

MÉMOIRE

présenté en vue d'obtenir

LE DIPLOME D'INGÉNIEUR E.S.I.E.A.

par

Patrick SAINT-JEAN

Conception d'un système informatique
de laboratoire opérationnel
pour le Centre d'Études de Mathématique et Automatique Musicales

Conception et réalisation
d'un système de conversion numérique analogique
couplé à un miniordinateur solar 16-40 de la télémécanique

Soutenu le 21 juin 1977

JURY

Président :

M. M. LAFARGUE

Membres :

MM. J.-L. PLAZANET - J.-P. LANDRIEU - A. PROFIT

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur de l'Ecole Supérieure
d'Informatique d'Electronique et d'Automatique.

Soutenu, le 21 Juin 1977.

CONCEPTION D'UN SYSTEME INFORMATIQUE DE LABORATOIRE OPERATIONNEL
POUR LE CENTRE D'ETUDES DE MATHEMATIQUE ET AUTOMATIQUE MUSICALES.

CONCEPTION ET REALISATION D'UN SYSTEME DE CONVERSION NUMERIQUE
ANALOGIQUE COUPLE A UN MINI ORDINATEUR SOLAR 16-40 DE LA
TELEMECANIQUE.

JURY D'EXAMEN :

Monsieur Maurice LAFARGUE ;
Directeur de l'E.S.I.E.A.

Monsieur Jean-Louis PLAZANET ;
Professeur - Responsable du 2ème cycle à l'E.S.I.E.A.

Monsieur Jean-Pierre LANDRIEU ;
Professeur - Responsable du 1er cycle à l'E.S.I.E.A.

Monsieur Alain PROFIT
Ingénieur Général des Communications,
Adjoint au Directeur.

Les travaux relatifs au présent mémoire
ont été effectués dans les laboratoires du
Centre National d'Etudes des Télécommunications
sous la direction de Monsieur PROFIT

TABLE des MATIERES

Préface et Remerciements

PREMIERE PARTIE :

Conception d'un Système Informatique de Laboratoire Opérationnel
pour le C.E.M.A.Mu. (S.I.L.O.)

CHAPITRE I : Etablissement d'un cahier des Charges

A - Buts du Système :

- 1- Activités du C.E.M.A.Mu.
- 2- Analyse des années antérieures.
- 3- Besoins du C.E.M.A.Mu.

B - Cahier des Charges.

CHAPITRE II : Conception de l'Unité Informatique.

A - Recherche de Fournisseurs :

- 1- Ensemble des fournisseurs susceptibles de satisfaire en partie le cahier des charges.
- 2- Etude du matériel existant et première élimination suivant les critères techniques et financiers relatifs au cahier des charges.

B - Conception de différentes Unités Informatiques en fonction des matériels existants :

- 1- A partir du matériel GEPSI
- 2- A partir du matériel Digital Equipment

- 3- A partir du matériel Intertechnique
 - 4- A partir du matériel Hewlett Packard
 - 5- A partir du matériel Télémécanique
- C - Deuxième sélection à partir des différentes conceptions.
- D - Conception finale du S.I.L.O. choisi :
- 1- Réalisation et acquisition possible dans l'immédiat
 - 2- Etude financière.
 - 3- Etude des extensions possibles.
 - 4- Choix de l'Unité Informatique.
 - 5- Commande et livraison du Système.

DEUXIEME PARTIE :

Conception et Réalisation d'un Système de Conversion Numérique Analogique avec couplage sur un miniordinateur Solar 16/40 de la Télémécanique.

CHAPITRE I : Cahier des Charges

- A - But du Système couplé :
- 1- ~~Sortie analogique de haute performance.~~
 - 2- Calcul en temps réel :
 - a) en chaîne directe
 - b) par feedback
 - 3- Extension :
 - a) feedback interne
 - b) initialisation programmable
 - c) gain programmable en sortie du Système

CHAPITRE II : Conception

A - Introduction

B - Schémas fonctionnels

1- Schéma de principe

2- Description du matériel

a) Coupleur Universel GPI 32

b) Boitier mémoire tampon AM 2813

c) Boitier convertisseur numérique-analogique DATEL

d) Alimentations

3- Conception de la mémoire tampon

a) Taille de la mémoire

b) Connexions de la mémoire tampon

4- Organe de commande du système de conversion

a) Initialisation

b) Entrée asynchrone de la mémoire tampon

c) Sortie synchrone de la mémoire tampon

d) Mémorisation des données en sortie de la mémoire tampon

e) Problème de synchronisation des signaux

f) Génération de l'IT d'exception

C - Simulation des entrées-sorties de la mémoire tampon

CHAPITRE III : Réalisation

I- Problèmes posés par la réalisation

II- Conception d'organes complémentaires

A - Adjonction de filtres analogiques en sortie

1- Conception

2- Implantation dans le système

B - Couplage des filtres

1- Couplage en sortie de la carte de conversion

2- Couplage sortie analogique

C - Organe de commande de la commutation des filtres

D - Carte d'alimentation

E - Rack supplémentaire

F - Bitranscodeur programmable

1- Transcodage binaire pur-binaire compensé

2- Transcodage signe+ valeur absolue-binaire compensé

III - Etats des réalisations

A - Implantation sur la carte universelle

B - Implantation sur les cartes du rack supplémentaire

1- Carte alimentation

2- Carte organe de commande des filtres

3- Implantation sur GPI 32

4- Connections inter cartes

IV - Tests

A - Tests hardware

B - Tests software

CONCLUSION

" Ho bios brakhus, hê de tekhné makra "
- L'Art est long, la vie est courte -

(Hippocrate)

Que soient remerciées, dès maintenant,
toutes les personnes qui sont à l'origine de ce
contrat, qui ont participé à son établissement,
et qui, par leur aide et leur soutien ont permis
la présentation de ce mémoire !

Sujet du mémoire :

Parmi l'ensemble des activités effectuées pendant les années 1974-1975 et 1975-1976 au C.N.E.T. et C.E.M.A.Mu., deux travaux ont été retenus par leur caractères de type industriel, pour la présentation d'un Mémoire.

Ce sont, d'une part :

La conception d'un Système Informatique de Laboratoire Opérationnel pour le C.E.M.A.Mu.

Et, d'autre part :

La conception et la réalisation d'un Système de Conversion Numérique Analogique avec son couplage intégré à cette unité informatique de laboratoire.

Situation professionnelle :

Lieu de travail :

CENTRE NATIONAL d'ETUDES des TELECOMMUNICATIONS (C.N.E.T.)
36-40 rue du Général Leclerc
92 131 ISSY-LES-MOULINEAUX
Tél : 645 55 35

CENTRE d'ETUDES de MATHEMATIQUE et AUTOMATIQUE MUSICALES (C.E.M.A.Mu.)
(association 1901)
17, rue Victor Masse
75009 - PARIS

Personnes responsables :

Monsieur Iannis XENAKIS :
Compositeur;
Maître de conférence à l'Université PARIS I
Président fondateur du C.E.M.A.Mu.

Monsieur Alain PROFIT :
Ingénieur général des communications
Adjoint au directeur

Chargé du secteur Téléinformatique et réseaux spatiaux.
Secrétaire et trésorier du C.E.M.A.Mu.

Monsieur **TEXIER** :

Ingénieur des télécommunications;

Chargé du département Transmission de données et Réseaux privés
(T.D.P.)

Activités professionnelles :

Employé au C.N.E.T. comme Ingénieur stagiaire contractuel

Rattaché au groupement I.T.D.-T.D.P. (image et transmission des données) comme chercheur délégué à " l'aide au compositeur Monsieur Iannis Xenakis", pour l'exploitation du synthétiseur de Musique (Système de Conversion Numérique Analogique de Hautes Performances) conçu et réalisé par le C.N.E.T. (Monsieur LACHAISE).

PREMIERE PARTIE

Conception d'un Système Informatique
De Laboratoire Opérationnel pour le C.E.M.A.Mu.
(S.I.L.O.)

Chapitre I : Etablissement du Cahier des charges

A - Buts du système :

En 1975, une éventuelle subvention est en mesure d'être allouée au C.E.M.A.Mu pour assurer son développement.

Le montant est d'environ 300 000 F.

Il est donc nécessaire de définir l'utilisation de cette somme en fonction des besoins du C.E.M.A.Mu, et pour cela répertorier les activités existantes ou réalisables au sein de l'Association et analyser celles des années antérieures.

1- Activités du C.E.M.A.Mu.

Officiellement, le C.E.M.A.Mu. a pour objectif de développer la recherche de la composition musicale contemporaine dans des voies, encore très nouvelles, définies par l'Oeuvre du compositeur et Maître I. XENAKIS.

Jusqu'en 1974 les activités essentielles de l'Association ont été les suivantes :

- enseignement et explication des oeuvres du compositeur,
- construction d'un convertisseur OFF LINE Numérique Analogique (16 bits, 150 koctets/s) pour convertir des bandes magnétiques numériques calculées sur ordinateur à partir de programmes de composition;
- organisation de travaux pratiques et dirigés pour utiliser le convertisseur
- Conférences sur le travail des autres compositeurs dans ce domaine

2- Analyse des années antérieures.

Cette analyse met en évidence les problèmes suscités pour assurer le développement du Synthétiseur de Musique (convertisseur OFF line fabriqué au C.N.E.T.), à savoir :

- l'utilisation de Centres de Calcul, extérieurs au C.E.M.A.Mu., dont les heures-machines disponibles sont restreintes ou onéreuses,
- l'utilisation d'un logiciel (Music V de Max Mathews) très lourd et surtout très long : plus d'une heure de temps machine C.P.U. pour moins d'une minute de musique établie pour un instrument de synthèse très pauvre (simulation numérique d'une interconnexion de modules analogiques du type oscillateur, additionneur, multiplicateur, générateur aléatoires etc...)

- l'enseignement complexe d'un tel logiciel et sa compréhension très difficile pour des musiciens ou de jeunes informaticiens,
- la réalisation pratique longue et fastidieuse des bandes magnétiques numériques,
- le peu de personnes disponibles et motivées pour une réalisation concrète et assidue,
- l'intérêt beaucoup plus grand de l'auditoire pour l'explication des oeuvres du compositeur XENAKIS,
- l'impossibilité matérielle de réaliser pour la plupart des participants quelques modèles de composition même les plus simples du compositeur et ensuite de les utiliser,
- la lenteur du travail de composition, le convertisseur n'étant pas couplé à un ordinateur, toute correction devient très longue et les manipulations très grandes.

En 1974, une éventuelle collaboration avec l'I.R.C.A.M. (Institut de Recherche et Coordination Acoustique Musique) permettait au C.E.M.A.Mu. de définir ses besoins en Informatique.

Le Système proposé à l'époque par le C.E.M.A.Mu. était composé d'un Ordinateur Central de grande puissance et une multitude de périphériques conversationnels d'Entrées-Sorties Musicales.

Ce projet ayant avorté, les problèmes restaient entiers.

Devant toutes ces difficultés, et en considérant l'apport financier, il est alors possible de redéfinir les besoins de l'Association correspondant à un petit groupe de recherche pilote.

3 - Besoins du C.E.M.A.Mu

Le but essentiel du C.E.M.A.Mu. est la recherche Musicale. Mais les Formes jouent un très grand rôle dans la composition. Le graphisme, expression matérielle des formes symbolisées devient alors un outil de grande valeur : le compositeur converse avec l'ordinateur par le graphisme représentant des formes musicales symbolisées et désirées pour la composition Musicale.

L'Ordinateur peut piloter un périphérique spécialisé dans la représentation visuelle. Le compositeur peut donc lier le Visuel à la Musique.

Les besoins du C.E.M.A.Mu. vont donc être liés à la composition Musicale et visuelle. Il s'agit d'en dresser une liste exhaustive mais très représentative des besoins du compositeur.

Les applications d'un tel système sont très nombreuses dans le domaine des recherches musicales et visiosoniques du C.E.M.A.Mu.

Ces applications sont de types différents mais très souvent interdépendants. Elles peuvent se classer en 11 grandes catégories :

- 1e- l'acquisition et le stockage de formes sonores et visuelles,
- 2e- la reproduction sonore et visuelle de ces formes,
- 3e- la correction de la reproduction,
- 4e- l'analyse des formes existantes,
- 5e- la simulation des formes existantes,
- 6e- la création artificielle de formes,
- 7e- la création synthétique de formes,
- 8e- la recherche de module de traitement,
- 9e- la recherche d'une pédagogie à supports audiovisuels pour l'enseignement des Arts Plastiques.
- 10e- la recherche instrumentale,
- 11e- la recherche de l'intelligence artificielle sonore et visuelle.

Remarques :

Nous entendons ici par forme toute chose abstraite ou concrète visualisable par projection dans un espace à deux dimensions... par exemple : nuages de points, courbes, graphes, fonctions à plusieurs variables, processus stochastiques, distributions, fonctions de commandes numériques ou analogiques, objets réels ou symboliques, images, dessins, volumes.

Une fois numérisées, ces formes deviennent un ensemble de coordonnées spatiales et temporaires distribuées de façon plus ou moins continue, variant en intensité lumineuse et en densité. Ces formes peuvent être utilisées dans les différents domaines d'application suivant l'échelle considérée ... par exemple, la forme d'une onde périodique peut servir d'enveloppe d'intensité pour un son, un fragment musical, ou un lieu de bode, etc.....

1e- Acquisition et stockage de formes sonores et visuelles.

A) Provenance analogique

- 1) Générateurs analogiques : synthétiseur, générateur de fréquence, micro + ampli, instrument de musique + micro + ampli, radio, T.V., disque + platine, magnéto, etc..

B) Provenance numérique

- 1) Générateurs numériques : programmes de synthèse de formes
- 2) Acquisition sur clavier numérique : point par point, par vecteur brillant ou éteint
- 3) Acquisition sur table graphique : signal en fonction du temps (y,t) , graphisme bidimensionnel (x,y)
- 4) Acquisition sur écran de visualisation avec light pen : même type que la table graphique espace réduit, point par point
- 5) Acquisition après traitement numérique : filtrage, transformation géométrique, transformée, superposition, etc ...

C) Stockage sous forme de fichiers de base sur bandes magnétiques ou disques

- 1) des formes simples aux formes complexes élémentaires
- 2) des transformateurs numériques de formes
- 3) des générateurs numériques de formes

D) Utilisation selon trois modes d'acquisition :

- 1) Dans l'espace (X,Y) avec $X = n\Delta x$:

l'acquisition de Y se fait pour chaque valeur $n\Delta x$ de X discrétisé uniformément. La succession d'adresse des mémoires contenant Y correspond à la succession des $n\Delta x$ de X , par conséquent à une valeur de X ne correspond qu'une seule valeur de Y

- a) si X est l'axe des temps, nous obtenons une évolution d'un paramètre dans le temps ($X = k\Delta t$, Y).
 - (1) onde périodique d'un signal sonore
 - (2) enveloppe d'un son ponctuel (quanta)
 - (3) enveloppe d'un son de courte durée (note)
 - (4) évolution de l'intensité sonore d'un signal (crescendo, decrescendo,...)
 - (5) évolution de l'intensité lumineuse d'un spot, ou d'une forme lumineuse
 - (6) évolution des fréquences (glissandi)
 - (7) signal sonore et convolution
 - (8) évolution d'un paramètre statistique (moyenne, variance, écart type, etc...)
 - (9) variation dans le temps d'un angle, d'une phase, d'une surface, d'une pente, d'une dérivée, d'une fonction.
- b) si X est un axe discrétisé isomorphe à l'axe des entiers relatifs, nous obtenons des fonctions d'un paramètre discret.
 - (1) corrélation et intercorrélation ($X = n\Delta z$, Y)
 - (2) histogramme d'amplitude ($X = n\Delta A$, Y)
 - (3) histogramme d'intervalles ($X = n\Delta z$, Y)
 - (4) histogramme de fréquence d'apparition ($X = n$ objets apparus, Y)
une distribution de Poisson, par exemple.

