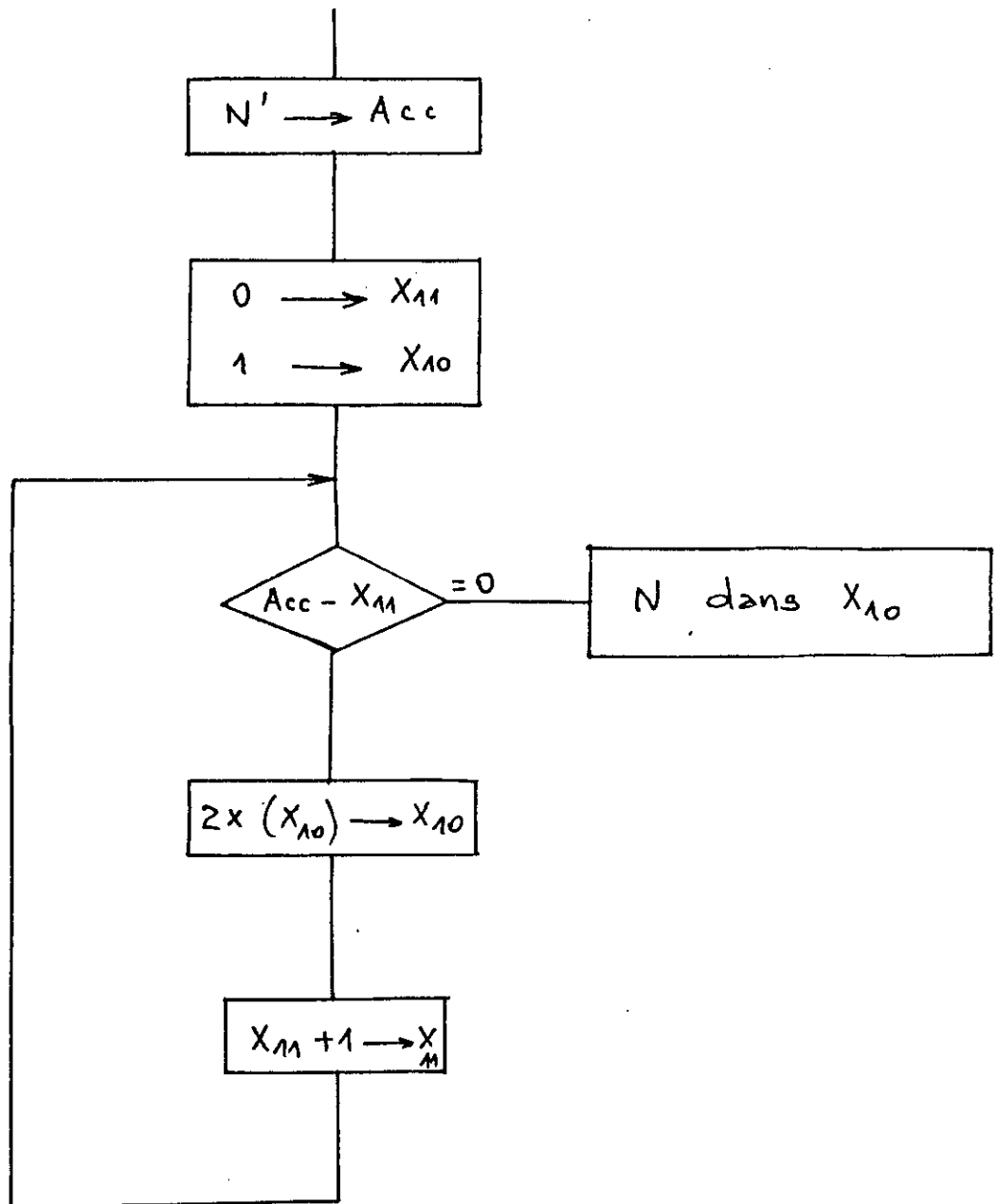
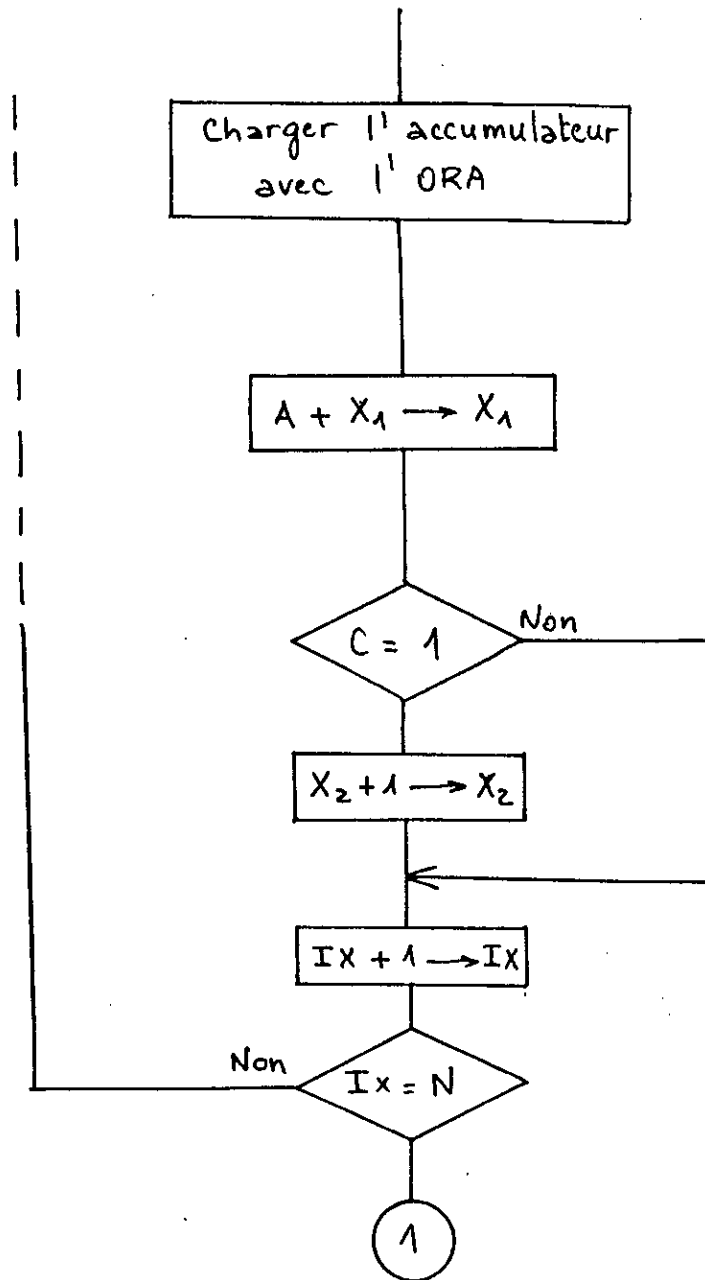


Fig 6-1: Organigramme du calcul de moyenne.



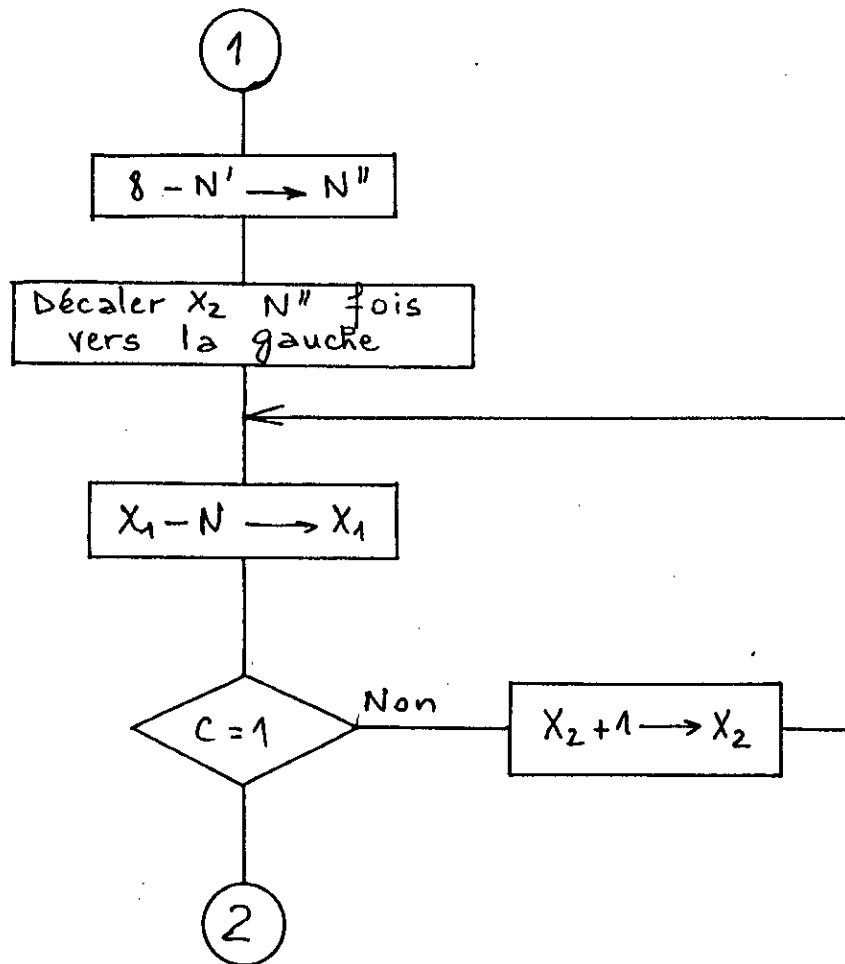
1-1-3- STOCKAGE DES DONNEES :

Cette partie consiste à charger l'accumulateur par le résultat du convertisseur et l'additionner avec celui de la case mémoire X1 pour un nombre N fixé au préalable avec utilisation de X2 en cas de dépassement de l'espace mémoire . C étant la retenue du registre de conditions de codes .