- (5) fréquence d'apparition en fonction du temps ($X = n\Delta t, Y$)
- (6) transformée de Fourier (partie réelle et imaginaire) ($X = k\nu, Y$)
- (7) densité spectrale ou spectre de puissance ($X = k\nu, Y$)
- (8) fonction de cohérence ($X = k\omega, Y$)
- (9) filtre numérique ($X = k\Delta t, Y$)
- (10) lieu de Bode en amplitude ou en phase ($X = k\nu, Y$)

2) Dans l'espace (X, Y) quelconque :

deux blocs de mémoires sont nécessaires pour stocker les x et les y .
A une valeur des x peut correspondre plusieurs valeurs de y et réciproquement. Cet espace est plus adapté à l'acquisition de formes hors temps.

- a) courbes fermées
- b) courbes multimodales en X et Y
- c) nuage de points
- d) faisceaux croisés de droites, de cercles, etc...
- e) lieu de Nyquist (réel, imaginaire)
- f) relation quelconque entre deux paramètres quelconques
- g) objets, dessins, etc...

3) Dans l'espace (X, Y, Z) avec $X = n\Delta x$:

les adresses des deux blocs de mémoires représentent, à une translation près, un paramètre discrétisé uniformément.

Si $X = n\Delta t$, nous obtenons l'évolution d'un espace (Y, Z) dans le temps.

Si X est un paramètre d'espace, nous ajoutons alors une troisième dimension spatiale aux formes énoncées précédemment.

L'axe peut être également utilisé pour un troisième paramètre quelconque.

E) Buts

- 1) mettre à la disposition de l'utilisateur plus ou moins expérimenté un ensemble de programmes de synthèse de formes, de programmes de transformations de formes, de formes utilisables dans différents espaces à des échelles différentes ; utile dans les catégories d'études d'analyse et de synthèse des signaux sonores et visuels.
- 2) constituer une bibliothèque du travail effectué par les membres et collaborateurs du C.E.M.A.Mu. à des fins de compulsation, de démonstration et de diffusion.

2e - Reproduction sonore et visuelle des formes

A) Reproduction sonore

- 1) en direct : par le transfert en temps réel des signaux codés et stockés vers le disque puis le convertisseur Numérique-Analogique (N/A) et l'ampli
- 2) indirectement : par enregistrement sur bande magnétique numérique des signaux codés, lecture sur Ampex, conversion N/A et transmission avec amplification sur matériel électro-acoustique (enceintes, magnéto, etc..)

B) Reproduction visuelle : représentation bi-ou-tridimensionnelle

- 1) en direct : sur écran cathodique de petit et grand format, sur papier graphique
- 2) indirectement : sur écran et papier graphique à partir des formes stockées sur papier photo, film, diapositives, après des prises de vue sur l'écran et développement.

C) Reproduction de commandes analogiques ou numériques mono ou multi-canaux

- 1) en direct : à l'aide des sorties temps réel du mini-ordinateur
- 2) indirectement : après conversion N/A ou stockage et lecture

D) Etude de la reproduction à travers la qualité désirée en fonction de la fréquence d'échantillonnage, de l'amplitude moyenne, de l'échelle choisie, du réglage des appareils, des compressions de données

E) But

- 1) économiser de la place en mémoire et du temps en calcul par le réglage des paramètres de traitement en fonction de ceux de la reproduction pour une qualité donnée
- 2) permettre au musicien de travailler en mode conversationnel avec le système informatique, c'est-à-dire de percevoir très rapidement les résultats de son travail
- 3) permettre des couplages avec des périphériques musicaux ou de visualisation ou des systèmes commandables
- 4) assurer la diffusion du travail du C.E.M.A.Mu.
- 5) assurer un support individuel et audiovisuel de l'enseignement organisé par le C.E.M.A.Mu.
- 6) recherches pédagogiques (écoles primaires ou maternelles) pour l'enseignement des structures et le jeu des formes

3e - Correction de la reproduction

A) Modes de correction :

à partir des possibilités d'acquisition, de stockage et de reproduction en temps réel ou différé, la correction des formes sonores ou visuelles utilisées dans des créations plus ou moins complexes peut se présenter sous plusieurs modes suivant le système bouclé utilisé.

- 1) élaboration de la création par traitement compositionnel sur ordinateur, reproduction différée dans un milieu ambiant donné, perception par le compositeur, correction par le compositeur au moyen d'acquisition de valeurs de paramètres, de commandes ou de formes puis de traitement correctif.
- 2) la perception de la reproduction se fait automatiquement par des capteurs appropriés et le traitement assure un asservissement autocorrectif en différé.
- 3) système mixte : correction automatique par asservissement différé avec possibilité de correction conversationnelle avec le compositeur.
- 4) ces trois systèmes bouclés sont utilisés en temps réel, le convertisseur D/A étant relié directement à l'ordinateur.

B) Type de corrections :

- 1) d'intensité sonore ou lumineuse.
- 2) par filtrage.
- 3) par appauvrissement ou enrichissement du signal.
- 4) locale ou totale.
- 5) de synchronisation.
- 6) par commande.
- 7) par visualisation et action graphique.
- 8) par réglage de paramètres.
- 9) par réglage manuel ou automatique des appareils de reproduction.

C) But

- 1) assurer la correction de la reproduction des oeuvres musicales ou visuelles existantes par asservissement en différé ou en temps réel du traitement numérique et du réglage des appareils de reproduction en fonction de la perception ambiante humaine ou automatique.
- 2) montrer qu'un tel système est nécessaire dans un studio d'enregistrement et de diffusion musicale ou visuelle.
- 3) mettre à la disposition du musicien-compositeur un système conversationnel adapté à la création en milieu ambiant et environnement donnés.

4e - Analyse des formes existantes :

A) Modes d'analyse :

une forme ayant de multiples utilisations suivant les paramètres de l'espace dans lequel elle est décrite et l'échelle du sous-espace fermé qui l'englobe, l'analyse se fera selon plusieurs modes.

- 1) analyse hors contexte : la forme est ici analysée selon des paramètres non-personnalisés, l'analogie avec tout paramètre étant possible.
- 2) analyse dans le contexte physique : les paramètres sont personnalisés suivant l'espace d'utilisation de la forme et celle-ci est interprétée physiquement suivant ses paramètres qui peuvent être : temps, amplitude, fréquence, densité, durée, phase, module, composantes spatiales, etc...
- 3) analyse dans le contexte psychophysologique : la forme est interprétée selon les critères et les conceptions psychologiques ainsi que les facultés physiologiques de la perception et de la réaction de l'individu récepteur.
- 4) analyse des relations entre contextes différents : si une forme utilisée dans des conditions spécifiques peut toujours s'interpréter physiquement, elle trouve des interprétations multiples dans les divers domaines des " Sciences Humaines " par exemple... psychophysologie, psychologie, sociologie, musicologie, esthétique des Arts Plastiques. Il est donc nécessaire d'analyser les analogies ou les corrélations entre ces diverses interprétations.

B) Méthodes d'analyse automatique utilisés :

1) analyse systématique

- a) analogie des formes à un signal émis par un système soumis à une excitation
- b) décomposition de ce système en séparant les non-linéarités.
- c) identification des sous-systèmes à des modèles continus (équations différentielles, fonction de transfert, modèle d'état, etc...)
- d) identification des sous-systèmes à des modèles discrets déterministes (équations aux différences, fonction de transfert discret, modèle d'état discret, machines séquentielles déterministes).
- e) identification des sous-systèmes à des modèles discrets stochastiques (machines séquentielles stochastiques, processus Markovien).
- f) étude de la stabilité en fonction du gain et de la phase.

2) analyse harmonique

- a) transformée et transformée inverse de Fourier.
- b) lieu de Bode en module et phase.
- c) lieu Nyquist.
- d) convolution et convolution inverse.

3) analyse statistique.

- a) décomposition en lois de distribution classiques (Poisson, Gauss).
- b) décomposition en lois de distribution diverses.
- c) évaluation des écarts entre les distributions quelconques et classiques par les différents critères (Pearson, Student).
- d) analyse de variance.
- e) moyennage.
- f) corrélation.
- g) cohérence.
- h) histogrammes d'amplitude, de fréquence, d'intervalle, etc...
- i) lois de transition (probabilité conditionnelle).
- j) entropie, ataxie.

4) analyse topologique.

- a) recherche de topologies et prétopologies
- b) étude des rapports topologiques (adhérence, intérieure, frontière intérieure, frontière extérieure, extérieur) en fonction de la topologie ou prétopologie choisie, des paramètres du système, et du temps.

C) Buts

- 1) effectuer une compression des données pour assurer un stockage plus rentable en remplaçant les blocs d'échantillons temporels de façons suivantes :
 - a) par des formes échantillonnées de taille moins importantes (suite de couples (amplitude, durée)).
 - b) par des générateurs de formes (polynômes, équations aux différences).
 - c) par un ensemble de valeurs caractéristiques de paramètres associé aux générateurs (coefficients polynomiaux, coefficients constants).

- 2) fournir à la création, à la recherche instrumentale, à la recherche de module de traitement, des informations fondamentales.
- 3) enseigner des méthodes d'analyse appropriées aux traitements de l'image et du signal sonore ainsi que des résultats de base nécessaires au développement des " Sciences humaines ".

5e- Simulation des formes existantes.

A) Modes de simulation :

les formes existantes peuvent être simulées à partir des modèles, générateur de ces formes, selon plusieurs modes.

- 1) visuel.
- 2) sonore.
- 3) visiosonique.

B) Méthode de simulation des générateurs de formes.

ces méthodes concernent le comportement du modèle soumis à des variations paramétriques et des excitations diverses.

1) variations déterministes.

- a) pas à pas sur un paramètre ou sur l'entrée
- b) pas à pas dans plusieurs directions
- c) coup par coup après décision causale
- d) suivant des lois programmées

2) variations aléatoires.

- a) coup par coup après décision au hasard
- b) suivant des lois stochastiques

C) Buts

- 1) minimiser le nombre de générateurs tout en maximisant la variété des formes.
- 2) simuler des ensembles de générateurs de formes dans la création d'instruments de musique ou de visiosonie.

6e- Creation artificielle de formes.

A) Méthodes :

le travail s'effectue à partir de formes existantes, par différents traitements.

- 1) mixage.
- 2) superposition.
- 3) filtrage : passe-bande, réverbération, distorsion, écho etc...)
- 4) synchronisation.
- 5) variation de fréquence.
- 6) variation de rythme.
- 7) variation de mouvement (lentissimo, presto, ...)
- 8) déplacements spatiaux.

B) Buts :

remplacer les techniques de composition électro-acoustique par des méthodes automatiques plus faciles, plus précises, plus rapides et plus riches, assurant ainsi au compositeur un outil de gestion des formes moins astreignant.

7e- Création synthétique des formes.

A) Modes :

les modes de création synthétique sont liées au génie imaginatif et créateur du compositeur, libéré des contraintes matérielles (écriture mal adaptée, exécution sophistiquée, temps très long de la création à l'exécution) par une instrumentation conversationnelle très puissante, très performante et très diversifiée du système.

- 1) entrée/sortie graphique.
- 2) entrée/sortie analogique.
- 3) entrée/sortie logique.
- 4) langages divers : microprogrammé, assembleur, évolué (FORTRAN, BASIC, etc.

B) Méthodes :

les méthodes de création synthétique qui découlent des différents modes, dépendent de toutes les facultés humaines du compositeur aussi bien intellectuelles que sensibles ou d'expression .

C) Buts.

- 1) développer l'Art Contemporain
- 2) Enseigner et transmettre la composition artistique.

8e_ Recherche de module de traitement

A) Causes :

toutes les méthodes servant dans l'analyse, la simulation, la création et la recherche musicale et visiosonique utilisent des sous-traitements identiques. Par conséquent, il est nécessaire de rendre modulaire ces différents traitements.

B) Buts

- 1) économiser de la place en mémoire.
- 2) trouver des algorithmes permettant de travailler entemps réel.
- 3) trouver des algorithmes pouvant être exécutés avec une mémoire centrale de faible capacité.
- 4) trouver des algorithmes microprogrammés, cablés, ou intégrés électroniquement de manière à les industrialiser.

9e- Recherche d'une pédagogie à supports audiovisuels pour l'enseignement des Arts Plastiques.

La pédagogie actuelle ne peut se passer d'un support audio-visuel surtout dans le domaine des Arts Plastiques. Il est donc nécessaire d'assurer une recherche d'instruments à partir de synthétiseurs numériques ou analogiques de formes spatiales permettant aux professeurs l'élaboration d'un enseignement plus vivant ainsi qu'une recherche de terminaux lourds spécialisés dans les Arts Plastiques permettant la création de salles de travaux pratiques artistiques.

10e- Recherche instrumentale.

- A) Un instrument peut être considéré comme un système commandable dont la réponse est immédiate, la réponse étant ici le phénomène perçu directement par l'homme.
- B) Ces instruments peuvent être quelconques, mais le but est de réduire au maximum le coût pour des capacités et qualités d'ordre supérieur afin de faciliter l'enseignement, l'apprentissage et l'évolution de la musique et de la visiosonie.

11e- Recherche de l'intelligence artificielle sonore et visuelle

A) mise en place du système "intelligent".

1) Le système possède des entrées/sorties de types différents.

- a) analogiques.
- b) impulsionnelles.
- c) logiques.
- d) visuelles.

2) il est possible de lui coupler des senseurs ou capteurs et des effectueurs ou terminaux tels que les suivants :

- a) micro + amplificateur.
- b) caméra.
- c) cellule de détection
- d) chaîne haute-fidélité ambiophonique
- e) lasers.
- f) flashes électroniques.
- g) appareils commandables.
- h) projecteurs.
- i) miroirs plats, convexes, concaves.

3) Le système fournissant la possibilité de mettre en oeuvre un traitement sophistiqué tels que les suivants :

- a) reconnaissance de formes
- b) apprentissage
- c) prédiction
- d) simulation
- e) décision
- f) inter-action des entrées/sorties sur les modèles de traitement

4) Nous pouvons élaborer un nouveau système "vivant" avec son environnement d'une façon "instinctive et intelligente".

B) Buts :

Créer un "Adaptateur Ambient", c'est-à-dire différents systèmes automatiques pouvant réagir en temps réel (ou légèrement différé) avec son environnement de façon instinctive ou intelligente dont l'expression serait visuelle ou sonore et dont le comportement serait "Artistiques" (création de formes et de structures formelles).

A partir de cette étude, un document a été élaboré et communiqué au Ministère des Affaires Culturelles afin de définir l'utilisation des subventions accordées par celui-ci.

~~Ces besoins, déjà ambitieux sur le plan de la réalisation pratique, montrent en fait l'emprise ou plutôt l'incidence des disciplines scientifiques sur l'Art.~~

La technologie contemporaine lie l'Artiste à ces disciplines scientifiques comme le Musicien à son Instrument.

Mais la Science ne s'introduit pas seulement comme un moyen, une aide technique, c'est aussi une pensée qui assure la concrétisation entre la créativité Artistique et l'entité instrumentale et qui, par la richesse des Feedback liant le "Moi Intérieur" de l'homme à son environnement, influe sur sa façon de percevoir, d'imaginer, de sentir et de créer.

Stimulant l'imagination et favorisant la pensée inductive, la Science catalyse la création Artistique et permet de prendre conscience plus précisément de ses processus.

PERIPHERIQUES D'ENTREE :

- convertisseur analogique numérique,
- tablette graphique ou light pen,
- clavier alphanumérique,
- clavier de fonction,
- lecteur de cartes,
- lecteur de ruban.

PERIPHERIQUES DE SORTIE :

- console de visualisation X-Y à tube mémoire,
- console de visualisation X-Y à tube rafraîchis,
- console de visualisation vidéo,
- table traçante,
- convertisseur numérique analogique,
- sorties numériques de commandes.

PERIPHERIQUES A DOUBLE FONCTION ENTREE/SORTIE :

- modem pour information numérique,
- modem pour information analogique haute qualité.

LES UNITES DE STOCKAGE :

- mémoire centrale extensible,
- unité de disque,
- unité de bande magnétique 800 et 1600 bpi, 75 ips.
Cette unité doit permettre de lire et écrire les bandes créées pour le convertisseur construit par le C.N.E.T. (800 bpi) et de permettre une cadence de sortie sur C.N.A. de l'ordre de 50 à 55 kHz d'échantillonnage.

LES FEEDBACK :

- liaisons directes des sorties et des entrées (T.V. et caméra) - (CNA et CAN),
- liaisons indirectes des sorties et des entrées par l'intermédiaire de l'homme (opérateur) ou de l'environnement naturel ou d'un automate spécialisé dans le traitement du son ou de l'image.

Cette gamme de systèmes conçue à partir des éléments précédents pour devenir opérationnelle, dans l'immédiat à l'état unitaire et dans l'avenir pour se développer de façon homogène, rentable, efficace et profitable pour l'ensemble des artistes, se doit de pouvoir répondre aux remarques suivantes :

- Cette gamme de systèmes est prévue pour des besoins de plus en plus importants des compositeurs et chercheurs qui désirent allier la composition "artificielle" (acquisition de sons et matière sonore naturels, mixage, filtrage, traitement à l'ordinateur) à la "synthèse pure" (synthèse électronique, synthèse numérique à l'ordinateur suivant des théories compositionnelles) à tous les niveaux de la composition.
- Cette gamme de systèmes est prévue, déjà dès le bas de gamme, pour remplacer une très grande partie, pour ne pas dire la ~~totalité, des équipements des studios électroacoustiques (GRM, CERM, ENSERG, ...)~~ et des studios électroniques (Cologne, GRM, GMEB, ...) et même en partie l'instrumentation classique (ou du moins à la compléter).
- Cette gamme de systèmes est conçue pour assurer l'indépendance et la liberté, des compositeurs et chercheurs, indispensables à la création pure, au développement et à l'évolution, diversifiée et de qualité, de celle-ci tant dans le domaine musical que visuel, et pour favoriser la collaboration à l'intérieur des centres mais aussi à l'extérieur par la possibilité de normalisation pas contraignante.

- Cette gamme de systèmes peut faire l'objet d'une commercialisation en France et à l'étranger dans les facultés, les conservatoires, les écoles de musique et d'arts visuels, les studios nationalisés ou privés, les maisons de culture ou même dans le cadre d'écoles itinérantes pour l'aide à la pédagogie ou l'enseignement des arts musicaux et visuels adaptés aux enfants (écoles maternelles, et primaires, lycées, collèges) ou encore dans des centres spécialisés pour les stages scolaires ou d'été, pour les stages de recyclage ou d'information ou dans certains centres d'handicapés (une grande partie du travail pouvant se faire assis) où la création artistique peut assurer un épanouissement salubre.

- Dans cette gamme de systèmes est prévu une liaison avec des centres informatiques de grande capacité par l'intermédiaire du réseau téléphonique (téléinformatique). Les centres qui ne sont pas spécialisés peuvent assurer alors une assistance limitée en temps pour certains traitements numériques. Des centres plus spécialisés à l'échelon national ou régional pourraient être créés pour former d'une part des banques de données musicales et visuelles nécessaires à chaque centre ou studio de recherche, pour la coopération entre studios, pour la diffusion volontaire des résultats de recherche et d'autre part des laboratoires d'acquisition et de traitement de données de très grande qualité. Par exemple, les centres non spécialisés pourraient se servir des temps morts dans l'utilisation de leur système informatique pour commercialiser ou offrir leurs services aux centres de recherche et d'expérimentation musicale et visuelle. Les centres plus spécialisés dans l'acquisition de signaux (ORTF, CNES, CNET, THOMSON CSF, Laboratoire du CNRS, Collège de France) pourraient être fournisseurs de certains matériaux sonores et visuels de base (pour la composition ou l'analyse des transitoires).

Des centres spécialisés dans le stockage et la diffusion par la téléinformatique des résultats de recherche et des créations individuelles ou collectives des laboratoires disséminés en France (et à l'étranger) assureraient la coordination entre ces laboratoires et la diffusion auprès du public sous forme de spectacles, de concerts, de conférences, de séances d'information et auprès des écoles, universités, centres culturels, etc... pour l'enseignement et la pédagogie.

Ce rôle, très important, est sûrement celui qui devrait être assuré de la façon la plus utile par l'Administration et le financement que possède un centre tel que l'IRCAM avec la collaboration étroite de tous les laboratoires de recherche et d'expérimentation en ce qui concerne l'organisation et les choix d'orientation d'un tel projet. En parallèle, il est nécessaire de prévoir dans un tel centre un département, lié ou indépendant de la SACEM, pour résoudre les problèmes afférant à la propriété et aux droits d'auteur dans l'utilisation des résultats de recherche et de composition.

- Cette gamme de systèmes est étudiée avec le souci primordial de réduire au maximum les prix d'achat et les coûts de fonctionnement suivant les services rendus et la capacité du système choisi (minimum de personnel, rapidité de travail et d'exécution, plusieurs utilisateurs soit simultanés soit se relayant dans la journée, sortie d'informations de qualité et de prix abordable, etc...).
- Cette gamme de systèmes est donc liée à un projet beaucoup plus vaste qui concerne le développement industriel, scientifique technique et pédagogique aussi bien que celui des arts musicaux et visuels en France et à l'étranger et qui doit se traiter peut être à l'échelon interministériel. En effet, plus le nombre de personnes intéressées par un tel

projet, grandira plus il sera possible de rentabiliser les recherches et de commercialiser un matériel de moins en moins coûteux en ouvrant des marchés nouveaux en France ou à l'étranger.

Il est donc possible de définir, dès maintenant, une gamme susceptible de répondre aux besoins décrits précédemment.

BAS DE GAMME NIVEAU 0

- miniordinateur avec mémoire de 32K mots de 16 bits,
- unité de disque et bande magnétique,
- convertisseur analogique/numérique d'entrée,
- convertisseur numérique/analogique de sortie,
- couplage sur chaîne HiFi,
- téléimprimeur lent (ASR 33),

permet :

- . la numérisation, le traitement numérique, la conversion numérique/analogique pour l'écoute directe des sons traités,
- . d'obtenir une bande magnétique numérique dont le passage en analogique et l'écoute sont assurés par le système de conversion du C.E.M.A.Mu.,
- . l'analyse statistique et harmonique du son,
- . l'analyse et la synthèse mathématique pures,
- . le traitement numérique équivalent au traitement électroacoustique (mixage, filtrage, etc...),
- . l'asservissement sonore pour des événements rares (par feedback sonore).

BAS DE GAMME NIVEAU 1

- système bas de Gamme 0 +
- lecteur de carte,
- console de visualisation à image fixe,
- reprographe,
- tablette graphique d'entrée,
- liaison à un ordinateur de grande capacité par le réseau de la téléinformatique (modem et ligne téléphonique),

permet :

- . une rapidité et une utilisation plus grande (entrée/sortie rapide, temps partagé),
- . l'introduction du graphisme en entrée et en sortie (pour la composition musicale et/ou visuelle),
- . le traitement de certain programme trop important et l'ouverture vers les centres ayant des banques de données musicales ou visuelles.

GAMME DE SECONDE GENERATION

Niveau 0 : Bas de Gamme + processeur entrée/sortie plus rapide (1 à 4 MHz) multiprocesseur permet une rapidité de traitement nettement plus grande (temps réel possible).

Niveau 1 : Amélioration du système précédent, mémoire supplémentaire, unité de bande magnétique supplémentaire.

GAMME DE TROISIEME GENERATION

Gamme de Seconde Génération + convertisseurs de sortie sur le multiprocesseur pour la vidéo couleur, deux magnétoscopes, une caméra, une tube TV, un convertisseur pour numérisation des images vidéo permet l'introduction d'images mobiles (cinétique) en couleurs ou noir et blanc, des démonstrations par l'utilisation des réseaux de télévision privés et l'asservissement sonore et visuel (par feedback).

Les gammes de seconde et troisième générations décrites précédemment ont été étudiées avec les technologies avancées et prévisibles à très court terme mais des modifications pourront être apportées si des technologies supérieures et imprévisibles se réalisent alors.

CHAPITRE II

CONCEPTION DE L'UNITE INFORMATIQUE

A - RECHERCHE DES FOURNISSEURS

1.- Ensemble des Fournisseurs Susceptibles de Satisfaire en
Partie le Cahier des Charges :

Ayant établi le Cahier des Charges, un recensement des fournisseurs a été effectué à partir des Expositions (US Trade Center, Palais Porte de Versailles, C.N.I.T.) et par contacts directs (téléphoniques et visites, démonstrations, etc...)

Plus d'une trentaine de sociétés ont été contactées dont voici la liste :

Sociétés

Personnes rencontrées

- Intertechnique

MRS. LABROUE, CROUILLERE, GUILLY,
LEFRANCOIS, LAND, LEGRAND.

- Digital Equipment (DEC)

MR. MARUANI.

- GNT Automatic France

MR. OPPENOT.

- Tektronix

MRS. SULOCHA, LACHAUME,
SILBERBERG, PLAYE.

- Ampex	MR. TELLIO.
- Geveke	MR. CHANDONARD.
- Loca France	MR. RAULT.
- Philips	MR. PETIT.
- Thomson CSF Malakoff	MRS. SALOMON, NODENOT.
- G.E.P.S.I.	MR. HAMON.
- Data Général	MRS. CHAMPAGNAC, LAFARGUE.
- C.I.I. SEMS	
- Nuclétudes	MRS. DELHELLE, BEAUMONT.
- Blommé Automation	MR. MARTIN.
- Matra	MRS. BESNARD, LEGRAND.
- Honeywell-Bull	MRS. COLLAS, GAILLARD, SABRI.
- Télémécanique	MRS. BONNARD, MAILLARD, FAUQUE, FELDMANN, NEEL, DEDIENNE, LAGRASSE.
- IUT Informatique de Toulouse	MR. CASTAN.
- Datel	MR. PRONST.
- Gould	MRS. DEJEAN, TALAVERA.
- A 2 M	MRS. GROSBOIS, PINSON.
- Tekelec Airtronic	MRS. BERTHOMIER, BUSQUET, HADDAD.

- Shell MRS. BESSAC, MARTI.
 - T.I.T.N. MRS. BOURSIN, MORIET.
 - Centre Beaubourg MR. PRINZIE.
 - C.E.A. Service Electronique de Saclay
 - Université d'Arizona, Tucson USA MR. BARTELS
 - Analog Device
 - C.C.E.T.T. Rennes
 - C.N.E.T. Arcueil
 - C.N.E.T. Issy-Les-Moulineaux MRS. LACHAISE, GRENIER, GUERIN,
ROBERT.
 - C.S.E.E. MRS. CHAIGNE, SERON, MALET.
 - Lactamme MR. COLONNA.
 - Thomson CSF Rennes MR. NABATI BAHMAN.
-
- ▼ SIEMENS
 - C.I.T. Alcatel MR. MONTIER.
 - Hewlett-Packard MRS. Vital THIEBAUD, JACQUES,
MAS.
 - Schlumberger

2.- Etude du Matériel Existant et Première Elimination Suivant Les Critères Techniques et Financiers Relatifs au Cahier des Charges :

Les entretiens successifs avec les représentants des différentes sociétés ont permis une première élimination d'ue généralement aux problèmes techniques des systèmes proposés.

Ainsi GNT, Geveke, Data Général, Nuclétudes, CII, Honeywell-Bull, Siemens, ont proposé des systèmes incomplets et dont l'extension serait peu probable, ou longue à mettre en place, ou simplement très coûteuse.

Les sociétés restant en compétition sont les suivantes :

- Digital Equipment avec le Declab 11/40,
- Intertechnique avec le Plurimat S,
- GEPSI avec l'IMLAC,
- Hewlett-Packard avec l'Analyseur de Fourier,
- Télémécanique avec le T1600 et le Solar 16.

Les autres sociétés ont été contactées d'une part pour des fournitures partielles possibles, par exemple :

- Tektronix : pour ses consôles et sa tablette graphique,
- Ampex : pour le couplage et les transformations de son dérouleur TM 16 relié OFF Line au convertisseur déjà existant au C.N.E.T. ou ses autres dérouleurs de bande magnétique,
- Thomson CSF, IUT de Toulouse, CEA, et CIT Alcatel :
pour le traitement d'image vidéo,
- Philips : pour le matériel vidéo magnétoscope,

- Matra : pour sa tablette graphique,
- Blommé Automation et Shell : pour le matériel électroacoustique,
- Tekelex : pour ses dérouleurs de bande magnétique et son Printer-Plotter (imprimante électrostatique),

- Datel, Analog : pour ses boîtiers convertisseurs,
- A 2 M : pour ses mémoires First in First Out,
- C.S.E.E. : pour son Afigraph (console graphique),
- Gould : pour son Printer Plotter.

D'autre part pour des renseignements techniques des conseils, des démonstrations etc...

La Société Ampex a été éliminée après de nombreuses réunions qui n'ont pas abouti.

En effet, l'utilisation d'un dérouleur de bande magnétique de grande vitesse étant nécessaire au système, et le TM 16 étant le plus rapide en 800 bpi (150 ips) et déjà relié au convertisseur du CNET, il était préférable de coupler celui-ci aux différents miniordinateurs. Mais devant l'attitude "très pessimiste" du représentant qui préférait vendre son nouveau modèle TMA et qui répondait aux demandes de notifications, certifiées possible au moment de l'achat 3 ans auparavant (option écriture, couplage ordinateur) par des coûts très important avec immobilisation très longue, il a été nécessaire de prévoir une autre solution :

- Nouvelle unité de bande magnétique et nouveau CNA.

B - CONCEPTION DE DIFFERENTES UNITES INFORMATIQUES EN FONCTION
DES MATERIELS EXISTANTS

1.- A partir du matériel GEPSI

Ce matériel a été étudié pour les caractéristiques intéressantes de sa console de visualisation.

En effet, cette console, de 17' soit 43 cm de diagonale, est de type tube à rafraîchissement par lecture d'une mémoire contenant les informations à visualiser. Ceci permet le mouvement ou le changement de figures simples indépendamment les unes des autres.

Un système de base peut donc être conçu à partir de ce matériel. Il doit alors se composer des éléments suivants :

- une unité centrale de traitement mini-ordinateur PDS 16 avec 8 k mémoires (mots 16 bits).....	76.000 F
- le moniteur de 17' de diagonale teinté par un phosphore orange ou vert.....	7.650 F
- un light pen LPA.....	11.660 F
- les options graphiques GRP 1 (vecteur mode, point mode etc....)	19.700 F
- une mémoire 4 k additionnelle.....	26.100 F
- une alimentation.....	2.700 F
- une mémoire supplémentaire de 4 k.....	26.100 F
- une console de maintenance.....	13.500 F
soit un TOTAL H.T.....	183.410 F

De nombreux entretiens de discussion et de sensibilisation a permis d'aboutir à ce que la Société GEPSI puisse nous fournir les 6 premiers éléments avec 12,5 % de réduction sur le coût H.T.

Ce qui ramène le coût de ces éléments à 150.000 F T.T.C., somme prévue au départ pour permettre de compléter le système.