1-1-4-TRAITEMENT :

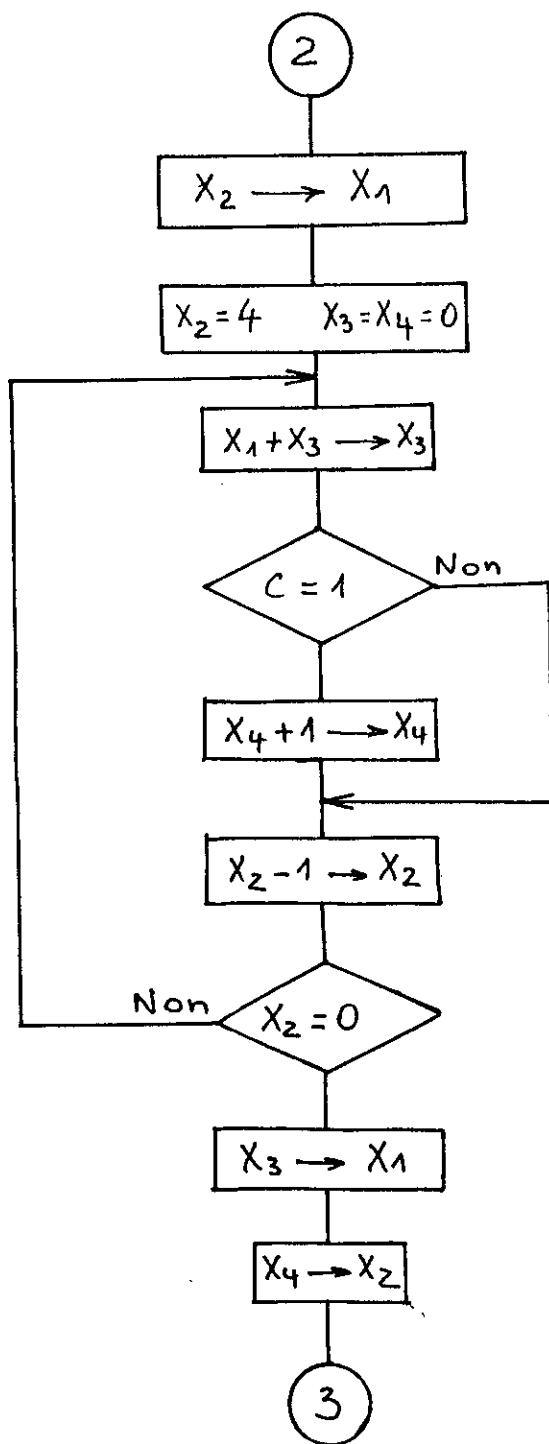
Cette partie est basée essentiellement sur la division . Etant donné que les nombres de données sont des multiples de 2 , la division sera très simple à effectuer car il s'agit d'une opération de décalage et de soustraction . Le nombre de décalage est d'autant plus important que le nombre de données est petit . Rappelons que le résultat de la somme binaire sera stocké dans les deux cases mémoires X1 et X2 . Cette dernière représente l'octet de poids le plus fort .

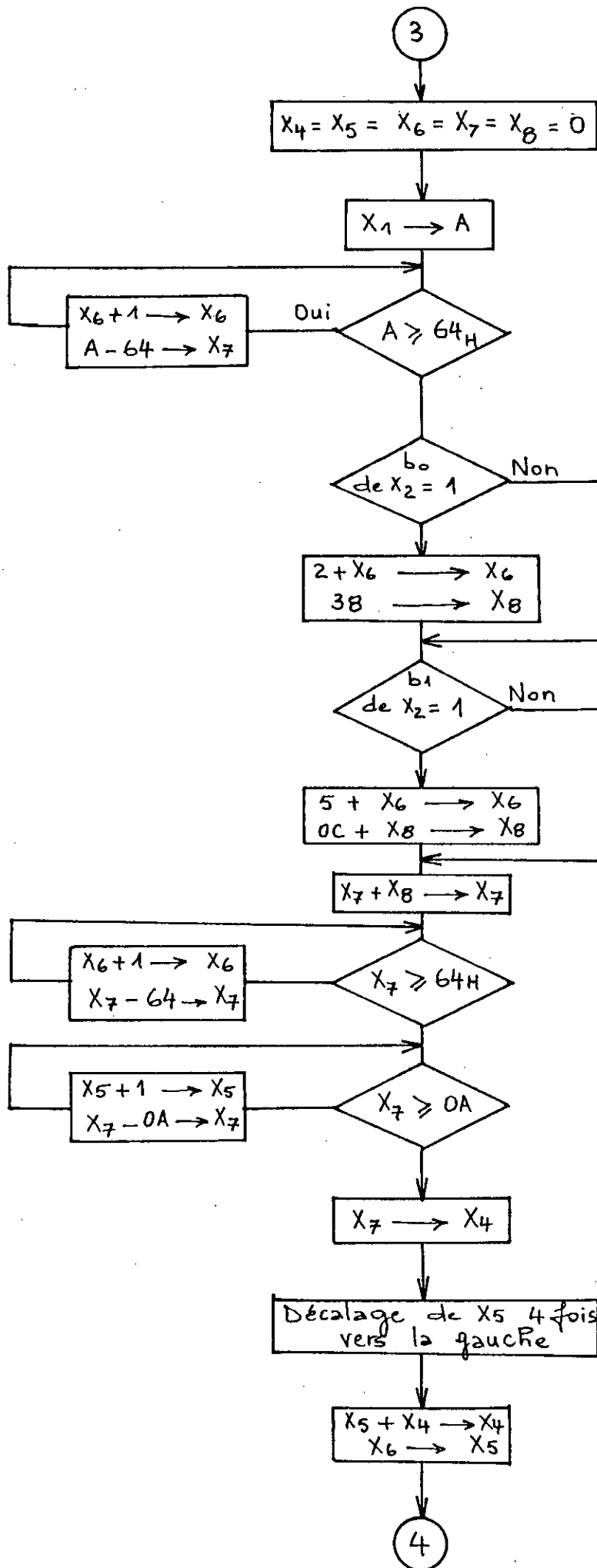


1-1-5-CORRECTION :

Avant de faire la conversion binaire-BCD , un mot (FF) correspondant à 255 représente la valeur maximale à mesurer .

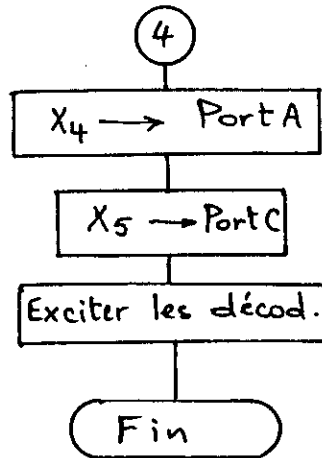
Si le télémètre mesure 10 mètres au maximum , la valeur convertie destinée aux afficheurs serait 2.55 . pour éviter ce mauvais affichage , on multiplie le nombre à afficher par 4 et on apporte une légère correction à la tension appliquée à la broche $V_{ref/2}$ du convertisseur analogique-numérique de telle manière à rendre l'affichage à 999 cm correspondant à la valeur maximale . Ceci offre , en fait , une très grande souplesse au circuit manipulé en évitant de le surcharger de composants auxiliaires . Cette correction peut se faire avant ou après la conversion binaire-BCD car le chiffre multiplicatif 4 a la même signification en hexadécimal qu'en BCD .



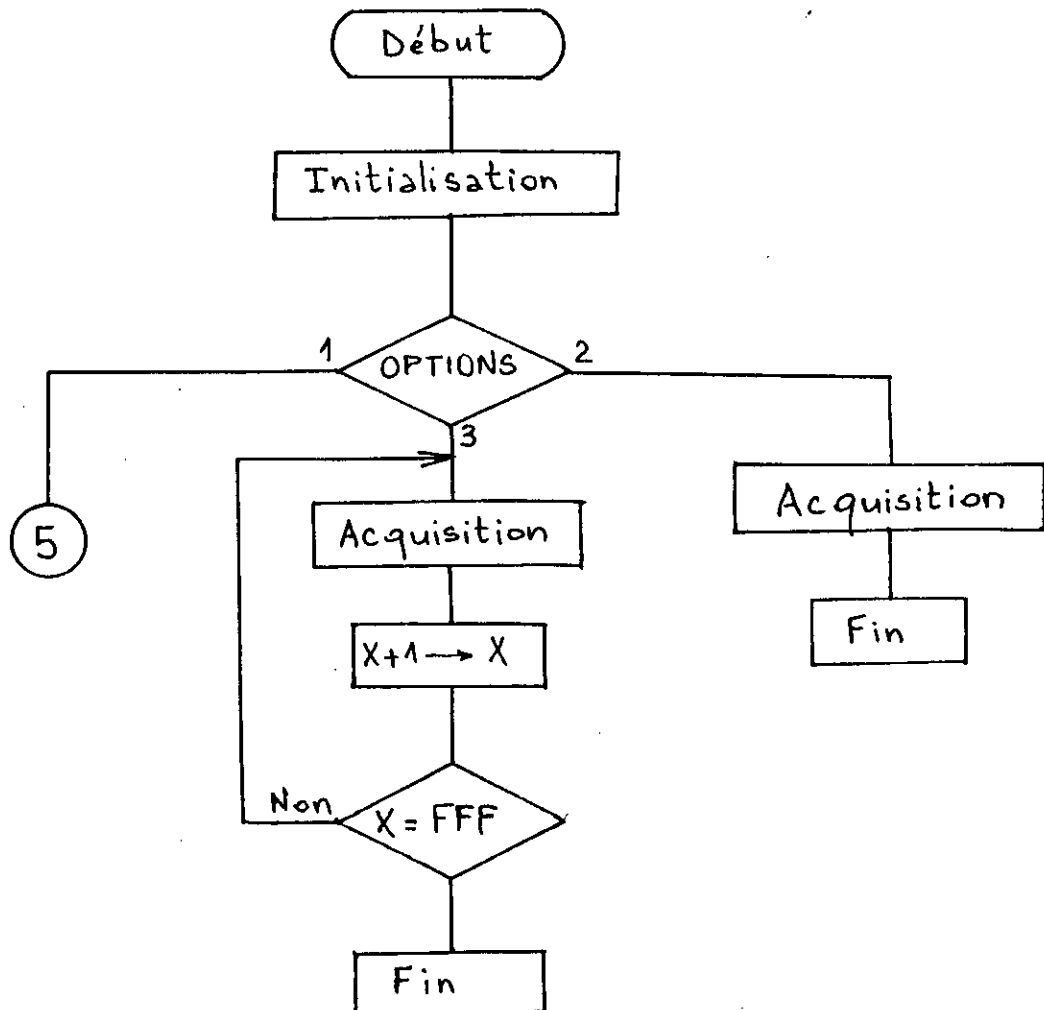


1-1-6-AFFICHAGE :

On s'aperçoit d'après la partie d'affichage que la case mémoire X4 correspond aux unités et aux dizaines du résultat . Quant à X5 , elle représente les centaines .



1-2-EXTENSION D'UTILISATION :



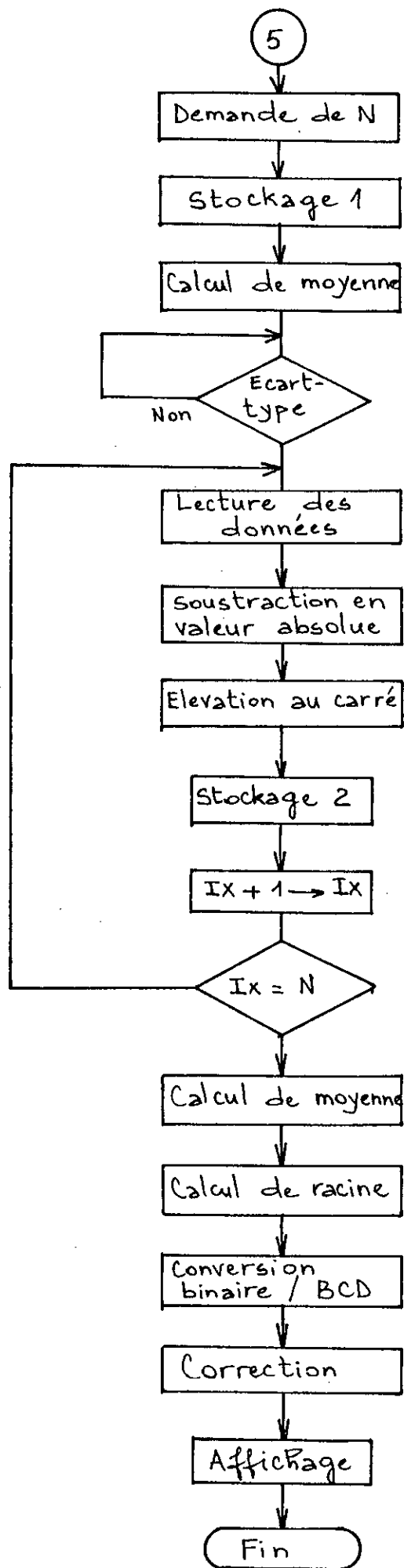


Fig 6-2 : Organigramme général relatif aux options.

La partie la plus importante est, sans doute, celle faisant l'objet du calcul de moyenne et de l'écart-type vu que les deux autres options se réduisent uniquement à l'acquisition et à la mémorisation.

La partie dite acquisition est basée sur l'échantillonnage et la conversion analogique-numérique.

Pour l'option de la moyenne et de l'écart-type, le stockage consiste à charger les cases mémoires par les données issues du convertisseur analogique-numérique.

La lecture des données se fait à chaque sélection par l'envoi du contenu d'une case mémoire vers le port d'entrée du microcontrôleur. Après avoir subi une soustraction par la valeur de la moyenne des données, le résultat sera élevé au carré pour évaluer l'écart-type.

1-2-1-CALCUL DE L'ECART-TYPE :

Pour le calcul de moyenne la formule mathématique est de la forme :

$$\eta = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i$$

Alors que celle de l'écart-type, elle est définie par :

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \eta)^2}$$

L'idéal est donc de calculer tout d'abord la moyenne.

Si l'utilisateur veut par la suite accéder à un calcul de l'écart-type, un appui sur un bouton-poussoir crée une interruption matérielle, laquelle valide le programme calculant le second paramètre dont les premières adresses se retrouvent dans le vecteur d'interruption.

1-2-2-STOCKAGE 1 :

Ce bloc est bâti sur les opérations suivantes :

- Mise en position de lecture de la mémoire extérieure .
- Remise à zéro du compteur d'adressage à zéro .
- Activation de l'opération d'acquisition .
- Mise en position d'écriture de la mémoire .
- Chargement de la mémoire avec la donnée, et faire la somme en même temps dans la mémoire du microcontrôleur .
- Mise en position de lecture .
- Incrémentation du compteur d'adressage .
- Répétition des opérations précédentes à partir de l'acquisition jusqu'à atteindre le nombre de données fixé .

1-2-3-STOCKAGE 2 :

Les opérations caractérisant cette subdivision sont les suivantes :

- Stocker le premier résultat dans deux cases mémoires .
- Faire la somme à chaque fin d'élevation au carré avec le résultat précédent .

- Le résultat de la somme étant sur quatre octets .

1-2-4-ELEVATION AU CARRE

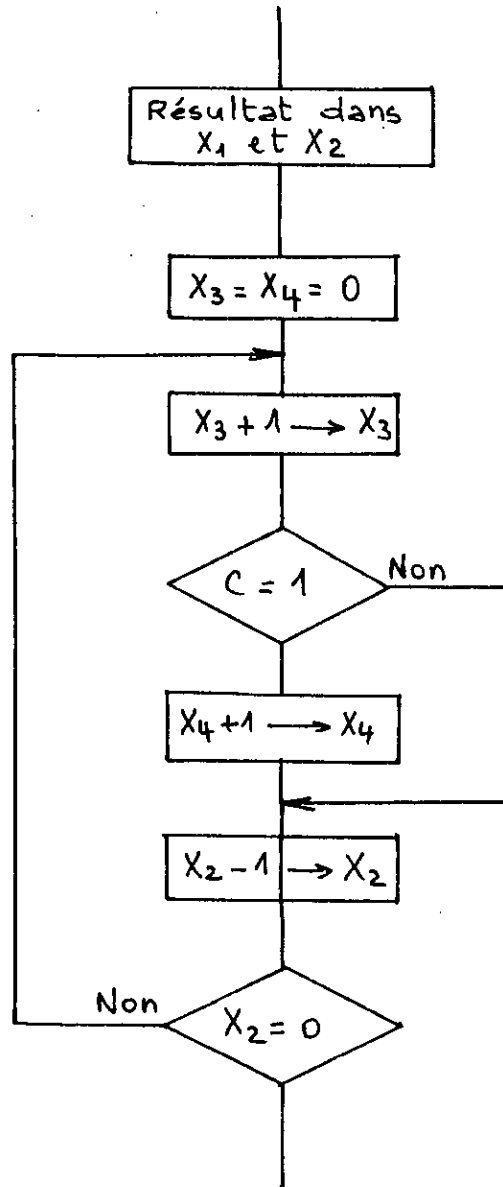


Fig 6-3 : Elevation au carré de la différence .

Comme le microcontrôleur ne possède pas des registres de 16 bits , la multiplication binaire des nombres de 8 bits pose certains problèmes de dépassement et exige une étude bien précise de l'algorithme aboutissant au résultat de l'opération (voir Fig 6-3) .

Les principales instructions se réduisent à tester les bits du nombre à élever au carré et d'utiliser des cases mémoires pour faire le stockage en effectuant des décalages vers la gauche . Le résultat final sera stocké dans les cases mémoires X3 et X4 .

1-2-5-CALCUL DE L'ECART-TYPE :

Ce calcul de la racine porte sur 2 octets, ce qui rend le résultat à un seul octet. Le calcul consiste à chercher des nombres de telle manière que le présent nombre ait une relation avec celui trouvé précédemment.

Illustrons le principe par un exemple concret.

On suppose qu'on cherche à calculer la racine du nombre 1533.

La première opération est de subdiviser le nombre en des paires tout en commençant par la droite. On obtient ainsi pour cet exemple 15 et 33. Ensuite on cherche le plus grand nombre dont le carré ne dépasse pas 15 et on le soustrait de 15. On trouve que 3 satisfait cette condition et on conclut que ce nombre trouvé représente le chiffre du poids le plus fort du résultat de la racine. Le reste de la soustraction est égal à 6. Puis, on fait descendre 33 pour former le nouveau nombre qui est 633.

A ce moment, on double le nombre précédemment trouvé 3 et l'utiliser pour déterminer le reste du résultat x de la racine vérifiant l'inégalité suivant : $6x \cdot x < 633$. Le calcul donne x égal à 9 avec un reste de soustraction. Finalement, la partie entière du résultat de la racine est le nombre 39.

Cet exemple est représenté par le schéma de la figure 6-4.

$ \begin{array}{r} 1533 \\ \underline{9} \\ = 633 \\ - 621 \\ \hline = 12 \end{array} $	$ \begin{array}{r} 39 \\ \hline 6 \cdot x \\ \hline 69 \times 9 \end{array} $
--	---

Fig 6-4 : Exemple d'un calcul de racine.