Pour rendre ce système opérationnel sur le plan graphique, il est nécessaire d'y adjoindre une sortie graphique, de type Plotter analogique lent, incrémental rapide, ou électrostatique très rapide, plus un clavier de fonction tel un clavier numérique d'un Télétype.

Ainsi, pour un logiciel donné, il est possible de dessiner (light pen), d'effectuer des transformations (clavier de fonction) et enfin, de sortir des résultats sur papier (imprimante graphique).

Pour rendre ce système opérationnel sur le plan de l'utilisation, sachant que :

- la mémoire ne peut être supérieure à 16 k,
- un point aléatoirement placé nécessite 4 mots mémoire,
- une étude fait sur place en Angleterre a montré que le rafraîchissement du tube, à partir de la mémoire, permet au maximum la visualisation de 2500 points aléatoires avant l'existence d'un début d'instabilité et de 3000 points aléatoires avant l'apparition du clignotement (flicker),
- et que par conséquent, 10 à 12 k sur 16 sont utilisés pour l'image (une taille plus faible appauvrirait nettement sur l'image). Il reste donc 4 à 6 k pour le logiciel.

Il est donc nécessaire de prévoir un logiciel très modulaire avec un logiciel de base servant à la gestion des périphériques conversationnels tel qu'un Télétype avec ses 4 fonctions (clavier alphanumérique, imprimante, perforation et lecture de ruban), de stockage des programmes, de données tel qu'un disque et d'une bande magnétique.

L'étude montre très vite qu'il devient nécessaire d'utiliser ce système lui-même comme un périphérique spécialisé dans le traitement d'image et couplé à un autre système.

En effet, l'extension du système se fait au détriment de la qualité de l'image (peu de points, de droites, de courbes, de signes d'où un manque de richesse) et il n'est pas envisageable de pouvoir traiter le signal sonore sans une obligation d'un très grand nombre de transferts entre la mémoire et le disque entraînant des temps d'exécution prohibitifs.

2.- A partir du matériel Digital Equipment

Les contacts avec la Société D.E.C. ont eu pour but l'étude du Système DECLAB 11/40, système spécialisé dans le traitement de signaux.

Par conséquent, il est possible de définir un système plus spécialisé dans nos besoins à partir de celui-ci et composé comme suit :

- une unité de traitement PDP 11/10 avec 16 k mots
mémoire de 16 bits..... 50.000 F
- un téléimprimeur silencieux 30 caractères/s LA36.. 12.500 F
- une unité de disque 2,4 Mégaoctets contrôleur
pour 8 unités..... 75.000 F

- cartouche disque.....	500 F
- baie de montage, alimentation.....	5.000 F
- lecteur perforateur de ruban.....	27.000 F
- chargeur câblé.....	25.000 F
- lecteur de cartes.....	33.000 F
- système d'acquisition LPS avec ADM boitier alimentation.....	11.600 F
- convertisseur analogique numérique 8 voies multiplexées, 12 bits, 50 kHz.....	8.530 F
- ADM supplémentaire.....	6.820 F
- horloge programmable.....	5.120 F
- sortie analogique pour console de visualisation...	7.500 F
- logiciel : RT II, Basic, Bibliothèque Scientifique	10.000 F

Ainsi conçu, le système et le traitement analytique permettent alors l'acquisition de signaux sonores de provenance analogique directe (micro), enregistrée (magnétophone, platine), générée (oscillateurs, synthétiseur etc...).

Mais, il faut ajouter les éléments suivants pour respecter le cahier des charges :

- au moins 16 k mots mémoire supplémentaire.....	60.000 F
--	----------

- une console de visualisation GT 42, 43 cm de diagonale, light pen, processeur graphique....	85.000 F
- interface table traçante.....	8.000 F
- une unité de bande magnétique 800 bpi, 45 ips, 9 pistes, contrôleur.....	73.000 F
soit un TOTAL H.T.....	503.570 F

auquel il faut ajouter, une table traçante ou imprimante rapide pour conserver des documents et un convertisseur numérique analogique pour écouter les résultats de synthèse et de les enregistrés.

Le coût est nettement au dessus de nos moyens et des discussions ont abouti à une réduction de 10 % (au même titre que le C.N.R.S.) et des réductions ponctuelles sur certains matériels, le but de l'utilisation n'étant pas lucratif. Les délais de livraison de 4 à 5 mois ont pu être réduits à 3 mois, sans garantie certaine, et un contrat de maintenance pour la première année après fin de garantie chiffré à 7 % du coût total.

3.- A partir du matériel Intertechnique :

Si le système précédent est avant tout un moyen d'acquisition rapide et de stockage suffisant, il n'a pas la capacité de faire du traitement simultanément car celui-ci est effectué par un logiciel, certes optimisé mais dont les temps d'exécution sont du domaine de la programmation.

Le système envisageable, à partir du matériel fourni par Intertechnique, permet de compenser la pénalisation en temps dû à son calculateur (temps cycle : 1 microser, temps moyen : 12 microser par instruction) par un prétraitement sur une quantité moyenne d'information ou un traitement sur une quantité faible, possible simultanément avec l'acquisition

et le stockage. Cette compensation est obtenue par un ensemble de fonctions câblées et par conséquent rapides liées successivement pour un logiciel succinct. Ces fonctions sont de quatre types :

- traitement du signal,
- traitement statistique,
- acquisition multiplexée,
- visualisation cartésienne, bi ou tridimensionnelle, polaire, complexe, etc...

Le système est voisin de la configuration Plurimat 5 :

- un calculateur Multi 20,
- une visualisation oscilloscopie avec générateur de caractères,
- un accès direct mémoire quadruple,
- un télétype ASR 33,
- un dérouleur bande magnétique 9 pistes 45 ips, 800 bpi ampère,
- une unité de disque à tête mobile M 1717, 2 fois 2,5 Mégaoctets,
- une mémoire 24 k mots de 8 bits,
- un convertisseur analogique numérique 12 bits,
- une horloge programmable,
- une table traçante XY sortie.

Le coût proposé de cette configuration est toutes taxes comprises d'environ : 420.000 francs.

Pout être opérationnel sur le plan visuel et musical, à la fois, le système doit comporter alors, une table graphique d'entrée pour les informations dessinées (partition symbolisée, signaux, courbes, graphes, objet, etc...)

4.- A partir du matériel Hewlet Packard :

Le système Hewlet, l'Analyseur de Fourier, est du même type que le Plurimat 5 d'Intertechnique. Les fonctions de traitement du signal ne sont pas câblées mais microprogrammées, le calculateur 2100 5 a un temps de cycle inférieur 990 us, les mémoires sont composées de mots de 16 bits.

Un logiciel avec exécution microprogrammée pour l'Analyseur de Fourier et l'analyse statistique avec visualisation sur console tektronise 4010 ou 4014 est disponible. Les calculs en virgule flottante sont microprogrammés. Les transferts sont rapides 1 mégamots 16 bits/s. Un convertisseur numérique analogique 14 bits, $\pm 10v$ avec atténuation et filtre passe-bas programmeable est couplé en sortie. Ce qui donne un système "muscle" auquel il faut ajouter un reprographe pour les sorties graphiques, une tablette graphique pour les entrées. Un devis détaillé est explicité ultérieurement.

5.- A partir du matériel Télémécanique :

Une première étude a été effectuée avec le T1600 comme unité de traitement de base. Mais, pour les raisons économiques de l'époque, les subventions permettant le financement de ce projet sont venues tardivement et l'apparition de la gamme Solar 16 a permis d'établir une nouvelle conception.

En effet, son architecture composé de 2 bus, de plusieurs processeurs et d'une mémoire extensible permet de définir une configuration adaptée aux besoins techniques et aux impératifs financiers.

Les caractéristiques techniques sont compétitives.

Tous les périphériques ne sont pas standard (bande magnétique, convertisseur numérique analogique) mais les couplages sont faisables. Un devis détaillé est explicité ultérieurement.

C - DEUXIEME SELECTION A PARTIR DES DIFFERENTES CONCEPTIONS

Si le système conçu, à partir du matériel GEPSI, a peu être éliminé comme unité de base après les essais effectués à Londres, les autres systèmes ont posé de grandes difficultés en raison des compromis possibles entre les différents plans d'études aussi bien sur le plan financier (coût du matériel, du fonctionnement de la maintenance) que celui de la qualité du matériel, des services rendus (vente et après-vente), des problèmes de couplages, des caractéristiques techniques, d'utilisation et de la qualité des résultats possibles à obtenir.

Le coût important et le manque d'intérêt culturel et commercial présenté, malgré tout essai de sensibilisation, par le représentant de Digital Equipment n'a pas permis une entente fructueuse pour les deux parties et le système devant en résulter a été abandonné.

La Société Intertechnique, au contraire, a montré un grand intérêt, une grande sympathie pour ce projet, de nombreuses réunions, démonstrations et discussions ont été organisées pour trouver un terrain d'entente commune et aboutir à un résultat concret positif.

Malheureusement, le temps a joué un rôle néfaste. En effet, si Intertechnique était en mesure de nous livrer dans le mois un matériel intéressant à des prix assez compétitifs, les décisions, sur le plan financier, ne pouvaient être prises en raison des difficultés économiques et gouvernementales.

Les subventions n'arrivant pas, un engagement sur l'avenir était alors de nature peu raisonnable et les risques un peu grand, surtout pour prévoir un emprunt comme location vente pour les sommes dépassant le montant de ces subventions.

Mais le temps passant, l'espoir restait pour Intertechnique et était ravivé par nos entretiens malgré les occasions impre- nables. Parallèlement, d'autres études sur des matériels nouveaux commençaient et prirent de plus en plus de poids surtout devant les difficultés rencontrées par un bon nombre d'utilisateurs du matériel Intertechnique et des problèmes avec les Services Après-Vente dont les représentants très joviaux et compatissants n'arrivaient pas à résoudre efficacement ces problèmes.

Les sommes nécessaires étant enfin débloquées, le doute restant, les bonnes occasions étaient manquées, les caractéristiques techniques dépassées. Beaucoup d'effort, sans doute, et de déception.

Seules deux sociétés sont restées en compétition :

- Hewlett-Packard et,
- Télémécanique.

D - Conception finale du S.I.L.O. choisi :

1) Réalisation et acquisition possible dans l'immédiat :

Les études successives ont montré que les sociétés en mesure de répondre aux besoins définis précédemment, dans les limites des moyens de financement du C.E.M.A.Mu, sont les suivantes :

a) Hewlet Packard et Tektronix

avec la proposition N° VT/F025/FD du 30 octobre 1975 :

Analyseur de Fourier : HP 5451B/005 :

- Processeur HP 2100S : temps de cycle 990 ns
- 16 kmots mémoire 16 bits plus extension 16 kmots 16 bits
- Unité 2 convertisseurs Analogiques/numériques : 12 bits, 200 kHz par voie
- Clavier de commande
- Unité d'affichage avec oscilloscope
- Logiciel avec exécution microprogrammée pour l'analyse de Fourier et l'analyse statistique avec visualisation tektro
- virgule flottante microprogrammée
- 1 bus de transfert : entrée/sortie 1 mégamot 16 bits/s
- couplage tektro 4014

Montant H.T.....	313 800,00 F	1
après remise 15 %.....	266 730,00 F	
Total H.T.	266 730,00 F	

- Unité Bande Magnétique 9 pistes 800 bpi 45 ips		
Montant H.T.....	45 924,00 F	2
après remise 15 %.....	39 035,40 F	
Total H.T.	305 765,40 F	

- Unité Disques 2,4 mmots 16 b		
Montant H.T.....	70 280, 00 F	3
après remise 15 %.....	59 738,00 F	
Total H.T.	365 503, 40 F	

- Lecteur de ruban 415 c/s		
Montant H.T.....	11 546,00 F	4
après remise 15 %	9 814,60 F	
Total H.T.	375 318,00 F	

- Convertisseur Numérique/Analogique 14 bits \pm 10 v
atténuateur et filtre passe-bas programmable
Montant H.T..... 40 160,00 F 5
Total H.T. 415 478,00 F

- Lecteur de cartes marquées ou perforées 300 c/mn
Montant H.T..... 20 000,00 F 6
Total H.T. 435 478,00 F

Commentaires :

- Le système ne comprend pas le Tektro 4014
- Prix au cours du Dollar : 4,60 F révisible par variation de 2,5 %
- 1, 2, 3, 4, matériel de démonstration
- 5, 6 matériel neuf garanti 3 mois
- matériel de démonstration non garanti mais maintenance possible
- maintenance sur l'ensemble pour un an, 7,2 du prix
- transport et installation compris
- système clé en main total
- il existe un logiciel graphique Tektro
- délais de livraison : deuxième quinzaine janvier 1976
- possibilité de location-vente 3 ans avec L 2M

b) La Télémécanique et Tektronix

avec la proposition N° 5L645/IS/75/054 du 3 et 13 novembre 1975

Configuration SOLAR 16/40

- Processeur 16/40 : temps de cycle 750 ns
- 32 kmots 16 bits
- chaîne de mesures programmable
- 8 entrées différentielles \pm 10 v, \pm 5 v, \pm 2 v, \pm 1
- Résolution : 8 bits 100 kvoies/s, 1 Q₇₀ 70 kvoies/s, 12 b 50 kvoies/s
- Commande et affichage sur Visu Tektro 4014
- Logiciel de base
- Bibliothèque importante de programmes en plus
- virgule flottante microprogrammée
- dispositif de protection et réallocation mémoire
- processeur Entrées/sorties
- 2 bus
- entrées/sorties 3 modes : max. : 1,0 moctets/s

- Télé imprimeur ASR 33		
- Couplage Tektro 4014		
Montant H.T.....	142 350 F	
Logiciel : basic S	2 000 F	
basip S.....	3 000 F	1
SPL	2 500 F	
SSP.....	2 500 F	
Total H.T.	152 350 F	
- Unité Bande Magnétique		
Montant H.T.....	53 000 F	2
Total H.T.	205 350 F	
- Unité de Disques 10 moctets		
Montant H.T.....	65 000 F	3
Total H.T.	270 350 F	
- Lecture effectuée par ASR 33		
Total H.T.	270 350 F	4
- Coupleur universel TTL pour convertisseur N/A de chez Datel ou Analog Devises		
Montant H.T.....	2 900 F	5
Total H.T.	273 250 F	
- Lecteur de cartes 400/mn		
Montant H.T.....	22 120 F	6
Total H.T.	295 370 F	

Commentaires :

- Le système ne comprend pas le tektro 4014
- Prix catalogue
- analyse de Fourier et statistique non microprogrammées
- matériel neuf
- délai de livraison : avril 1976
- fonctions virgule flottante cablées : juillet 1976
- transport et installation non compris (2 %) voir conditions générales de vente
- système incomplet : manquent les c N/A à acheter ailleurs (Datel, Analog devises), couplage à faire.
- le Lactame possède un logiciel important sur T 1600 théoriquement utilisable sur SOLAR 16/40
- maintenance
- lising possible :

c) Complément sur système Télémécanique

- Convertisseur N/A

Datel : DAE HR 16 bits 1 μ s 500 kmots/s limite sur carte

sortie courant + ampli ± 10 v 10 mA sans couplage avec coupleur universel TTL

Montant H.T. CNA 1 944 F

alimentation..... 514 F

Total H.T. 297 828 F

- Alimentation supplémentaire 200 w

montant H.T..... 2 200 F

Total H.T. 300 028 F

- Tablette xy DAMO avec coupleur ou Tablette tektro 4953 : 17 437 F

Montant H.T. 22 500 F

Total H.T. 322 528 F

- Lecteur ruban perforé 125 cps.. 8 000 F

- Perforateur 75 cps 15 000 F

- Hard copy sur Tektro..... 22 970 F

- Cartouche disque avec Logiciel

2- Etude financière

a) Avec la société L2M

Cette société nous a fait une proposition de location-vente (lising) sur 3 ans pour le matériel Hewlet Packard.