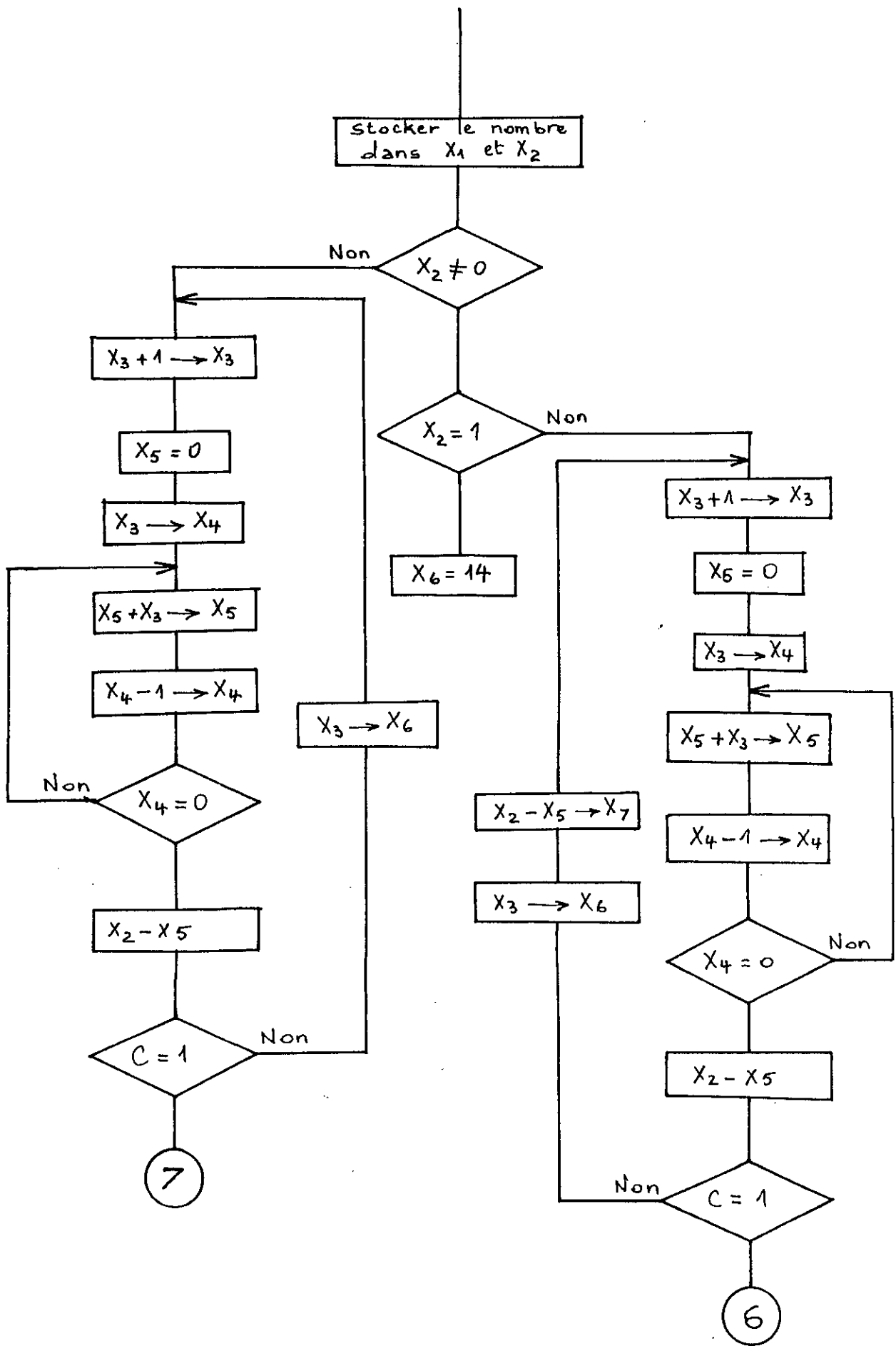
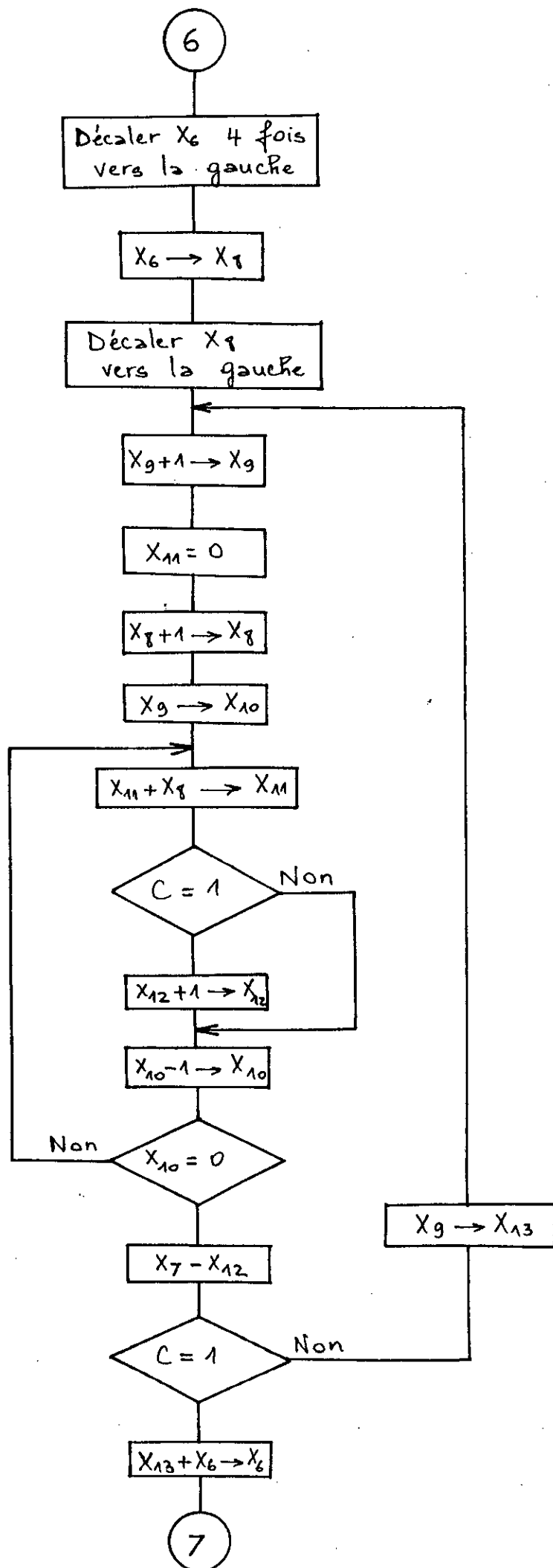


Fig 6-5: Synoptique du calcul de la racine.

Suite du
calcul de la
racine.



CHAPITRE 7 :

CALCULS PRATIQUES :

La mise en oeuvre de la carte d'acquisition nécessite un bon choix des limites de variation pour lesquelles les valeurs des composants et d'autres paramètres doivent s'y trouver .

D'autre part , le calcul des erreurs présentées au niveau de chaque étage est si important dans la mesure où on voudrait estimer la précision du système et par conséquent , aboutir à ses performances et qualités .

Toutefois , le calcul théorique reste insuffisant pour atteindre les résultats désirés à cause des paramètres incontrôlables et qui influent sur les composants utilisés tels que : les fuites , la variation de température . . . etc .

1-ETAGE D'ECHANTILLONNAGE :

1-1CHOIX DE LA TENSION D'ALIMENTATION :

Le constructeur du LF 398 note que ce circuit garde ses performances et ses caractéristiques dans le cas où on respecte la condition d'inégalité consistant à la dépendance entre la tension d'alimentation V_{cc} et la tension d'entrée analogique V_e :

$$V_{cc} + 3,5V \leq V_e \leq V_{cc} - 3,5V$$

Les tensions d'entrée qui peuvent être reçues par le télémètre ne dépassent pas la limite de 2V . Ceci exige une tension d'alimentation minimale de 5.5V .

Sur le plan technique , cette tension est rarement utilisée . L'idéal est d'appliquer une tension normalisée de 12 V et l'exploiter pour d'autres composants qu'ils la nécessitent car il n'existe une autre tension que celle de 5 V .

1-2-REGLAGE DE LA TENSION DE DECALAGE :

Cette opération s'effectue par application d'une tension voisine de celle alimentant l'échantillonneur -bloqueur car la tension de décalage produite ne peut dépasser la dizaine de microvolts .

Cette contrainte nécessite une faible variation de la tension appliquée à la deuxième broche du LF 398 (voir CHAPITRE 2) , lorsque l'on désire ajuster la résistance variable destinée au réglage voulu .

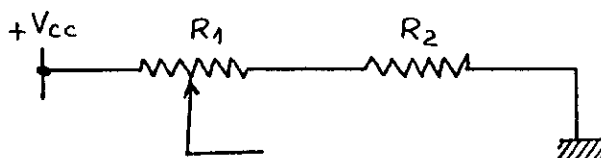


Fig 7-1 .

Ainsi , si on fixe le minimum de tension à la broche 2 égal à 95 % de la tension d'alimentation , un multitours de 1kΩ suffit bien largement pour le réglage .

On détermine , par conséquent , la valeur de R_2 .

$$\text{Donc , } \frac{R_2}{R_2 + R_1} = 0,95 \Rightarrow 0,95(R_2 + R_1) = R_2$$

$$\text{Soit : } R_2 = \frac{0,95}{0,05} R_1 = 19\text{k}\Omega \text{ (22k}\Omega\text{: Valeur normalisée)}$$

$$\boxed{R_1 = 1\text{k}\Omega}$$

$$\boxed{R_2 = 22\text{k}\Omega}$$

1-3-ESTIMATION DES ERREURS :

D'après ce qui a été donné en CHAPITRE 2 , le condensateur Ch qui sert à mémoriser l'échantillon reçu a une valeur de 4.7 nF pour assurer un temps d'acquisition de 15 microsecondes .

En observant la figure la figure du taux de perte , on tire :

$$\frac{\Delta V}{\Delta t} = 6.10^{-3} \text{ V/sec} \Rightarrow \Delta V = 6.10^{-3} \Delta t$$

Or Δt représente le temps mis pour que le convertisseur puisse transformer l'échantillon d'entrée sous une forme numérique .

Ce temps est , sans doute , la durée de conversion et qui vaut presque 100 microsecondes .

$$\text{Donc : } \Delta V = 610^{-3} . 10^{-4} \text{ V}$$

$$\text{soit : } \boxed{\Delta V = 6.10^{-4} \text{ mV}}$$

On remarque donc que la valeur du condensateur n'influe pas énormément sur l'erreur liée aux pertes .

L'erreur globale que présente l'échantillonneur est la somme de celle de décalage avec le taux de pertes .

$$\text{Soit } E_{\text{echa}} = 10\text{mV} + 6.10^{-4} \text{ mV}$$

$$\text{D'où : } E_{\text{echa}} \approx 10\text{mV}$$

2-ETAGE DE CONVERSION :

2-1-CALCUL DE L'HORLOGE :

Les applications utilisant l'ADC 804 nécessitent un signal d'horloge pour activer l'opération de conversion d'une part , et d'estimer la durée pour la faire d'autre part .

Pour cela , soit on associe au circuit un réseau RC , soit on envoie un signal en train d'impulsions à l'une des broches indiquées sur le schéma de la figure 7-2

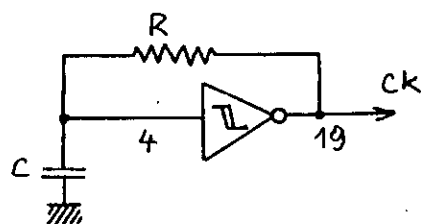


Fig 7-2.

La première proposition reste la plus simple à faire car , non seulement elle est moins coûteuse , elle permet de jouer sur le temps de conversion .

Les contraintes imposées sont : $f = \frac{1}{1,1RC}$ avec $R \approx 10 \text{ K}\Omega$ tout en gardant la valeur minimale de C à 50 pF .

Si on désire une durée de conversion de 64 microsecondes près , C aura pour expression : $C = \frac{1}{1,1Rf}$

Soit : $C = 91 \text{ pF}$ ou $C = 100 \text{ pF}$

2-2-CALCUL DES RESISTANCE :

Les tensions de référence destinées à localiser les données sont caractérisées alors par $V_{ref/2}$ (valeur maximale) et $V_{IN}^{(-)}$ (valeur minimale pour laquelle le résultat est nul) ; ces tensions peuvent être obtenues à partir d'un choix des résistances ajustables et fixes (voir schéma de la figure 7-3) .

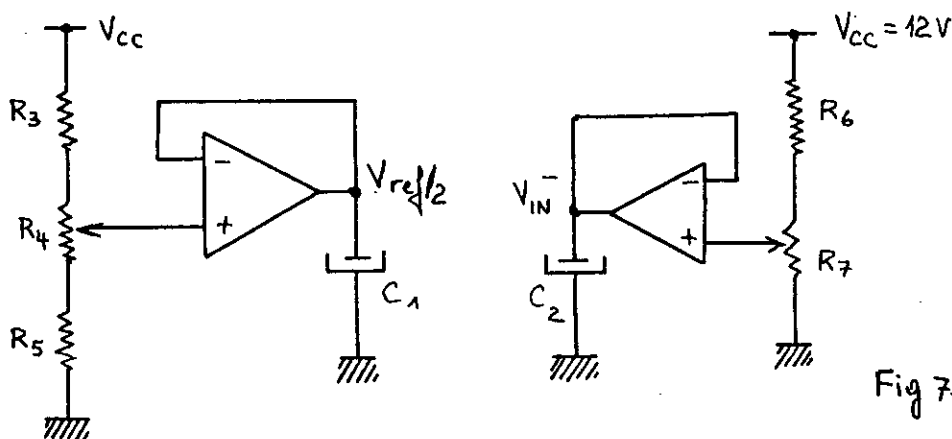


Fig 7-3.