Ce contrat consiste au versement initial de 300 000 F T.T.C. puis pour les années suivantes : 6 000 F, 291 600 F et 19 000 F comme somme résiduelle soient : 616 600 F T.T.C.

auxquels il faut ajouter 2 ans de maintenance ou un contrat d'intervention.

b) Avec la société LocaFrance

Cette société nous a fait plusieurs propositions avec le matériel Télémécanique comme élément de base.

Une première étude financière a été faite pour définir l'opportunité d'un crédit-bail dont le coût est important mais dont l'existence permet l'acquisition immédiate d'un matériel plus important et remboursable sur plusieurs années et surtout le remboursement des 10 % de la T.V.A. prévue dans la re-lance économique pour l'investissement à la production :

-Achat du matériel sous location-vente prix catalogue Télémécanique :

Soit :

x= 300 000 F, le coût T.T.C. du matériel pouvant être acheté dès maintenant.

Ceci revient à :

250 000 F HT, c'est-à-dire le matériel décrit en 1, 2, 5 dans la liste établie précédemment

- ~~Achat du matériel sous location-vente avec réduction 10 % C.N.E.T.~~

Soit :

x= 300 000 F T.T.C.

Ceci revient à :

277 778 F HT, correspondant au matériel 1, 2, 3, 4, 5, 7.

Avec cette réduction il est donc possible de prévoir l'achat supplémentaire du matériel 3, 5 et 7

- Achat du matériel avec location-vente prix catalogue :

Soit :

x= 300 000 F T.T.C.

y = achat supplémentaire HT

nous avons donc :

$$A = \left(\frac{x}{1,2} + y\right) = \text{prix total d'achat HT}$$

B = A x 0,10 = récupération TVA = acompte minimum

C = A x 1,2 = Total d'achat TTC

D = C - x - B = somme TTC du matériel à mettre en location-vente

L = D x k x 1,2 x + R = coût location-vente TTC (R = Résiduel TTC, k = coefficient de mensualité, n = nombre d'années

T = L + x = total payé après n années

$$T = \left(\frac{x}{1,2} + y \right) 1,2 - x - \left(\frac{x}{1,2} + y \right) 0,1 \quad 12 nk + R + x$$

$$T = (13,2 y - x) nk + R + x = 13,2 nky + (1-nk)x + R \\ = ay + b$$

étant donné cette équation, il faut trouver y et (n,k) qui minimise T
1)

$$\text{si } T=n \quad y = \frac{nkx - R}{13,2 nk} =$$

bénéfice dû à la locatàon

2)

$$\text{si } T = x + z$$

z étant la possibilité de financement TTC dans les n années

$$y = \frac{nkx - R + z}{13,2 nk} = y + \frac{z}{13,2 nk}$$

$$R = m \left(\frac{x}{1,2} + y \right) 1,2 \quad (R \text{ est la valeur résiduelle de } m \% \text{ sur le montant TTC initial })$$

nous avons donc :

dans le premier cas :

$$y = \frac{nkx - m(x + 1,2 y)}{13,2 nk} \quad (y \text{ représente le bénéfice dû à la location})$$

$$y = \frac{(nk - m) x}{13,2 nk + 1,2 m}$$

ex :

$$\text{si } n = 3, \quad k = 0,0325, \quad m = 0,06, \quad x = 300\ 000$$

$$y = \frac{(3 \times 0,0325 - 0,06) 300\ 000}{13,2 \times 3 \times 0,0325 + 1,2 \times 0,06} = \frac{11\ 250}{1\ 359} = 8\ 278,15 \text{ HT}$$

et pour

$$x = 250\ 000$$

$$y = 7\ 446,38 \text{ HT}$$

dans le deuxième cas :

$$y = y + \frac{z}{13,2 nk} = 8\ 278,15 + \frac{z}{1\ 287}$$

z TTC	x = 300 000 F TTC	x = 250 000 F TTC
	y HT	y HT
1 000	9 055,15	
2 000	9 832,15	
3 000	10 609,15	
4 000	11 386,15	
5 000	12 163,15	11 331,38
10 000	16 048,16	15 216,39
20 000	23 818,16	22 986,40
30 000	47 128,19	46 296,41

- Achat du matériel avec location-vente et réduction N en pourcentage C.N.E.T.
Soit :

$$x = 300\ 000\ \text{F T.T.C.}$$

y = achat supplémentaire HT

$$A = \left(\frac{x}{1,2} + y \right) N = \text{prix total d'achat HT avec N en pourcentage de réduction}$$

$$B = A \times 0,1 \quad \text{récupération TVA}$$

$$C = A \times 1,2 \quad , \quad D = C - x - B \quad , \quad L = D \times k \times 12n + R$$

$$T = L + x$$

$$T = \left(\frac{x}{1,2} + y \right) N \times 1,2 - x - \left(\frac{x}{1,2} + y \right) N \times 0,1 \quad 12 nk + R + x$$

$$T = 13,2 Nnk + (1 - (12 - 11 N) nk) x + R$$

influence de N : T augmente moins vite en fonction de y

1)
si T = x

$$y = \frac{(12 - 11 N) nkx - R}{13,2 Nnk}$$

$$y = \frac{y}{N} + \frac{11 (1 - N) x}{13,2 N}$$

2)

$$\text{si } T = x + z$$

$$R = m \left(\frac{x}{1,2} + y \right) N \times 1,2$$

$$1) y = \frac{((12 - 11 N) nk - m N) x}{13,2 Nnk + 1,2 Nm}$$

ex :

si $n = 3$, $k = 0,0325$, $m = 0,06$, $N = 0,90$, $x = 300\ 000$

$$y = \frac{((12 - 11 \times 0,9) 3 \times 0,0325 - 0,06 \times 0,9) 300\ 000}{13,2 \times 0,9 \times 3 \times 0,0325 + 1,2 \times 0,9 \times 0,06} = 0 \frac{0,15\ 075\ n}{1,2231}$$

$$y = \frac{45\ 225}{1\ 2231} = 36\ 975,72 \text{ HT}$$

et pour

$x = 250\ 000$

$y = 30\ 813,10 \text{ HT}$

$$2) y = y + \frac{z}{1,1583}$$

$13,2 nk = 1,1583$

	$x = 300\ 000$	$x = 250\ 000$
z	y	y
1 000	37 839,05	31 676,44
5 000	41 292,39	35 129,77
10 000	45 609,06	39 446,44
50 000	80 142,43	73 979,81

Une deuxième Etude financière plus complète a été faite pour chiffrer les pertes dues à la location-vente mais compensées par la récupération de 10 % sur la TVA et par l'intérêt perçu sur les sommes déjà en notre possession et non utilisées immédiatement.

Possibilité de location-vente (crédit- bail) pour l'achat du matériel Informatique du C.E.M.A.Mu. :

Société fournissant le matériel informatique : Télémécanique

Société assurant le crédit-bail : Locafrance

But :

- étaler le financement en plusieurs années
- bénéficier du remboursement de 10 % de la TVA prévu dans "la relance économique" par l'investissement à la production
- compensation du coût de la location
- placement à court terme des sommes en notre possession

Problèmes posés :

- Est-il profitable de faire une location-vente ?
- sinon, que pouvons-nous acheter pour les sommes que nous possédons ?
- si oui quel contrat choisir pour limiter les pertes dues à la location-vente ?
- sur quelle somme pouvons-nous nous engager ?

Estimation des possibilités :

- pour posséder un matériel informatique de base, il nous faut acheter pour 350 000 f HT catalogue
- mais, il faut retrancher 6 % de réduction fait Télémécanique soit 329 000 F HT
- et 394 800 F TTC 4000 000 F TTC majoré
- l'achat direct d'un tel matériel est impossible car nous ne possédons que : 320 000 F TTC
- avec une location-vente sur 4 ans en tarif dégressif possédant une somme de 320 000 F , nous pouvons acheter pour 310 000 F TTC ou 258 000 HT de matériel sans que cela nous coûte davantage.
- reste donc à trouver dans ces 4 ans une somme équivalente à la location

soit : 400 000 - 310 000 = 90 000 TTC de matériel

soit : 100 000 TTC sur 4 ans

- avec une location-vente sur 5 ans il faut compter 10 000 F TTC supplémentaires.

Achat direct du matériel Informatique

x = somme en notre possession TTC

A = somme HT

$$A = \frac{n}{1,2}$$

x TTC	A HT	x sur 4 ans dégressif HT	différence 4 ans HT	x 5 ans dégressif	différence 5 ans HT
300 000	250 000	242 674,75	-7 325,25	233 346,63	-16 653,37
320 000	266 667	258 853,06	-7 813,94	248 903,07	-17 763,93
			pertes		pertes

- Schéma financier sur 4 ou 5 ans

Soient :

X la somme TTC du matériel Informatique

x la somme TTC en notre possession

y la somme supplémentaire à trouver dans les 4 ou 5 ans

nous avons donc :

$$X = x + y$$

$$A = \frac{X}{1,2} \quad \text{somme HT du matériel}$$

$$B = A - 0,9 \quad \text{réduction due au remboursement TVA}$$

- on ne tiendra pas compte de la somme à placer de la date de commande à la date de livraison

$S = x - B x T$ = somme Tk à placer pendant 1 an (date de livraison à date de livraison année suivante) avec $k = 1,2$ TVA

$P = S (1 + V)$ = somme TTC en notre possession après 1 an
avec $V =$ coefficient d'intérêt

$$S = P - B T k$$

$$S = P - B T k$$

$$P = S (1 + V)$$

$P = S (1 + V) =$ somme restante en banque après 4 ans

$$S = P - B x T k$$

$$S = P - B T k$$

$$P = S (1 + V)$$

$P = S (1 + V) =$ somme restante en banque après 5 ans

$R = 0,06 + 6 =$ valeur résiduelle pour devenir propriétaire du matériel

$I = P - R_k$ $I = P - R_k$

$P_n = x(1+V) - 6k T (1+V)$

-Location-vente sur une somme à venir

Soit :

Y cette somme TTC

$A = \frac{Y}{1,2}$ somme HT

$B = 0,9 A$ récupérable TVA 10 %

$P = BT \times 1,2$

$P = BT \times 1,2$

$R = 0,054 \frac{Y}{1,2} \times 1,2 = 0,054 Y$ pour 4 et 5 ans

$C = 6 T + R = 0,9 \frac{Y}{1,2} \times 1,2 T + 0,054 y =$ coût de la location-vente en fonction de la somme allouée

$C = (0,9 T + 0,054) Y$

Contrat	T	C	Y TTC	coût location-vente Z TTC
4 ans dégressif	1,17257	1,109313 Y	30 000	33 279,39
			40 000	44 372,52
			50 000	55 465,65
			60 000	66 538,78
			70 000	77 651,91
			80 000	88 745,04
			90 000	99 838,18
			100 000	110 931,30
			110 000	122 024,43
sans dégressif	1,18108	1,116972 Y	30 000	33 509
			50 000	55 848
			70 000	78 188
			80 000	79 327
			90 000	100 527
			110 000	122 867
			120 000	134 036

Inversement :

Z est la somme à venir

Y est l'engagement possible

4 ans dégressif

$$T = 0,41849 \quad T = 0,26057$$

$$T = 0,31190 \quad T = 0,18161$$

$$P = 1,26247696 n - 0,9 (n + y) (0,41849x I,26247696 + 0,31196 x I,191016 + 0,26057 x I,1236 + 0,18161 x I,06)$$

$$P = 1,26247696 n - 0,9 (n + y) (0,528333983 + 0,3714778904 + 0,292776452 + 0,1925066)$$

$$P = 1,26247696 n - 1,246585433 y$$

$$R = 0,054 (n + y)$$

$$I = -0,038108473 x - 1,300585433 y$$

$$I = 0$$

$$y = \frac{0,038108473}{1,300585433} x = -0,0293010147 x = y \quad \text{perte sur 4 ans}$$

x TTC	y TTC	X TTC	X HT
300 000	- 8790,30	291 209,70	242 674,75
320 000	- 9376,32	310 623,68	258 853,06

Sur 4 ans

$$2 \text{ ans } T \text{ et } T = 0,35799$$

$$T \text{ et } T = 0,23866$$

$$P = n(I,06) - \left(\frac{n+y}{1,2} 0,9 x 1,2 \right) (T (1,06 + 1,06) + T (1,06 + 1,06))$$

$$P = 1,26247696 n - 0,9 (n + y) (0,35799 (2,45349296) + 0,23866 x 2,1836)$$

$$P = 1,26247696 n - 0,9 (n + y) (1,399463921)$$

$$P = 0,002959431 x - 1,259517529 y$$

$$R = 0,054 (x + y)$$

$$I = -0,051040569 x - 1,313517529 y$$

$$I = 0$$

$$y = -\frac{0,051040569}{1,313517529} x = -0,0388579275 x = y \quad \text{perte sur 4 ans}$$

x TTC	y TTC	X TTC	X HT
300 000	-11 657,38	288 342,62	240 235,52
320 000	-12 434,54	307 565,46	256 304,55

Sur 3 ans

taux constant $T = 0,38094$

$$P = (1,06) x - 0,9 (x + y) T (1,06 + 1,06 + 1,06)$$

$$P = 1,191016 x - 0,9 (x + y) 0,38094 (3,374616)$$

$$P = 1,191016 n - 1,156973597 (n + y)$$

$$P = 0,034042403 n - 1,156973597 y$$

$$R = 0,054 (x + y) + 0,2 x 0,2 x 0,9 (x + y) = 0,09 (x + y)$$

$$I = - 0,055957597 n - 1,246973597 y$$

$$I = 0$$

$$y = - \frac{0,055957597}{1,246973597} x = - 0,0448747248 x = y \quad \text{perte sur 3 ans}$$

x TTC	y TTC	X TTC	X HT
300 000	-13 462,42	286 537,58	238 781,32
320 000	-14 359,91	305 640,09	254 700,07

Sur 4 ans :

n coefficient

$$T = C = 0,30686$$

$$P = x (1,06) - \frac{(x+y) 0,9}{1,2} x 1,2 T (1,06 + 1,06 + 1,06 + 1,06)$$

$$P = n x 1,26247696 - (n + y) 0,9 x 0,30686 x 1,63709296$$

$$R = 0,06 x 0,9 (n + y) = 0,054 (n + y)$$

$$I = - 0,072167551 x - 1,334644511 y$$

$$I = 0$$

$$y = - \frac{0,072167551}{1,334644511} x = - 0,0540724892 x = y \quad \text{perte sur 4 ans}$$

xTTC	y TTC	X TTC^	X HT
300 000	-16 221,75	283 778,25	236 481,88
320 000	-17 303,20	302 696,80	252 247,33

Sur 5 ans :

Taux dégressifs

$$T = 0,47751$$

$$T = 0,18592$$

$$T = 0,10424$$

$$T = 0,29734$$

$$T = 0,11607$$

$$P = (1,06) x - 0,9 (x + y) (T (1,06) + T (1,06) + T (1,06) + T (1,06) + T (1,06))$$

$$P = 1,333225578 x - 0,9 (x + y) (0,6390160958 + 0,3753848993 + 0,2214336947 + 0,130416252 + 0,166784)$$

$$P = 1,338225578 x - 0,9 (x + y) 1,533034942$$

$$P = - 0,04150587 x - 1,379731448 y$$

$$R = 0,054 (x + y)$$

$$I = - 0,09550587 x - 1,433731448 y$$

$$I = 0$$

$$y = - \frac{0,09550587}{1,433731448} x = 0,0666135001 x = y \quad \text{perte sur 5 ans}$$

x TTC	y TTC	X TTC	x HT,
300 000	- 19984,05	280 015,95	233 346,63
320 000	- 21316,32	298 683,68	248 963,07

Une dernière étude plus précise a été effectuée pour définir les différents systèmes envisageables avec location vente, matériel provenant de la Télémécanique, de Tektronix, de Tekelec et autres fournisseurs moins importants.

PCB 400	Processeur Solar 16/40 CPU 40 Unité centrale RK 506 Rack 6 unités PWS 20 Alimentation 200W, 220V 50Hz	25.400 F.
PCB 401	Plus-value pour rack fixe 12U	1.000 F.
PCB 402	Plus-value baie 19" 36U BAB 36	4.500 F.
INT 000	Coupleur pour ASR 33	1.500 F.
INT 003	Pupitre opérateur avec interface	2.000 F.
INT 002	Horloge temps réel à quartz	1.500 F.
MPP 400	Microprogramme pour gestion pupitre	1.500 F.
MPX 400	Extension scheduleur et sémaphore	2.500 F.
MPX 401	Plus-value gestion opérateur flottant	1.500 F.
DRP 400	Dispositif protection réallocation mémoire	8.000 F.
FFP 000	Fonctions câblées	13.000 F.
SCM 320	Mémoire 32K 16 bits + parité, cycle 750 ns	35.000 F.
BAT 050	Batterie de maintien	800 F.
IOP 100	Processeur d'entrées/sorties	10.000 F.
ASR 330	Télétype ASR 33	11.000 F.
ASR 332	Plus-value pour alimentation 115V 60Hz	1.200 F.
MHB 000	Module de base pour 1 à 4 unités disque têtes mobiles	20.000 F.
MHU 100	Unité disque 2 x 5 M octets	45.000 F.
		<hr/>
		185.400 F. HT
CIC 480	Horloge programmable, 4 registres comptage	3.500 F.
DCO 480	Module de raccordement pour E/S	450 F.
AMH 080	Chaine de mesure programmable (C A/N)	9.500 F.
DCO 240	Module de raccordement pour E/S	300 F.
CPI 000	Pupitre de raccordement	6.600 F.
PWS 200	Alimentation supplémentaire 200W	2.200 F.
GPI 320	Coupleur universel TTL pour C N/A	2.900 F.
ASV 010	Coupleur asynchrone pour Tektronix 4014	2.800 F.
		<hr/>
		213.650 F. HT
CRE 040	Interface pour lecteur de cartes	7.000 F.
CRE 041	Lecteur de cartes	15.000 F.
		<hr/>

a = 235.650 F. HT

Choix supplémentaires :

MTU 450	Unité bande magnétique 800bpi, 45ips	33.000 F.
MTB 080	Module de base pour MTU 450	20.000 F.

b = 53.000 F. HT

ou :

1 150 310 01 Coupleur entre Solar et dérouleur Tekelec c = 14.000 F. HT
avec cable de raccordement

LIVRAISON : Taux \approx 0.0158 HT

MAINTENANCE : 1^{ere} année : Taux 0.0915 HT

LOGICIEL TELEMACHANIQUE

- Logiciel gratuit

ASM 16 Langage assembleur
PL 16 Langage système évolué
EDILE Editeur de liens
BUILDER Chargeur disque
EDITEX Editeur de texte
MACP Macroprocesseur
AID Aide à la mise au point
DRIP 16 Aide à la mise au point en temps réel
IOCS Moniteur de gestion des entrées/sorties
FMS mono Moniteur de gestion de fichiers segmenté
FMS stand- Moniteur de gestion de fichiers résident
ard
BIB FOR Sous-programmes d'exécution FORTRAN IV
BIB STD Fonction standard simple précision, arithmétique
et fonction complexes
BIB DBL Arithmétique et fonction double précision
BIF FIC E/S et manipulation fichier
BIB RTE Sous-programme d'accès aux requêtes temps
réel par FORTRAN
BIB UTI Sous-programme utilitaires

- Logiciel payant utilisable sur le système

FORTRAN IV	2.000 F.
BOS-D	2.500 F.
BASIC-S	2.000 F.
BASIPS	3.000 F.
SPL	2.500 F.
SSP	2.500 F.

1 = 14.500 F.

COMMANDE CHEZ TEKTRONIX

Tablette graphique 4954 1m x 0.80 m
avec curseur réf. : 119 0622 00

29.403,00 F.
1.591,92 F.

d = 30.994,92 F. HT

Le curseur n'est être pas nécessaire immédiatement.

Option :

Reprographe Hard-copy 4631 sur Tektronix 4014

e = 23.862,00 F.

Le logiciel graphique Tektronix est en FORTRAN IV :

- pour la tablette 609 F. HT (à besoin du suivant pour fonctionner)
- pour le Tektronix 3.502 F. HT

Mais un logiciel graphique meilleur est en préparation chez Télémécanique (en assembleur) et il en existe sur T1600 au CNET au LACTAME (manuel ST1537 pour T1600).

MAINTENANCE : Garantie 1 an.
Futur contrat avec le CNET

LIVRAISON : 2‰.

Variation du prix en fonction du dollar (4,35 ± 2,5%)

COMMANDE CHEZ TEKELEC

En remplacement du Hard-copy Tektronix

Printer Plotter Versatec	55.630 F. HT
96 caractères ASC II, 200 points par pouce	
Logiciel	5.850 F.
Interface avec Teketronix 4014	6.500 F.
	<hr/>
	f = 67.980 F. HT

à prévoir le couplage sur Solar
machine livrée fin juin

En remplacement du dérouleur 800 bpi Télémécanique

Dérouleur 800/1600 bpi Kennedy modèle 9000, 45 ips	
Formateur modèle 9217	
Interface sur coupleur Solar 9217	g = 72.220 F. HT

MAINTENANCE : 1^{ere} année 6%
 Suivante 9%

LIVRAISON : Gratuite

Variation du prix en fonction du dollar (4,35 ± 2,5%)

PRIX D'ACHAT DU MATERIEL TTC

TELEMECANIQUE : 6% réduction et TVA

$$a \times 0,94 \times 1,20 = 1,128 a$$

A = 1,128 a = 265.813,20 F. TTC système base sans BM

B = 1,128 b = 59.784,00 F. TTC BM 800 bpi

C = 1,128 c = 15.792,00 F. TTC Coupleur pour 800/1600 bpi

L = 1,128 l = 16.356,00 F. TTC Logiciel payant

TEKTRONIX : 3% payement comptant (à la commande ou livraison) et TVA

D = 0,97 x 1,20 d = 1,164 d = 36.078,09 F. TTC Tablette graphique

E = 1,164 e = 27.775,37 F. TTC Hard-copy

TEKELEC : TVA

F = 1,2 x f = 81.576 F. TTC Printer plotter Versatec

G = 1,2 g = 86.664 F. TTC Dérouleur BM 800/1600 bpi

Prévoir le prix d'achat du matériel suivant

- Convertisseur numérique/analogique DAC de DATEL ou Analog Devise
Cout = 3000 F. TTC
- Couplage Versatec sur Solar
- Le coût d'un logiciel supplémentaire exécuté à l'extérieur.

Ces coûts peuvent être, pour le travail et non le matériel, payés par la taxe d'apprentissage versée sous contrat à une école.

COUT DE L'OPERATION LOCATION-VENTE

Taux dégressifs sur 4 ans :

$$T_1 = 0,41849 \text{ à payer avant le 31 décembre 1975}$$

$$T_2 = 0,31190$$

$$T_3 = 0,26057$$

$$T_4 = 0,18161$$

Valeur résiduelle : $R = 0,06$

Remboursement TVA : 10% du prix HT

$$X_1 = (1,056213 + 0,054) Y = 1,109313 Y$$

$$X_1(A) = 294.870,04 \text{ F. TTC}$$

$$X_1(B) = 66.319,17 \text{ F. TTC}$$

$$X_1(C) = 17.518,27 \text{ F. TTC}$$

$$X_1(D) = 40.021,89 \text{ F. TTC}$$

$$X_1(E) = 30.811,58 \text{ F. TTC}$$

$$X_1(F) = 90.493,32 \text{ F. TTC}$$

$$X_1(G) = 96.137,50 \text{ F. TTC}$$

$$X_1(L) = 18.143,92 \text{ F. TTC}$$

TELEMECANIQUE

- a) système de base
- b) bande magnétique
800 bpi

TEKTRONIX

- d) Tablette graphique
- e) Hard-copy

TEKELEC

- f) Printer Plotter
Versatec
- g) dérouleur BM
800/1600 bpi
- l) logiciel Telemec
payant

TAUX 2 x 2 SUR 4 ANS

$$T_1 = T_2 = 0,35799$$

R = 0,06 valeur résiduel

$$T_3 = T_4 = 0,23866$$

Y = somme TTC d'achat de matériel

$$X_2 = (\sum T_i + 0,06) \times 0,9 Y$$

$$X_2 = 1,2533 \times 0,9 Y$$

$$X_2 = 1,12797 Y$$

$$X_2(A) = 299.829,32 \text{ F. TTC}$$

$$X_2(B) = 67.434,56 \text{ F. TTC}$$

$$X_2(C) = 17.812,90 \text{ F. TTC}$$

$$X_2(D) = 40.695,00 \text{ F. TTC}$$

$$X_2(E) = 31.329,78 \text{ F. TTC}$$

$$X_2(F) = 92.015,28 \text{ F. TTC}$$

$$X_2(G) = 97.754,39 \text{ F. TTC}$$

$$X_2(1) = 18.449,07 \text{ F. TTC}$$

TAUX IDENTIQUES SUR 4 ANS

$$T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = 0,30686$$

$$R = 0,06$$

$$X_3 = 0,9 (\sum T_i + R) Y$$

$$X_3 = 0,9 (1,22744 + 0,06) Y$$

$$X_3 = (1,28744) Y$$

$$X_3 = 1,158696 Y$$

$$X_3(A) = 307.996,69 \text{ F. TTC}$$

$$X_3(B) = 69.271,48 \text{ F. TTC}$$

$$X_3(C) = 18.298,13 \text{ F. TTC}$$

$$X_3(D) = 41.803,54 \text{ F. TTC}$$

$$X_3(E) = 32.183,21 \text{ F. TTC}$$

$$X_3(F) = 94.521,78 \text{ F. TTC}$$

$$X_3(G) = 100.417,23 \text{ F. TTC}$$

$$X_3(L) = 18.951,63 \text{ F. TTC}$$

TAUX DEGRESSIF SUR 5 ANS

$$T_1 = 0,47751 \quad T_3 = 0,18592 \quad T_5 = 0,10424$$

$$T_2 = 0,29734 \quad T_4 = 0,11607 \quad R = 0,06$$

$$X_4 = 0,9 (\sum T_i + 0,06) Y$$

$$X_4 = 0,9 (1,18108 + 0,06) Y$$

$$X_4 = 0,9 \times 1,24108 \times Y$$

$$X_4 = 1,116972 Y$$

$$X_4(A) = 296.905,90 \text{ F. TTC}$$

$$X_4(B) = 66.777,05 \text{ F. TTC}$$

$$X_4(C) = 17.639,22 \text{ F. TTC}$$

$$X_4(D) = 40.298,22 \text{ F. TTC}$$

$$X_4(E) = 31.024,31 \text{ F. TTC}$$

$$X_4(F) = 91.118,11 \text{ F. TTC}$$

$$X_4(G) = 96.801,26 \text{ F. TTC}$$

$$X_4(L) = 18.269,19 \text{ F. TTC}$$

Coût des différents types de système

Système a + l + b + d + e : prix d'achat : 405 806,66 F TTC
338 172,22 F HT

Types loc	Taux dégressifs 4 ans	Taux 2 x 2 sur 4 ans	Taux égaux 4 ans	Taux dégressifs 5 ans
Coûts TTC	450 166,60	457 737,73	470 206,55	453 274,68
Payements TTC				
du 31 déc. 75	152 843,43	130 747,25	112 073,25	174 399,06
Avril 77	113 913,99	130 747,25	112 073,25	108 596,30
Avril 78	95 166,94	87 164,84	112 073,25	67 902,82
Avril 79	66 328,69	87 164,84	112 073,25	42 391,78
Avril 80				38 071,16
Valeur résiduelle	21 913,56	21 913,56	21 913,56	21 913,56
Coût livraison	5 402,86 <u>127,71</u> 5 530,57			
Maintenance 1ère année Suivantes	<u>31 288,72</u> 31 288,72			
Placement 6 % 6 % /an	Somme en banque en fin de période			
Actuel	320 000,00	320 000,00	320 000,00	320 000,00
4/76-4/77	177 185,96	200 607,92	220 402,46	154 337,00
4/77-4/78	67 068,29	740 052,30	114 828,85	48 485,14
4/78-6/79			2 920,94	
4/79-4/80				
Somme à trouver	28 098,65 avant 4/78	13 112,54 avant 4/78	109 152,31 avant 4/79	19 417,68 avant 4/78

Système a + 1 + b + d + f = prix d'achat : 459 607,29 F TTC
383 006,08 F HT

Types loc	Taux dégressifs 4 ans	Taux 2 x 2 sur 4 ans	Taux égaux 4 ans	Taux dégressifs 5 ans
Coûts	509 848,34	518 423,23	532 545,13	513 368,47
Payements				
Avant 31/12/75	173 106,95	148 081,33	126 931,58	197 520,37
Avril 77	129 016,37	148 081,33	126 931,58	122 993,67
Avril 78	107 783,88	98 720,89	126 931,58	76 905,17
Avril 79	75 122,35	98 720,89	126 931,58	48 011,96
Avril 80				43 118,52
Valeur résiduelle	24 818,80	24 818,80	24 818,80	24 818,80
Coût Livraison	5 402,86 <u>72,16</u> 5 475,02			
Maintenance 1ère année	31 288,72 <u>4 894,56</u> 36 183,28			
Suivantes				
Placement 6 %				
Actuel	320 000,00	320 000,00	320 000,00	320 000,00
4/76-4/77	155 706,63	182 233,79	204 652,53	129 828,41
4/77-4/78	28 291,68	36 201,61	82 384,20	7 244,82
4/78-4/79				
4/79-4/80				
Somme à trouver	79 492,20 avant 4/78	62 519,29 avant 4/78	44 547,38 avant 4/78	69 660,35 avant 4/78

Système a + 1 + b + d + f = prix d'achat : 459 607,29 F TTC

383 006,08 F HT

Types loc	Taux dégressifs 4 ans	Taux 2 x 2 sur 4 ans	Taux égaux 4 ans	Taux dégressifs 5 ans
Coûts	509 848,34	518 423,23	532 545,13	513 368,47
Payements				
Avant 31/12/75	173 106,95	148 081,33	126 931,58	197 520,37
Avril 77	129 016,37	148 081,33	126 931,58	122 993,67
Avril 78	107 783,88	98 720,89	126 931,58	76 905,17
Avril 79	75 122,35	98 720,89	126 931,58	48 011,96
Avril 80				43 118,52
Valeur résiduelle	24 818,80	24 818,80	24 818,80	24 818,80
Coût Livraison	5 402,86 <u>72,16</u> 5 475,02			
Maintenance 1ère année Suivantes	31 288,72 <u>4 894,56</u> 36 183,28			
Placement 6 %				
Actuel	320 000,00	320 000,00	320 000,00	320 000,00
4/76-4/77	155 706,63	182 233,79	204 652,53	129 828,41
4/77-4/78	28 291,68	36 201,61	82 384,20	7 244,82
4/78-4/79				
4/79-4/80				
Somme à trouver	79 492,20 avant 4/78	62 519,29 avant 4/78	44 547,38 avant 4/78	69 660,35 avant 4/78