Les amplificateurs linéaires sont associés au schéma pour ne pas charger le convertisseur par les résistances .

Ainsi ,

$$V_{IN}^{(-) \text{ min}} = 0V \quad \text{et} \quad V_{IN}^{(-) \text{ max}} = \frac{R_7}{R_7 + R_6} V_{cc}$$

$$V_{ref/2} \text{ min} = \frac{R_5}{R_3 + R_4 + R_5} \quad \text{et} \quad V_{ref/2} \text{ max} = \frac{R_4 + R_5}{R_3 + R_4 + R_5}$$

CALCULS PRATIQUES

Pour pouvoir faire un réglage précis et correct les résistances ajustages R_4 et R_7 sont de 1K multitours .

La tension $V_{IN}^{(-)}$ correspond à la saturation d'un transistor , soit de 200mV .

Prenons $V_{IN}^{(-)max} = 500mV$.

$$\text{Donc : } \frac{R_7}{R_7 + R_6} = \frac{0,5}{12} \Rightarrow R_6 = \frac{11,5}{0,5} R_7 = 23k\Omega$$

ou en normalisant le résultat $R_6 \approx 22k\Omega$

La tension maximale à la sortie du télémètre est , avec précision , de 1.75V . Pour pouvoir atteindre cette valeur particulière , on choisit une marge de variation pour la tension $V_{ref}/2$.

On pose : $V_{ref/2}^{min} = 1,4V$ et $V_{ref/2}^{max} = 2V$

$$\text{Alors : } \frac{R_5}{R_3 + R_4 + R_5} = \frac{1,4}{12} \text{ et } \frac{R_4 + R_5}{R_3 + R_4 + R_5} = \frac{1}{6}$$

$$\text{Donc : } \frac{R_4 + R_5}{R_5} = \frac{2}{1,4} \Rightarrow R_5 = \frac{7}{3} \quad R_4 = 2,3k\Omega$$

et on tire : $R_3 = 5(R_4 + R_5) = 16,5 k\Omega$

Pour normaliser les résultats obtenus on prend :

$$\boxed{R_4 = 2,2k\Omega}$$

$$\boxed{R_3 = 15k\Omega}$$

Et par conséquent , on augmente la bande de variation de la tension correspondante au maximum de mesure .

2-3-EVALUATION DES ERREURS :

La résolution du convertisseur ADC 804 est de 8 bits , ce qui permet d'avoir le plus petit incrément égal selon la relation suivante :

$$\boxed{q = \frac{V_{ref/2}}{2^8}} \text{ à la valeur } 6.83mV$$

Soit : $\boxed{q = 6,83mV}$

Par ailleurs , l'erreur que présente le convertisseur est de $1q$.
alors :

$$E_{con} = 6,83mV$$

3-ETAGE DU MICROCONTROLEUR :

3-1-ERREUR DU CALCUL DE MOYENNE :

Cette erreur provient du fait que lors du traitement , et à la fin d'une soustraction effectuée entre l'octet de poids faible et le nombre de données choisi , un reste de l'opération représente la marge entre le résultat obtenu et celui devant

CALCULS PRATIQUES

être reçu . Cette erreur est au maximum égal au nombre de données fixé par l'opérateur . Considérons le cas où on atteint le maximum d'erreurs, l'incertitude absolue commise serait équivalente à la moitié d'un quantum du convertisseur .

$$E_{mic} = 3,41 \text{ mV}$$

D'après ce qui a été présenté l'erreur globale du système est alors , la somme de toutes les erreurs commises au niveau de chaque étage .

$$\text{Donc : } E_{Tot} = E_{ech} + E_{con} + E_{micro}$$

$$\text{Par conséquent , } E_{Tot} = 20,24 \text{ mV}$$

$$\text{Ainsi ; l'erreur relative est : } E_{rTot} = \frac{20,24}{1,75} 10^{-3}$$

$$\text{Soit } E_{rTot} = 1,1 \%$$

On remarque que la précision du système est pratiquement satisfaisante même si l'erreur de décalage est entièrement commise .

Si le télémètre associé à la carte mesure au maximum 10m , l'erreur absolue résultante serait :

$$x = 11 \text{ cm}$$

Cette erreur peut être évitée lorsqu'on règle la tension correspondante au maximum de mesure mettant en évidence l'étalonnage du système général et pouvant donner des mesures précises et correctes .

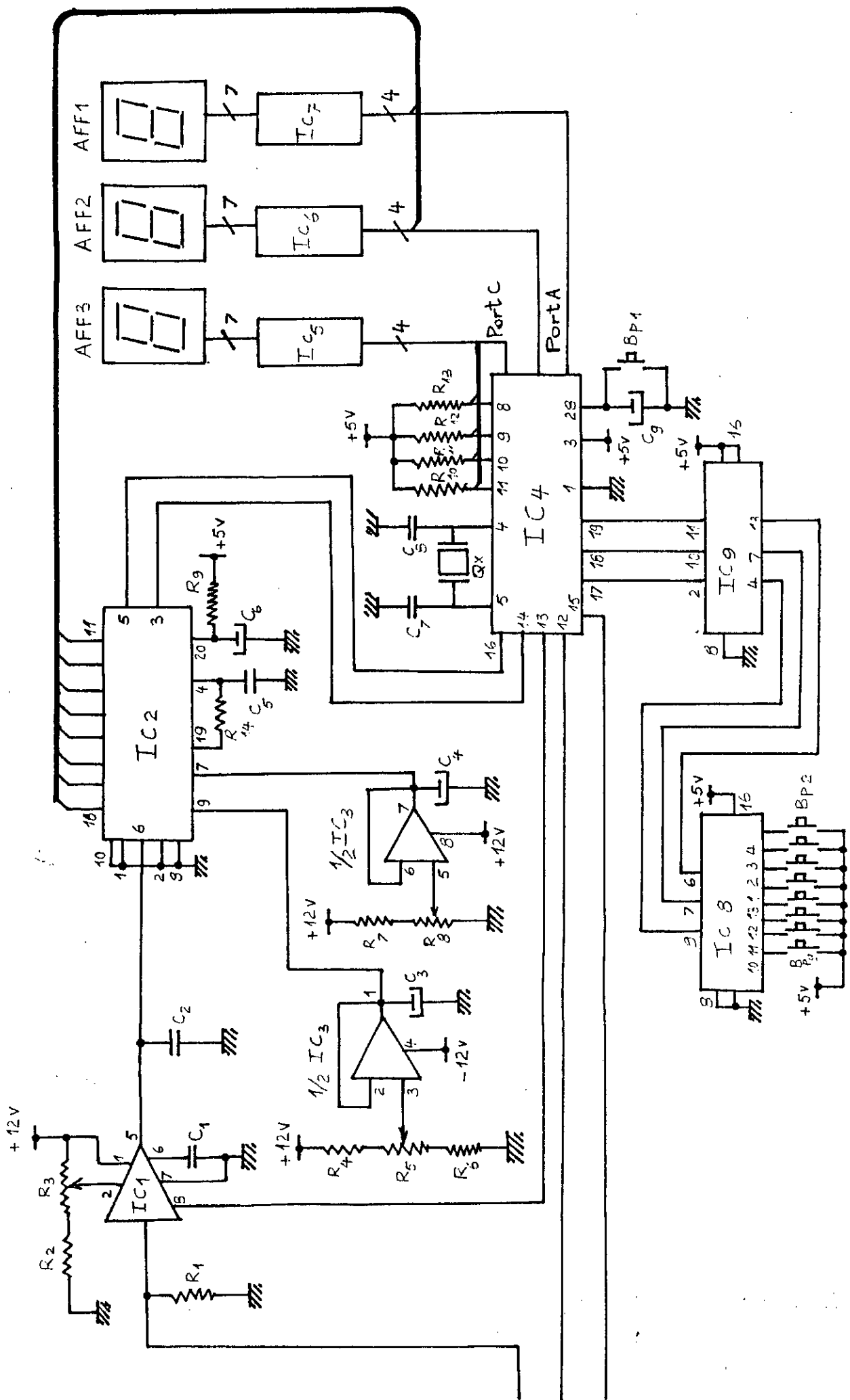


Fig7-4: Schéma développé de la carte d'acquisition.

Listes des composantes

Résistances(1/4 W)

R₁: 1k Ω
R₂, R₇: 22k Ω
R₄: 18k Ω
R₆: 2,2k Ω
R₉: 1k Ω
R₁₀, R₁₁, R₁₂, R₁₃ : 470k Ω
R₁₄ : 10k Ω
R₃, R₅, R₈ : 1k Ω ajustable multitours

Condensateurs

C₁ : 4,7 nF
C₂ : 100 nF
C₃, C₄ : 1 μ F/16V
C₅ : 150pF
C₆, C₉ : 2,2 μ F/10V
C₇ : 27pF
C₈ : 15pF

Circuits Intégrés

IC₁ : LF 398
IC₂ : ADC 804
IC₃ : LM 358
IC₄ : 68705 P3S
IC₅, IC₆, IC₇ : 74 LS 47
IC₈: 4532
IC₉ : 4042

Divers

AFF₁ à AFF₃: afficheurs 7 segments à anode commune.
Supports à souder pour circuits intégrés: 1x28 broches, 1x20 broches,
5x16 broches, 2x8 broches.
1 support à souder 28 broches à force d'insertion nulle.
9 boutons - poussoirs (type D6)

CONCLUSION

La réalisation de la carte d'acquisition permet de supprimer une perte d'information de 40% environ à la sortie du télémètre laser.

Toutefois, la rapidité de traitement est suffisante pour avoir une lecture adéquate. Mais, elle ne serait pas performante si la carte est associée à des dispositifs exigeant une vitesse importante.

Ceci revient à l'utilisation des composants qui constituent les différentes parties de cette carte.

Lorsqu'il s'agit d'accroître la vitesse de traitement, l'insertion des composants performants est quasiment nécessaire pour une amélioration de l'acquisition avec un gain d'information élevé. On apporte ainsi, une extension d'utilisation rendant la carte d'usage général.

Pare ailleurs, cette carte à base du microcontrôleur cité peut être utilisée dans d'autres applications qui n'exigent pas une grande rapidité de traitement.

ANNEXE 1

CARACTERISTIQUE D'ECHANTILLONNAGE ET MEMORISATION

1-DEFINITION DES TERMES ESSENTIELS :

PAS DE BLOCAGE :

C'est le pas de tension à la sortie de l'échantillonneur-bloqueur lors du passage du mode d'échantillonnage au mode de blocage avec une tension d'entrée analogique continue .

TEMPS D'ACQUISITION :

Le temps requis pour acquérir une nouvelle tension d'entrée analogique avec un pas de sortie de 10V .

ERREUR DU GAIN :

C'est le rapport entre les variations de la tension d'entrée et celles de la tension de sortie en mode d'échantillonnage exprimé en pourcentage .