Système a + 1 + c + g + d + e : prix d'achat : 448 478,66 F TTC

373 732,22 F HT

Types loc	Taux dégressifs 4 ans	Taux 2 x 2 sur 4 ans	Taux égaux 4 ans	Taux dégressifs 5 ans
Coûts	497 503,21	505 870,47	519 650,43	500 938,11
Payements				
Avant 31/12/75	168 915,45	144 495,79	123 858,15	192 737,74
Avril 77	125 892,44	144 495,79	123 858,15	120 015,58
Avril 78	105 174,08	96 330,53	123 858,15	75 043,04
Avril 79	73 303,39	96 330,53	123 858,15	46 849,43
Avril 80				42 074,47
Valeur résiduelle	24 217,85	24 217,85	24 217,85	24 217,85
Coût	4 707,79			
Livraison	127,71			
	<u>4 835,50</u>			
Maintenance 1ère année	27 263,45			
Suivantes	<u>27 263,45</u>			
Placement 6 %				
Actuel	320 000,00	320 000,00	320 000,00	320 000,00
4/76-4/77	160 149,62	186 034,46	207 910,36	134 898,00
4/77-4/78	36 312,61	44 030,99	89 095,34	15 775,36
4/78-4/79				
4/79-4/80				
Somme à trouver	68 861,47 avant 4/78	52 299,54 avant 4/78	34 762,81 avant 4/78	59 267,68 avant 4/78

Système a + l + c + g + f : prix d'achat : 502 279,29 F TTC
418 566,08 F HT

Types loc	Taux dégressifs 4 ans	Taux 2 x 2 sur 4 ans	Taux égaux 4 ans	Taux dégressif 5 ans
Coûts	557 184,95	566 555,97	581 989,00	561 031,90
Payements				
Avant 31/12/75	189 178,97	161 829,87	138 716,48	215 859,05
Avril 77	140 994,82	161 829,87	138 716,48	134 412,95
Avril 78	117 791,02	107 886,58	138 716,48	84 045,39
Avril 79	82 097,05	107 886,58	138 716,48	52 469,60
Avril 80				47 121,83
Valeur résiduelle	27 132,08	27 123,08	27 123,08	27 123,08
Coûts	4 707,79			
Livraison	72,16			
	<u>4 779,95</u>			
Maintenance	27 263,45			
lère année	<u>10 094,40</u>			
Suivantes	37 357,85			
Placement 6 %				
Actuel	320 000,00	320 000,00	320 000,00	320 000,00
4/76-4/77	138 670,29	167 660,34	192 160,53	110 389,41
4/77-4/78		6 180,30	56 650,69	
4/78-4/79			.	
4/79-4/80				
Somme à trouver	2 324,53 avant 4/77	101 706,28 avant 4/78	82 065,79 avant 4/78	24 023,54 avant 4/77

3.- Etude des extensions possibles :

Les différents systèmes de base étant définis, il est possible alors de prévoir que courant 76, le C.E.M.A.Mu. aura à sa disposition une unité informatique de laboratoire qui lui servira à l'établissement d'un logiciel de base et au démarrage effectif de ses projets.

Mais, s'il est nécessaire de prévoir un logiciel très optimisé et même un remaniement de celui livré par les fournisseurs, il est fortement utile de tenir compte dans le choix des possibilités d'extensions.

En effet, l'étude des caractéristiques techniques et les démonstrations ont montré la nécessité d'adjoindre à ce système de base, un complément de matériel pour assurer une rapidité plus grande au traitement des données musicales et visuelles dont la quantité est très importante. Cette rapidité, la plus proche possible du temps réel, permet ainsi de donner au système une grande efficacité de démonstration et de travail dans le processus de recherche : "Introduction de programmes, Introduction de données, composition automatique, exécution automatique, perception par le compositeur, jugement du compositeur, correction des programmes et/ou des données, nouvelle composition, etc...".

Description et coûts des équipements nécessaires pour assurer l'aboutissement de ce projet.

Parmi les différents matériels utilisables ont été retenus pour le Solar et l'Analyseur de Fourier comme système de base :

- a.- Un périphérique de calcul très rapide,
 - Le MAP (macro arithmétique processeur) construit par CSPI et commercialisé par Tekelec Airtronic,
 - Ensemble modulaire, asynchrone, ultra rapide, multiprocesseur (effectuant plusieurs travaux simultanés) et programmable.

Ce périphérique peut assurer, simultanément avec le Solar 16/40 ou l'Analyseur de Fourier, des travaux très importants ou moins importants mais avec une rapidité d'exécution proche du "temps réel".

Ce périphérique est composé :

- d'une unité centrale CPU avec 3 bus de transfert d'informations,
- un processeur arithmétique sur des mots de 32 bits,

COU..... 80.000 F TTC

- trois mémoires indépendantes couplées sur chaque bus,

COU MEMOIRE BIPOLAIRE..... 20.000 F par k mémoire
32 bits jus-
qu'à 64 k

COU MEMOIRE MOS..... 20.000 F par 4 k mémoire
32 bits jus-
qu'à 256 k.

- un second processeur arithmétique..... 19.000 F

- le couplage sur Solar 16/40 ou Analyseur de Fourier IOP 16 h processeur entrée/sortie directe, 6 à 4 Megamots/s,

COU..... 15.000 F.

Car, il existe déjà un système de grande qualité permettant le traitement et la visualisation d'Images fixes (Minitrim) et cinématiques (Trim) en temps réel sur téléviseur Barco. Ce système créé et commercialisé par CIT-ALCATEL a un prix de vente de près de 500.000 Francs TTC, pour le Minitrim et son extension peut coûter jusqu'à 2.000.000 Francs TTC pour une configuration importante.

D'autres systèmes moins coûteux sont en développement. D'une part, au LACTAMME ou l'équipe de MR. COLONNA met au point un système sur T1600 (de la Télémécanique) avec prise de vue et visualisation vidéo-numérique en couleur (système donnant lieu à la présentation d'une thèse d'Etat). D'autre part, une étude a été faite sur l'Afigraf de la CSEE dont le coût est nettement plus faible et le développement orienté sur la couleur. Mais l'étude suivante montre un manque de qualité et surtout de capacité qui fait de ce périphérique un outil d'essais valable pour les débutants et jeunes élèves.

- Connexion sur un mini-calculateur

HP 2100 microcircuit interface cadence maxi : 1 mégamots 16b/s
SOLAR 16-40 coupleur universel cadence maxi : 530 k octets/s.

- Type d'information à transférer

3 mots 16 bits : X, Y absolues, Intensité,
2 mots 16 bits : X, Y absolues, même intensité,
 $\Delta X, \Delta Y$ relatives, intensité.

1 à 2 mots 16 bits : Y fixe, X absolue, intensité (1 mot)
(pts classés) changement de ligne Y (1 mot).

- Nombre de points par k de mémoire propre

1 k : 1024 mots 16 bits

mémoire maxi 4 k

1 k avec 3 mots d'information : 341 points

avec 2 mots d'information : 512 points

avec 1 à 2 mots d'information : cas limites : avec 1024 points sur une ligne ou 1 point sur 512 lignes différentes.

cas général : $N_i + \max(i)$

N_i = nombre de points sur ligne i

! Nombre de k	! :	! Nombre de mots/points	! :	! Nombre de points	!
! 1 k	! :	! 3	! :	! 341	!
! 1 k	! :	! 2	! :	! 512	!
! 1 k	! :	! 1 à 2 classé	! :	! 1 point sur 512 lignes différentes	!
	! :		! :	! ou 3 points sur 256 lignes	!
! 2 k	! :	! 3	! :	! 682	!
! 2 k	! :	! 2	! :	! 1024	!
! 2 k	! :	! 1 à 2 classé	! :	! 1 point sur 1024 lignes ou 3 points	!
	! :		! :	! sur 512 lignes ou 7 points	!
	! :		! :	! sur 256 lignes	!
! 3 k	! :	! 3	! :	! 1024	!
! 3 k	! :	! 2	! :	! 1536	!
! 3 k	! :	! 1 à 2 classé	! :	! 2 points sur 1024 lignes ou 5 points	!
	! :		! :	! sur 512 lignes ou 11 points	!
	! :		! :	! sur 256 lignes	!
! 4 k	! :	! 3	! :	! 1365	!
! 4 k	! :	! 2	! :	! 2048	!
! 4 k	! :	! 1 à 2 classé	! :	! 3 points sur 1024 lignes ou 7 points	!
	! :		! :	! sur 512 lignes ou 15 points	!
	! :		! :	! sur 256 lignes	!

- Capacité maxi de la mémoire

Image classée de 15 points sur 256 lignes (3840 points).

- Possibilité de sous images

La mémoire est divisée en sous images adressables et visualisables séparément. Chaque sous image est un symbole graphique :

Taille symbole : 3 points/ligne, 32 lignes (128 mots/symbole)

Taille image principale : 3 points/ligne, 128 lignes (512 mots)

Taille mémoire : 4 k

soit 28 symboles possibles.

- Image plus dense

Nécessite plusieurs transferts par image,

Nécessite transfert très rapide,

Nécessite mémoire du minicalculateur importante.

- Nombre de transferts possibles par image

Temps d'intégration de l'oeil : 25 images/s (40 ms/image)

Temps de rémanence du tube divisé par (temps de visualisation 4 k + temps de transfert) = nombre de transferts possibles.

- Temps de transfert mémoire Solar à mémoire Afigraf

Pour Solar 16-40 : 8 ms soit 125 transferts/s

Pour 4 k mémoire

- Succexion d'images (cinétique)

Nécessité d'un stockage sur disque à transfert rapide.

Pour un disque à tête fixe : 230 k mots/s

Soit 56 transferts/s

Pour un disque à tête mobile : 156 k mots/s

Soit 38 transferts/s de 4 k.

Une autre solution pour l'extension du système est possible avec l'unité Solar 16 qui ne l'est pas pour l'Analyseur de Fourier.

La conception même de la gamme Solar permet une extension sous forme d'un biprocesseur puis d'un multiprocesseur relié de façon standard aux mêmes bus (mémoire et entrées/sorties coupleurs). Le nombre de mémoire (256 k) et de coupleurs est très important.

Chaque processeur peut alors être spécialisé dans différentes tâches auxquelles sont rattachés certains blocs mémoires et certains coupleurs.

4.- Choix de l'unité informatique

Les études étant terminées, les subventions accordées et transférées sur le compte bancaire de l'Association, une réunion est organisée en Décembre 75 pour arrêter le choix définitif.

Après présentation des études, discussions et réflexions et d'après les remarques suivantes :

- les subventions actuelles ne permettent pas d'acheter d'une seule fois le matériel fourni par Hewlett-Packard,
- les conditions économiques et politiques ne garantissent pas l'apport de nouvelles subventions dans les 3 années à venir nécessaires pour assurer le remboursement d'un contrat de location-vente,
- il est peut être opportun d'acheter du matériel français,
- le CNET va se munir de Solar dans d'autres services et une collaboration est envisageable,
- il n'est pas possible d'acheter l'ensemble du système lié au matériel de la Télémécanique.

Le bureau de l'Association a donc décidé d'abandonner la solution de location-vente, et par conséquent, la configuration axée sur l'Analyseur de Fourier de Hewlett-Packard, au profit de cette conçue autour du Solar 16-40 de la Télémécanique.

Dans le cadre de l'aide au C.E.M.A.Mu. et en attendant d'autres subventions, le CNET possédant une Console Tektronic 4014 a accepté de la prêter momentanément avec un raprographe Hard Copy et une tablette graphique pour le démarrage des projets du C.E.M.A.Mu.

Ainsi la commande pouvait s'effectuer dans les plus brefs délais.

5.- Commande et livraison du système

Des télex furent envoyés pour retenir la configuration à partir du matériel Télémécanique, Tékélec-Airtronic, et Tektronix.

Les commandes suivirent sous forme de marchés, identiques à ceux traités entre le CNET et les fournisseurs.

La configuration adoptée est la suivante :

N° du Module	DESIGNATION	Nb	Prix hors taxes pour quantité
<u>LOT 1 - FOURNITURE MATERIEL (HARDWARE)</u>			
<u>I - CONFIGURATION SOLAR 16/40</u>			
PCB 40	0 (Processor configuration, for bay) Configuration de base avec processeur SOLAR 16/40, pour montage en armoire, comprenant : CPU40 : Unité centrale avec pupitre de commande RKS06 : Rack 6 unités sur glissières PWS20 : Alimentation 200 X, secteur 220 V - 50 Hz	1	25.400
PCB 40	1 Plus-value pour rack fixe 12 U : RKF12 remplace RKS06	1	1.000
PCB 40	2 Plus-value par baie 19" - 36 U - BAB36	1	4.500
INT 00	0 (Interface for general usage) Coupleur série asynchrone simple courant (0-20 mA) avec prise femelle CCTU (CANNON ou équivalent) pour couplage des téléimprimeurs ASE 33 et KSR 33. Exclut le module POP 00.	1	1.500
INT 00	3 Adjonction du pupitre opérateur avec interface.	1	2.000
INT 00	2 Adjonction d'une horloge temps réel à quartz.	1	1.500
MPP 40	0 Microprogramme pour la gestion du pupitre opérateur.	1	1.500
MPX 40	0 Extension du microprogramme pour fonctions scheduler et sémaphore. Exclut le module MPF 40.	1	2.500
MPX 40	1 Plus-value pour gestion de l'opérateur flottant FPPOO (exclut MPF 40)	1	1.500
DRP 40	0 (Dynamic relocation and protection) Dispositif de protection/réallocation de la mémoire.	1	8.000
FFP 00	0 (Fonctions for floating point) Fonctions câblées pour virgule fixe et flottante. (exclut MPD00).	1	13.000

N° du Module		DESIGNATION	Nbre	Prix hor taxes pour quantité
SCM 32	0	(Semi-conductor memory) Mémoire à semi-conducteurs. Capacité : 32 K mots à 16 bits + parité Cycle : 750 ns.	1	35.000
BAT 05	0	(Battery) Batterie de maintien pour un seul module SCx xx Capacité : 0,5 Ah Durée de maintien : 2 H mini.	1	800
IOP 10	0	(Input/output processor 1,0 M octets/s) Processeur Entrées/sorties à canaux multiples.	1	10.000
MHB 00	0	(Moving head disk, base). Module de base pour 1 à 4 unités de disque à têtes mobiles de même capacité.	1	20.000
MHU 10	0	(Moving head, unit) Unité de disques. 1 disque fixe et 1 disque amovible Capacité : 5 + 5 M octets.	1	45.000
PWS 20	0	(Power supply) Alimentation pour logique et mémoire semi-conducteurs (+ 5 V, ± 24 V) . puissance disponible 200 W . tension secteur 220 V - 50 Hz.	1	2.200
ASR 33	0	(Automatic send/receive teletype) Télé-imprimeur ASR 33 pour interface simple courant (0-20 mA) avec clavier lecteur/perforateur de ruban, et option X-ON/X-OFF, pour posé sur table CSI.00 avec câble 10 m, équipé de prise mâle CANNON.	1	11.000
ASR 33	2	Plus-value pour alimentation 115 V - 60 Hz	1	1.200

JCA

N° du Module	DESIGNATION	Nb	Prix hors taxes pour quantité
<u>PERIPHERIE INSTRUMENTATION DAPI 16</u>			
CIC 48	<p>0 (Counters, Interrupts, Clock) Module disposant d'une horloge programmable, de 4 registres de comptage, et de 8 entrées d'interruptions externes.</p> <ul style="list-style-type: none"> . horloge programmable de 1 MHz à 0,025 Hz et génération de 3 fréquences (1 MHz, 10 kHz, 100 Hz) distribuées aux convertisseurs analogique-numériques et aux registres de comptages. . 4 registres de comptage 16 bits, niveau TTL, fréquence maximale 1 MHz, pouvant assurer les fonctions de comptage, de décomptage et les mesures de période et de fréquence de récurrence d'impulsions. . 8 entrées d'interruptions externes, niveau TTL, filtrage 1 MHz. 	1	3.500
DCO 48	<p>0 (Digital Connection) Module de raccordement pour E/S tout-ou-rien : 48 signaux, câble avec extrémités repérées, longueur 5 m.</p>	1	450
AMH 08	<p>0 (Analogic measurement, High speed) chaîne de mesures à cadence rapide</p> <ul style="list-style-type: none"> . 8 entrées différentielles, niveau programmable $\pm 10\text{ V}$, $\pm 5\text{ V}$, $\pm 2\text{ V}$, $\pm 1\text{ V}$. . résolution programmable 7 bits + signe vitesse maximale : 100 K voies/s . 9 bits + signe vitesse maximale : 70 K voies/s . 11 bits + signe vitesse maximale : 50 K voies/s . modes de fonctionnement : asynchrone adressable et synchrone séquentiel à partir d'une horloge interne programmable de 100 KHz à 0,025 Hz ou d'une horloge externe ; avec possibilité d'acquisition continue soit par double buffer mémoire, soit par buffer mémoire circulaire. 	1	9.500