TEMPS D'ETABLISSEMENT DE BLOCAGE :

C'est le temps requis pour l'établissement de la sortie à l'intérieur de 1mV de la valeur finale après le signal de commande de blocage .

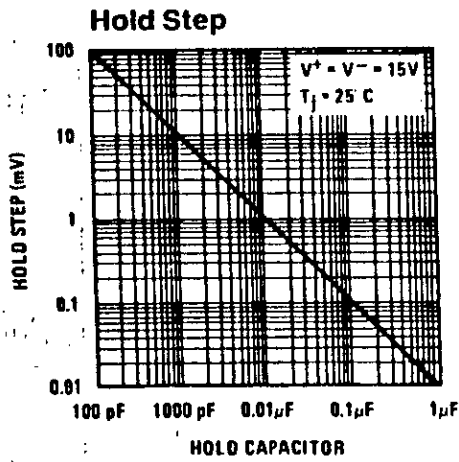
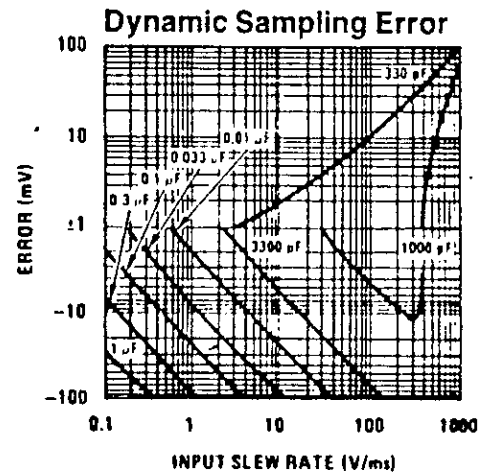
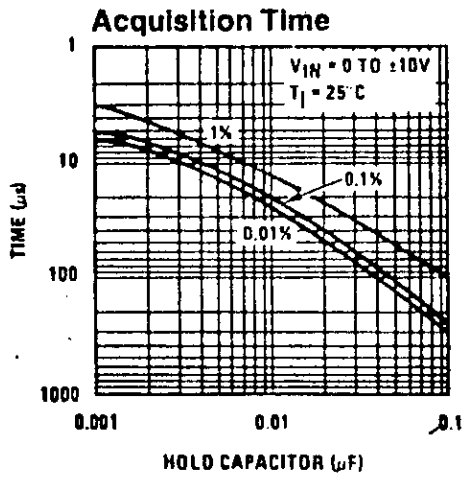
ERREUR D'ECHANTILLONNAGE DYNAMIQUE :

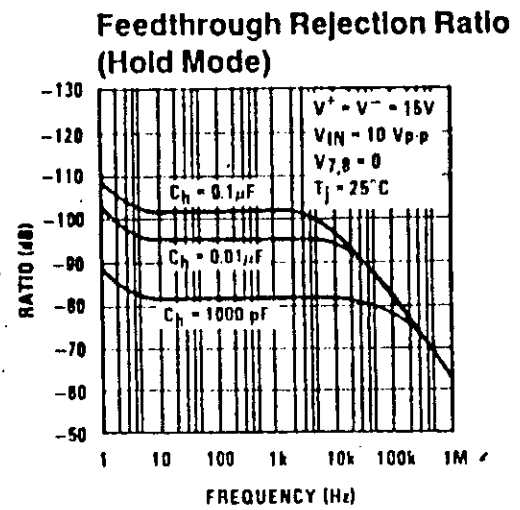
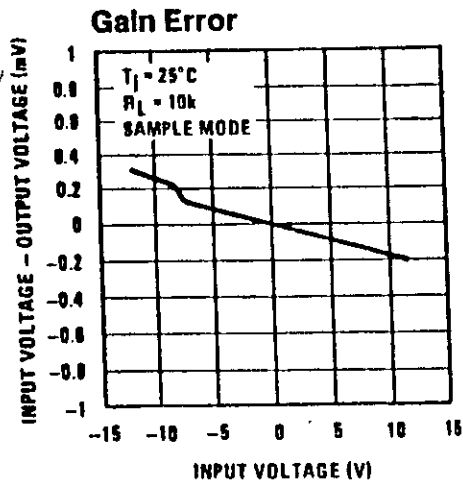
C'est l'erreur introduite dans la tension de sortie durant la période de blocage

TEMPS D'OUVERTURE :

C'est le délai requis entre la commande de maintien et une transition analogique d'entrée .

CARACTERISTIQUE D'ECHANTILLONNAGE ET MEMORISATION





2-VALEURS TYPIQUES :

Tension de décalage : 2mV .

Impédance d'entrée : $10^{10} \Omega$

Erreur du gain : 0.004 % .

Rapport d'isolation : 90 dB à 1KHz .

Impédance de sortie : 0,5 Ω

Pas de blocage : 1mV .

Temps d'acquisition : 4 μs avec $C_h = 1000\text{pF}$
 20 μs avec $C_h = 0,01\mu\text{F}$

ANNEXE 2

PROCEDURE DE CONVERSION ANALOGIQUE-NUMERIQUE

1-PRINCIPAUX TYPES DE CONVERTISSEURS :

1-1-LES CONVERTISSEURS A CHARGEMENT DE CAPACITE :

1-1-1-CONVERTISSEUR TENSION-FREQUENCE :

La tension V_x à convertir est appliquée à l'entrée d'un intégrateur (Fig A2-1). Le condensateur C se charge et lorsque la tension V_c atteint la tension de référence V_{ref} , le comparateur bascule entraînant une décharge rapide de la capacité. Le cycle recommence de nouveau. Pendant la charge, V_c est de la

forme :
$$V_c = -\frac{V_x}{R_c} t$$

Elle est représentée par une courbe en dents de scies dissymétriques dont la fréquence est proportionnelle à la tension V_x (Fig A2-2).

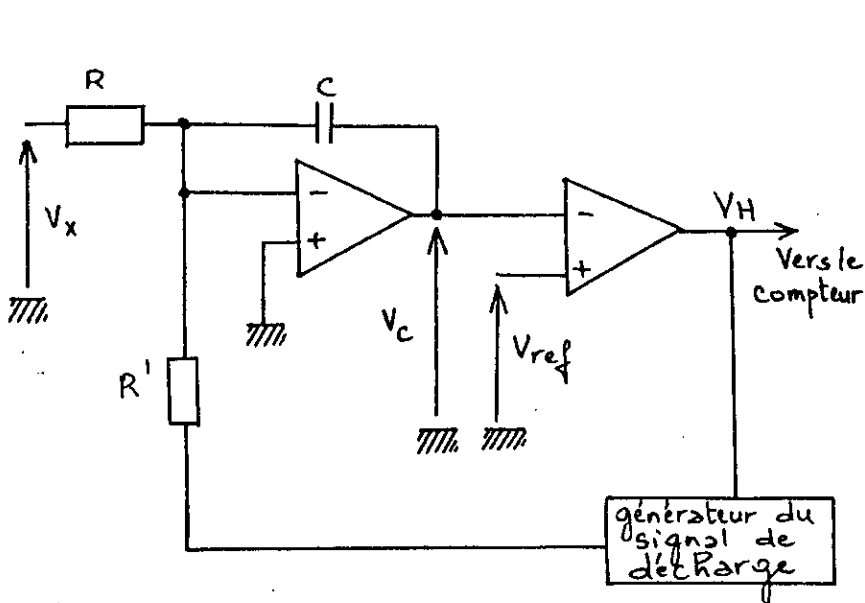


Fig A2-1: schéma du C. tension-fréquence.

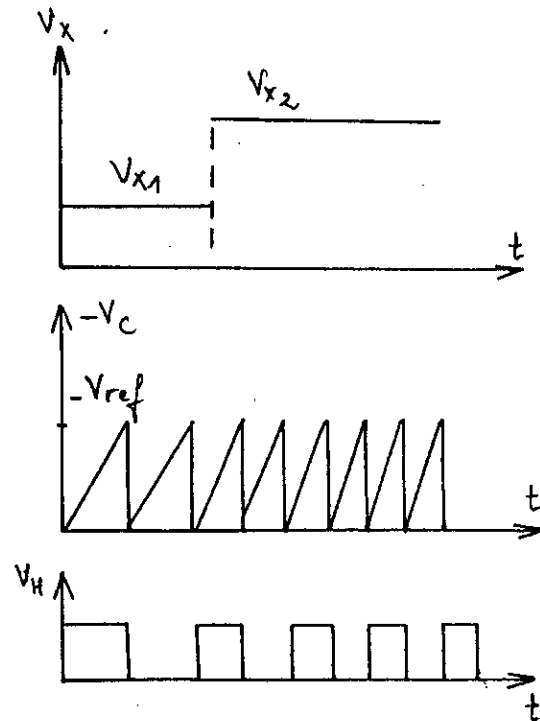


Fig A-2-2: Signaux associés.

1-1-2- CONVERTISSEUR TENSION-TEMPS :

a-CONVERTISSEUR SIMPLE RAMPE :

Une horloge fournit à un intégrateur une série d'impulsions entraînant une accumulation de charges dans la capacité C (Fig A2-3). Lorsque V_c atteint V_x , la porte de commande se ferme. Le nombre d'impulsions enregistrées par le

PROCEDURE DE CONVERSION ANALOGIQUE-NUMERIQUE

compteur est proportionnel à la durée nécessaire à l'arrêt du comptage (Fig A2-4).

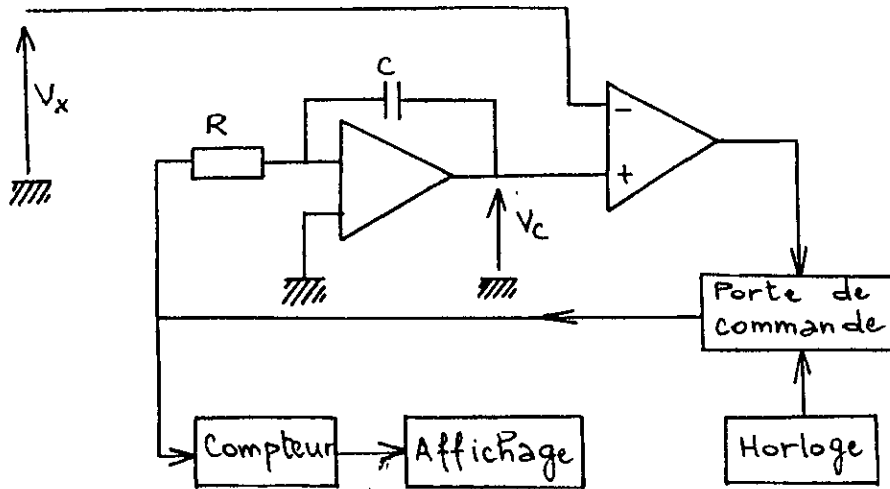


Fig A 2-3 : Schéma d'un CAN simple rampe.

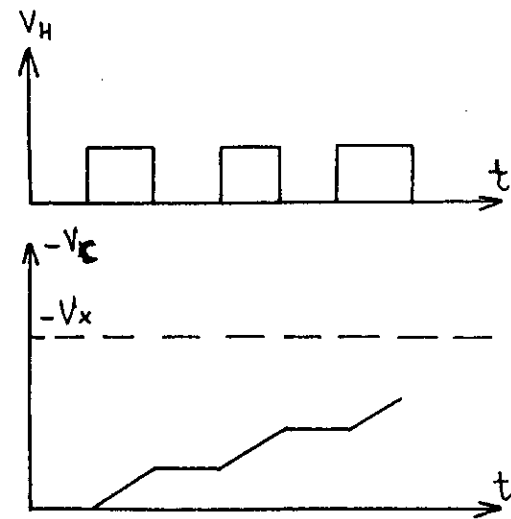


Fig A2-4 : Signaux associés.

b- CONVERTISSEUR DOUBLE RAMPE :

Il consiste en la charge du condensateur C pendant une durée connue T . Il est ensuite déchargé par application de la tension de référence V_{ref} à l'entrée de l'intégrateur (Fig A2-5). La mesure du temps t_1 mis pour que V_c redevienne nulle correspond à un nombre d'impulsions proportionnel à V_x (Fig A2-6).

$$\text{Ainsi ; } -V_c = V_x \frac{t}{RC} = V_T + V_{ref} \frac{t-T}{RC}$$

$$V_T = V_x \frac{T}{RC} = -V_{ref} \frac{t_1}{RC} \Rightarrow V_x = -V_{ref} \frac{t_1}{T}$$

Le résultat de la conversion ne dépend plus alors de la fréquence de l'horloge ni de la valeur du condensateur C . Les parasites éventuellement superposés à V_x sont intégrés sur toute la durée T .

PROCEDURE DE CONVERSION ANALOGIQUE-NUMERIQUE

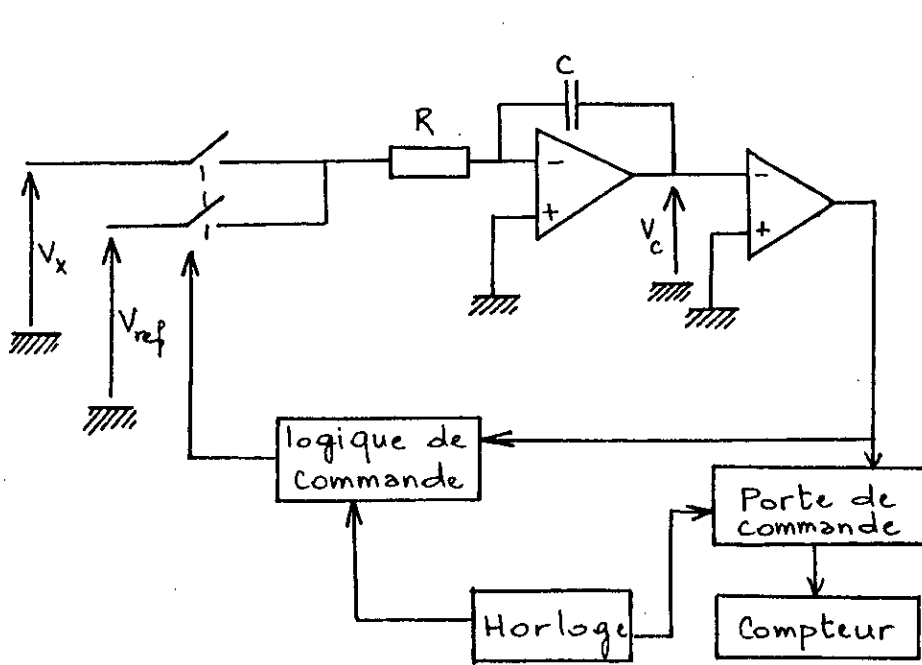


Fig A 2-5 : Schéma du double rampe.

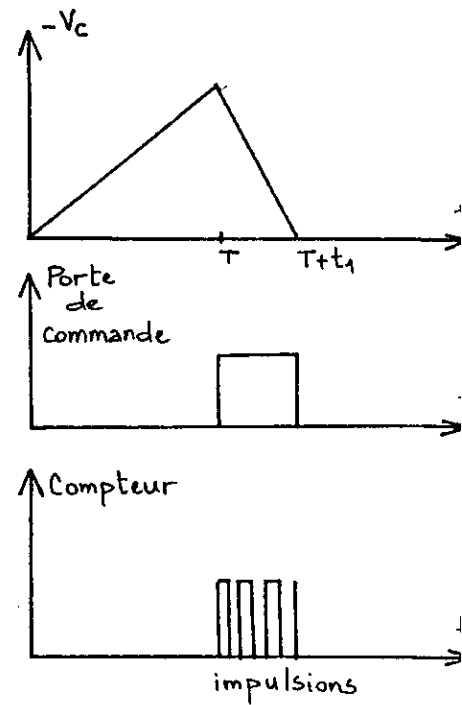


Fig A 2-6 : Signaux.

1-2- LES CONVERTISSEURS A COMPARAISON DIRECTE :

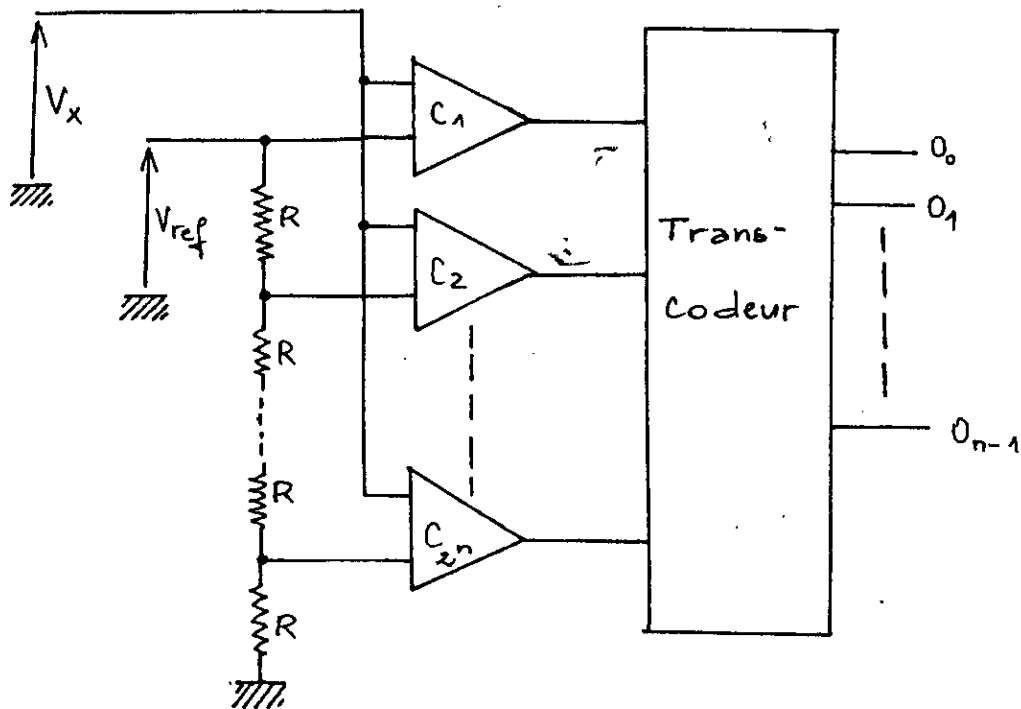


Fig A 2-7 : Schéma d'un convertisseur parallèle (FLASH).

PROCEDURE DE CONVERSION ANALOGIQUE-NUMERIQUE

1-2-1-CONVERTISSEUR PARALLELE :

La tension maximale à convertir est quantifiée . Pour cela , à partir d'une source de tension de référence , on synthétise tous les niveaux possibles correspondant à chacun des mots binaires .

On compare ensuite toutes ces tensions simultanément (en parallèle) à la tension à convertir en utilisant autant de comparateurs qu'il est nécessaire (Fig A2-7) .

Chaque sortie relative à chaque comparateur sera considérée comme une entrée du transcodeur qui présente à son tour un nombre réduit de broches de sortie .

Pour pouvoir convertir des tensions avec des mots de n bits , il est recommandé de disposer de comparateurs et d'un transcodeur à entrées et n sorties .

1-2-2-CONVERTISSEUR SERIE :

On génère les tensions correspondant à toutes les combinaisons possibles, mais leur comparaison est faite au fur et à mesure de leur élaboration (processus série) . On s'arrête lorsqu'on obtient l'égalité des tensions . La durée de ces opérations est relativement longue mais ce type de convertisseurs n'exige pas un nombre important de composants (Fig A2-8) .

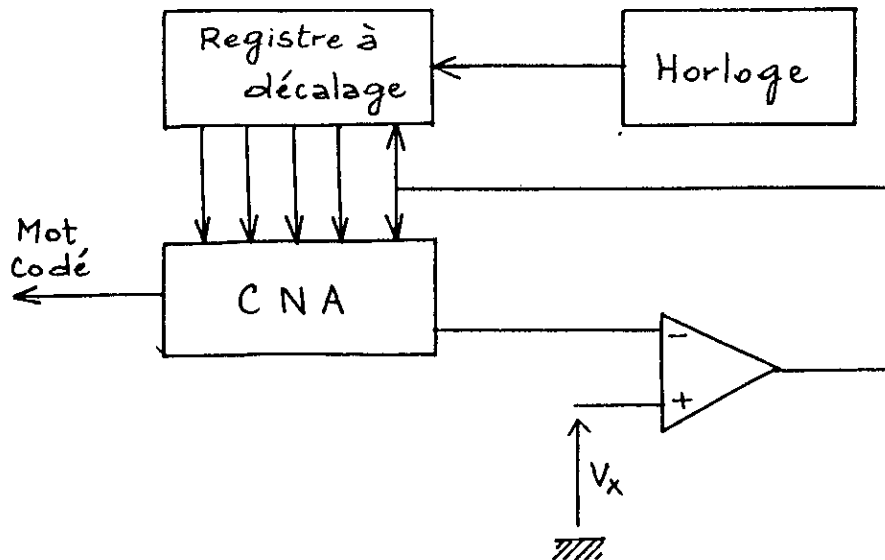


Fig A 2-8 : Schéma d'un convertisseur série .

1-2-3- CONVERTISSEUR PAR APPROXIMATIONS SUCCESSIVES :

Ce type de convertisseurs est basé sur une opération de comparaison dont le nombre est fixé par la résolution du convertisseur utilisé (nombre de bits) . En fait , grâce à un registre à décalage on compare la tension à convertir aux différents tensions qui existent correspondant aux bits utilisés . L'avantage de ce

PROCEDURE DE CONVERSION ANALOGIQUE-NUMERIQUE

convertisseur est son temps de conversion fixe indépendamment de la tension à convertir (voir CHAPITRE 3) .

2-DEFINITION DES TERMES ESSENTIELS :

TEMPS DE CONVERSION :

Le temps requis pour une opération complète effectuée par le convertisseur analogique-numérique .

RESOLUTION :

Pour les convertisseurs , la résolution est normalement exprimée en bits , où le nombre des niveaux analogiques est égal à

Une résolution de 8 bits par exemple , correspond à 256 niveaux .

TEMPS D'ETABLISSEMENT :

C'est le temps qu'à partir d'un chargement dans le code d'entrée jusqu'à ce que la sortie du CNA reste à l'intérieur de $\pm 1/2$ LSB de la valeur finale .

ERREUR DE DECALAGE :

C'est la différence entre la tension d'entrée idéale ($1/2$ LSB) et la tension d'entrée réelle nécessaire pour produire la transition de 0 à 1LSB . Plusieurs convertisseurs disposent d'un réglage de la tension de décalage par utilisation d'un potentiomètre . L'erreur de décalage est habituellement exprimée en LSB .

ERREUR DU GAIN :

C'est la différence (exprimée en LSB) entre la tension d'entrée permettant idéalement de produire le code maximal et la tension d'entrée réelle qui produit le même code .

ERREUR DE LINEARITE :

C'est la déviation la plus mauvaise située entre les deux extrémités (zéro et le maximum) .

Elle peut être exprimée en pourcentage du code maximal ou en fraction d'un LSB .

3-VALEURS TYPIQUES DE CERTAINS PARAMETRES :

Résolution : 8 bits .

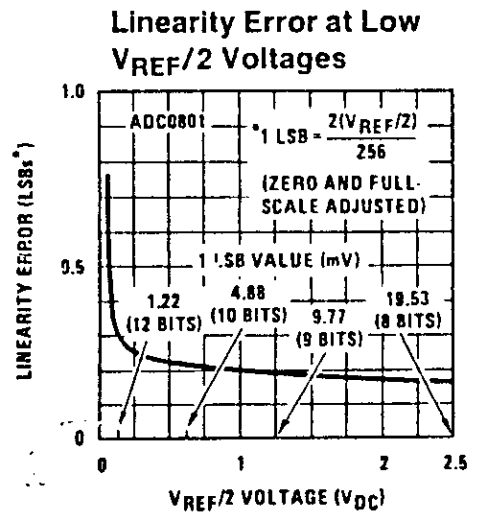
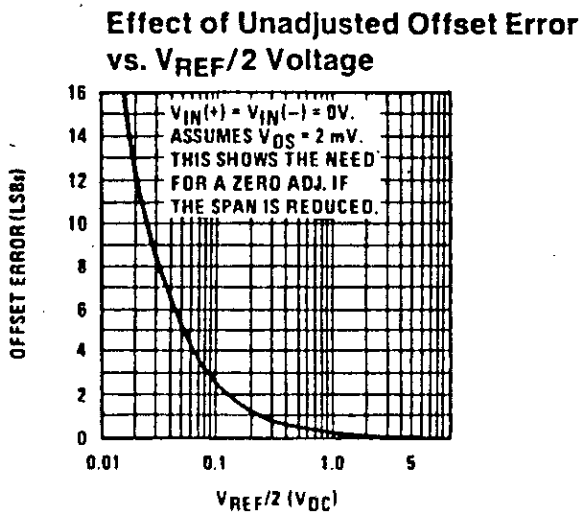
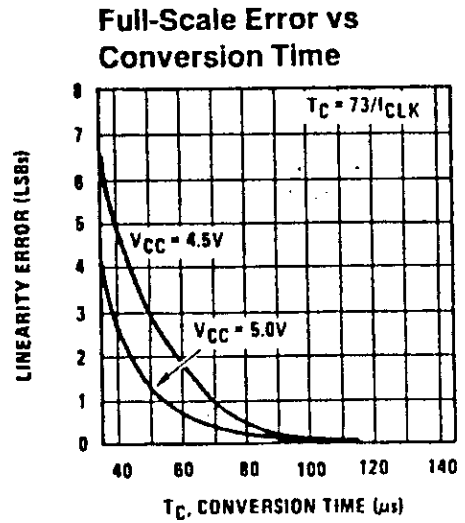
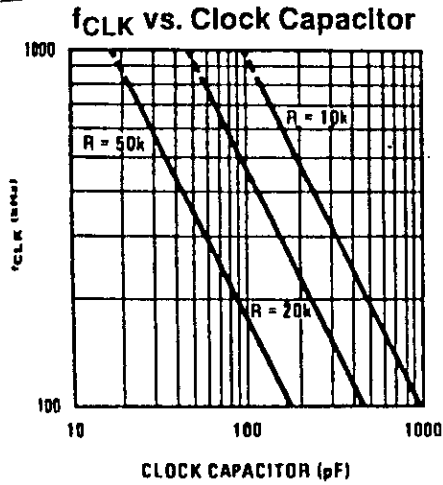
Temps de conversion : 110 μ s .

Erreur de décalage : 1 LSB .

Résistance d'entrée de $V_{ref}/2$: 1.1 k Ω .

Courant d'entrée : 1.9 mA .

PROCEDURE DE CONVERSION ANALOGIQUE-NUMERIQUE



ANNEXE 3

CARACTERISTIQUES SUPPLEMENTAIRES DU MICROCONTROLEUR

TIMER :

Le timer est un compteur interne programmable pour générer des interruptions à des intervalles très réguliers, avec la précision du quartz. On peut le programmer pour diviser la fréquence de l'horloge interne ($Q_x/4$) jusqu'à 128. Les interruptions générées peuvent être inhibées ou autorisées par un masque.

La programmation du timer peut être prédéfinie à l'adresse 784 de l'EPROM pour être effective dès le Reset, avec la possibilité de modifier ensuite cette initialisation à tout moment par programme. L'ensemble du fonctionnement du timer est contrôlé par trois registres, deux en RAM et un en EPROM.

1-REGISTRE DES OPTIONS (MOR) :

Il se situe à l'adresse hexadécimale 784 dans l'EPROM.

Les bits écrits dans ce masque seront pris en compte au reset et 5 d'entre eux seront transférés dans le registre de contrôle du timer, en RAM.

CK TOPT CKS TIE P2 P1 P0

CK : détermine la nature de l'horloge externe.

CK = 0 => Quartz CK = 1 => Réseau RC.

TOPT : timer option, détermine si le timer est programmable ou non. l'option non programmable correspond à l'émulation du microprocesseur 6805.

TOPT = 0 => timer programmable TOPT = 1 => émulation du 6805.

CKS : Origine de l'horloge du timer. Cette horloge peut provenir de deux sources, soit interne qui divise la fréquence du quartz par 4, soit externe venant de la broche timer.

CKS = 0 => interne ($Q_x/4$) CKS = 1 externe.

TIE : timer input enable, validation de l'entrée du timer.

TIE = 0 => entrée inhibée TIE = 1 => entrée validée.

P0, P1, P2 : fixe l'échelle de division de l'horloge du timer pour le comptage interne fixant le temps.

P2	P1	P0	DIV
0	0	0	1
0	0	1	2
0	1	0	4
0	1	1	8
1	0	0	16
1	0	1	32
1	1	0	64
1	1	1	128

2-CONTROLE DE PROGRAMME :

A l'adresse 00B , ce registre est transparent pour l'utilisateur .

3-REGISTRE DE CONTROLE DU TIMER (TCR) :

Il se situe à l'adresse 009 . Ce registre n'est actif que si le bit TOPT du MOR est à zéro . Les bits sont affectés comme suit , cinq d'entre eux recevant d'office leurs homologues du MOR à l'initialisation générale .

TIR TIM TIN TIE PSC P2 P1 P0

TIR : timer interrupt request . Ce bit est mis à 1 par le timer lorsque le temps est écoulé , c'est-à-dire quand le compteur atteint zéro . Il est mis à 0 au reset ou par une instruction de programme .

TIM : timer interrupt mask . Mis à 1 à l'initialisation ou par programme , il inhibe la demande d'interruption du timer . Mis à 0 par programme uniquement , il autorise la demande d'interruption . Cependant , l'interruption ne sera vraiment acceptée par le microprocesseur que si son bit I du CCR est à 0 .

TIN : timer interrupt . Entrée du timer , elle correspond au bit CKS du MOR et reçoit la valeur de celui-ci au reset . Son état est modifiable par programme .
 TIN = 0 => $Q_x/4$ TIN = 1 => externe .

TIE : timer input enable , correspond au bit TIE du MOR et reçoit sa valeur lors du reset . On peut en changer le contenu ensuite .
 TIE = 0 => entrée inhibée TIE = 1 => entrée validée .

PSC : prescaler clear . PSC = 1 provoque la mise à zéro des bits P0, P1, P2 ce qui fait qu'il n'y a pas de division . La mise à 1 de ce bit se fait par programme . TIN et TIE peuvent s'associer ainsi dans le MOR et le TCR ;

-71-

TIN	TIE	HORLOGE
0	0	Horloge interne ($Q_x/4$)
0	1	Horloges interne et externe associées en ET logique
1	0	Pas d'horloge , compteur bloqué .
1	1	Horloge externe .

4-REGISTRE DE DONNEES DU TIMER (TDR) :

Ce registre est implanté à l'adresse 008 de la RAM . Par programme , on place dans cet octet la valeur de départ de décomptage du timer .

Le timer est ensuite décrémenté à la fréquence fixée par l'échelle de division et l'horloge . Quand ce compteur atteint la valeur zéro , le bit TIR du TCR est mis à 1 pour réclamer une interruption .

Si l'interruption est acceptée , le microcontrôleur va chercher le vecteur d'interruption aux adresses 7F8 et 7F9 .

BIBLIOGRAPHIE:

- 1- R.DESOL
ELECTRONIQUE NUMERIQUE
Edition CEPADUES
Tome 2
Toulouse 1991
Page: 5 à 9 et 175 à 182
- 2- M.MESSUD
LA PRATIQUE DU MICROPROCESSEUR
Edition CEPADUES
Toulouse 1991
Page: 260 à 271
- 3- J.C.CHAUVEAU
MEMOTECH ELECTRONIQUE
Edition EDUCALIVRE
Paris 1989
- 4- QUILLET
ENCYCLOPEDIE DES SCIENCES INDUSTRIELLES
Electronique, Mecanique Supplement
Librairie Aristide QUILLET
Paris 1983
Page: 218 à 219
et 246 à 249
- 5- NATIONAL SEMICONDUCTOR
DATA ACQUISITION
LINEAR DEVICES DATABOOK
National Semiconductor Corporation
California 1989
page: 3-16 à 3-47
et 5-5 à 5-14