JCA 

N° du Module	DESIGNATION	Nbre	Prix hors taxes pour quantité
DCO 24 0	(Digital Connection) Module de raccordement pour E/S tout-ou rien : 24 signaux, câble avec extrémités répérées, longueur 5 m.	1	300
CPI 00 0	(Connection Panel for Instrumentation) Pupitre de raccordement pour la connexion de : <ul style="list-style-type: none"> . 4 groupes de 8 entrées analogiques et de 4 horloges externes . 1 sortie horloge utilisateur . 4 entrées de comptage . 8 entrées d'interruptions externes dont 4 disposant d'un trigger avec potentiomètre de réglage du seuil de déclenchement, d'un inverseur et d'un voyant . 1 écran de visualisation . 1 table traçante analogique . 1 clavier à 16 touches lumineuses. 	1	6.600
CRE 04 0	(Card Reader Equipment) Interface pour lecteur de cartes, module de base.	1	7.000
CRE 04 1	Adjonction d'un lecteur de cartes 400 c/mn, câble 10 m, modèle à poser sur table.	1	15.000
GPI 32 0	(General Purpose interface) Coupleur universel TTL, avec emplacements pour logique client, sans câble. Signaux disponibles : 32 E + 32 S + 2 appels externes + signaux de service. Possibilité de connexion : <ul style="list-style-type: none"> - 64 signaux utiles avec câble DCO 64 - avec câbles plats : sans cette limite. Destiné à recevoir les sorties analogiques à haute résolution.	1	2.900

VCA

N° du Module	DESIGNATION	Nbre	Prix hors taxes pour quantité
ASV 01	0 (Asynchronous interface, V 24) Coupleur série asynchrone pour 1 ligne full-duplex en interface CCITT V 24, liaison directe, sans isolement, avec prise femelle CCTU (CANNON ou équivalent) incorporée. Pour le couplage d'une console TEKTRONIX 4014.	1	2.800
1150310	01 Coupleur sur SOLAR 16-40 pour couplage du dérouleur de bande magnétique Kennedy 860-1600 bpi 4 Sips	1	14.000
<u>TOTAL H. T. LOT 1</u>			249.650 F

JCA

N° du Module	DESIGNATION	Nbret	Prix hors taxes pour quantité
	<p><u>LOT 2 - FOURNITURE LOGICIEL (SOFTWARE)</u></p> <p>Logiciel de base et test</p> <ul style="list-style-type: none">- Formation- Documentation technique	1	Gratuit

JCA
13

ARTICLE II - MONTANT DU MARCHE

Lot 1 + Lot 2	249.650 Frs	HT
Remise CNET 6 %	14.979 Frs	
Prix HT Lot 1 et 2 remise déduite	234.671 Frs	
Emballage, Transport et Assurance	3.903 Frs	
Prix total HT	238.574 Frs	
Prix total TTC 20 % TVA	286.288,8 Frs	TTC

A ce matériel fourni par la Télémécanique, vient s'ajouter un dérouleur de bande magnétique Kennedy 800 et 1600 bpi commutable 75 ips, une console graphique 4014, un hard copy et une table graphique d'entrée fournies par Tektronix.

Il est d'autre part nécessaire de prévoir la conception et la réalisation d'un système de conversion Numérique Analogique couplé au miniordinateur.

La livraison prévue pour Avril 76, fut commencée en Mai et n'est toujours pas terminée (cartes mémoires 32 k, convertisseur Analogique Numérique). Des pannes sérieuses étant intervenues, le système n'a pu être opérationnel qu'en Janvier 77.

A partir de cette étude, un logiciel a été défini pour compléter ce Système Informatique de Laboratoire et le rendre opérationnel pour le C.E.M.A.Mu.

La réalisation, par deux ingénieurs, est en cours d'exécution et une première ébauche a été présentée par MR. I. XENAKIS au Festival de Bonn (Allemagne) sous le nom d'Unité Polyagogique Informatique du C.E.M.A.Mu. (UPIC).

DEUXIEME PARTIE

CONCEPTION ET REALISATION D'UN SYSTEME
DE CONVERSION NUMERIQUE ANALOGIQUE COUPLE
A UN MINI-ORDINATEUR SOLAR 16-40 DE LA
TELEMECANIQUE

CHAPITRE I : CAHIER des CHARGES

A- Buts du Système couplé

La conception et la réalisation du Système de Conversion Numérique Analogique couplé au Solar 16/40 doit répondre à trois directives fondamentales pour assurer un fonctionnement optimum de l' U.P.I.C. :

1- Sortie analogique de haute performance :

Il existe, actuellement, un système de conversion, conçu et réalisé au C.N.E.T., dont les performances permettent la création de Bandes Magnétiques numériques 800 boi prévues pour une fréquence d'échantillonnage de 13 000, 26 000, 39 000 et 52 000 HZ sur 16 bits. Mais ce système n'est pas couplé à un ordinateur et nécessite, par conséquent, une manipulation de la Bande Magnétique. (durée 1 h. à plusieurs jours avec calcul sur gros ordinateur, quelques minutes au laboratoire après écriture de la bande).

Cette manipulation peut être supprimée par une nouvelle conception couplée au miniordinateur. Et du même coup, il est possible d'annuler pratiquement le temps entre la fin d'écriture de la bande et son écoute sur une chaîne HI-FI.

Les performances de ce nouveau système doivent, si possible, assurer une qualité au moins égale à celui existant.

En effet, s'il est intéressant de conserver une même bande passante (26 KHz max), ce qui nécessite une fréquence d'échantillonnage d'au moins 52 KHz (théorème de Shanon), il peut être souhaitable de prévoir des fréquences d'échantillonnage plus grandes pour assurer une qualité musicale supérieure : bande passante plus large mais surtout une richesse de timbre plus grande dans les médium et les aigus.

En réponse à ces demandes, une première Etude de la conception de ce Système permet d'espérer une réalisation ayant les caractéristiques suivantes concernant l'écoute musicale :

Compte tenu de l'Horloge programmable qui pilote l'entrée des données dans le boîtier convertisseur, la Fréquence d'échantillonnage est réglable par programmation jusqu'à 100 KHz avec un pas très faible.

- Compte tenu de l'Unité de Bande Magnétique (75 ins, 1600 BPI), des deux blocs de stockage, en mémoire centrale, (utilisée en bascule pour compenser le temps de franchissement des gaps inter bloc de la Bande), et de ^{la} mémoire tampon (utilisée dans le système de conversion pour compenser le temps de changement de bloc de stockage), il est possible d'obtenir une Fréquence d'échantillonnage supérieur à 52 KHz mais inférieure à $75 \times 1600 : 2 = 60000$ Hz (60 KHz)

- Compte tenu de l'Unité de Disques (156 Kmots/s) et de deux blocs de stockage en mémoire centrale (utilisée en bascule pour compenser les temps d'accès pistes et secteurs), et de la mémoire tampon du système (même utilisation que précédemment), il est possible d'atteindre une fréquence d'échantillonnage de 100 KHz. Mais une cartouche de disque étant limitée à 5 Méga octets soit 2,5 Mmots, l'écoute ne peut avoir une durée supérieure à 25 sec. à 100KHz. (cette limite est possible si la durée, mise par le calculateur pour changer le bloc de stockage, est inférieure à 1,28 ms; ce qui est probable).

-Compte tenu de l'utilisation unique de 2 blocs de stockage en mémoire centrale contenant chacun une période d'un son, il est possible de générer un son d'une durée non limitée avec une fréquence d'échantillonnage de 100 KHz (la bande passante 20 Hz-20 KHz nécessitent des blocs de 5 Kmots mémoire). Un son très aigu (20 KHz) peut être alors décrit par 5 mots, donc posséder une richesse plus grande qu'à l'heure actuelle.

D'autre part, pour des fréquences d'échantillonnage plus faibles, les temps non occupés par le calculateur, notamment par l'unité centrale de calcul, peuvent servir à un traitement numérique d'une période stockée dans l'un des blocs mémoire ne servant pas à ces moments, à l'alimentation du système de conversion; et à ainsi assurer l'écoute d'un son non statique (répétition d'une même onde sonore) mais au contraire très évolutif en timbre (richesse) et/ou en fréquence.

Pendant ces temps libres, il est aussi possible de prévoir l'attente par le calculateur, d'une commande de variation de la période soit en fréquence (le clavier de la console Tektronix jouant alors le rôle de clavier instrumental) soit en timbre ou autres transformations de l'onde sonore (filtres) sur une période ou plusieurs (les touches deviennent alors des manettes définissant différents jeux préprogrammés). Un changement radical de timbre est rendu possible par échange des blocs avec d'autres se trouvant en mémoire centrale ou sur disque. Ce qui nous assure alors le temps réel entre la commande et l'écoute musicale, si les programmes de transformation sont rapides et limités en action sur chaque bloc.

Les caractéristiques du système devraient alors permettre de prévoir des processus de types suivant :

Les blocs mémoire, utilisés en bascule, sont chargés initialement chacun par une période d'un son choisi. (la taille des blocs est fonction de cette période

et donne la hauteur du son émis).

Le premier bloc va servir à la sortie des données vers le système de conversion.

Le deuxième bloc va être transformé simultanément. Quand le premier bloc a été lu, les fonctions de ces deux blocs s'inversent : le deuxième sert à la sortie des données et le premier va être transformé.

Les transformations de ce bloc peuvent être liées à celles de l'autre bloc transformé précédemment. Cette liaison peut aussi se faire entre un ou plusieurs blocs dont les paramètres de transformation, correspondant à des dates d'exécution antérieures plus ou moins éloignées, sont mémorisés.

Ces transformations liées assurent ainsi une évolution continue plus ou moins structurée, suivant les besoins, et permettant une micro et macro composition à la fois très riche et très rapide en ce qui concerne le rendement (quantité de données transformées sur durée d'exécution normalisée). Un rendement fondé sur la qualité musicale de la transformation semble trop subjectif pour être estimé mais des recherches devront être entreprises pour orienter et piloter ces transformations.

Le même processus peut être effectué mais soit avec des blocs contenant plusieurs périodes d'un son pour augmenter les temps disponibles du calculateur assurant les transformations ou les transferts de données, soit avec des blocs assez grands correspondant à des sons périodiques et dont les transformations évitent les répétitions identiques et les fréquences parasites dans le spectre audible.

2 - Calcul en temps réel :

Les derniers paragraphes précédents traitent déjà d'un type de calcul en temps réel envisageable pour l' U.P.I.C. .

En effet, après l'initialisation des deux blocs de stockage par une période d'une onde sonore, les commandes clavier sur console permettent de déclencher des programmes de traitement simples pour effectuer des transformations sur cette période, simultanément à l'écoute.

Compte tenu de l'existence d'une chaîne de mesure (chaîne d'acquisition analogique avec numériseur) il est possible d'utiliser le système de conversion numérique analogique couplé à l' U.P.I.C. de plusieurs façons :

a- En chaîne directe :

Sens de la chaîne :

Micro, Magnétophone etc..., -- amplificateur -- chaîne d'acquisition avec convertisseur analogique numérique -- entrée et stockage en mémoire centrale de l'ordinateur -- sortie vers système de conversion numérique analogique --

amplificateur -- haut-parleur.

A partir de cette chaîne, il est possible de numériser un son en direct ou enregistré sur magnétophone, de le stocker en mémoire centrale, et de le sortir à nouveau sur la chaîne HI-FI après conversion du signal numérique en signal analogique audible.

Si cette utilisation ne semble avoir d'intérêt que dans la mesure où l'on teste l'impact de la numérisation sur la qualité du signal sonore (CAN 12 bits, CNA 16 bits), elle n'en reste pas moins l'exemple initial d'un ensemble de traitements de grand intérêt.

En effet, compte tenu qu'il est possible de faire varier, indépendamment de l'entrée, la fréquence d'échantillonnage en sortie, il peut être intéressant de corriger sur clavier tektronix la hauteur d'un son en direct (vocal instrumental...) ou d'un enregistrement*. La taille des blocs mémoire varie suivant le rapport des fréquences d'échantillonnage d'entrée et de sortie (F_s/F_e) et l'étendue de la correction dépend donc de la capacité mémoire disponible dans l'ordinateur, de la durée de la correction et de la hauteur des sons.

Les bornes de cette correction reste donc à être définies lors des tests d'utilisation.

Techniquement l'intérêt est grand car, dans ce cas, le travail de l'ordinateur est presque totalement confié au processeur d'entrée sortie, l'Unité de traitement ne servant qu'au changement de contexte des tâches exécutées simultanément.

L'Unité de traitement peut donc se charger simultanément d'autres tâches de traitement effectués sur les blocs stockés en mémoire centrale commune.

Par exemple, pour repousser les limites des corrections décrites plus haut, il est possible d'insérer un traitement qui, soit supprime des échantillons non significatifs (cas où $F_s < F_e$), soit en ajoute (cas où $F_s > F_e$).

D'autres exemples sont décrits par la suite mais les techniques de réalisation seront développées dans un autre rapport pour ne pas alourdir celui-ci.

* ceci n'est vrai que pour un son émis en régime permanent continu et sans variation de hauteur ou d'intensité sensible. Sinon le problème de la durée d'un son intervient dans la synchronisation : un son rendu plus grave ou plus aigu est entendu en sortie pendant une durée plus ou moins longue que celui émis en entrée.

b- Par feedback :

Si nous utilisons la chaîne directe suivante :

Cartouche disque -- 2 blocs mémoire centrale contenant une période d'un son -- sortie vers système de conversion numérique-analogique

- il nous est possible de varier le timbre des sons en utilisant la bibliothèque sur disque, sur lequel est stockées des périodes de son de timbre différent ;

- il nous est possible de varier la fréquence du son en sortie à l'aide de la variation de l'horloge programmable utilisée pour la fréquence d'échantillonnage de sortie ;

- il nous est possible de varier la durée du son en sortie en comptant le nombre de blocs (ou nombre de périodes) ;

- il nous est possible de faire varier la forme de l'onde (son à spectre variable ou variation d'intensité), en changeant de façon appropriée la valeur des échantillons. En effet, le travail demandé pour générer cette sortie est confié essentiellement au processeur arithmétique (unité de traitement) pratiquement libre pour effectuer cette micro-composition par l'intermédiaire du bus mémoire.

Si nous associons à cette chaîne directe le feedback suivant :

Liaison sortie analogique du système de conversion avec l'entrée analogique de la chaîne d'acquisition -- conversion analogique-numérique -- 2 blocs mémoire centrale -- sortie sur bande magnétique numérique

alors il nous est possible d'envisager le processus suivant : d'après une " partition " (partition graphique de l'U.P.I.C.), pour une durée correspondant à un bloc de sortie transférable sur bande magnétique, les processeurs arithmétique PA et d'entrée sortie PES devront s'acquitter des tâches successives suivantes :

- PA : recherche du timbre indiqué par la partition
- PES : recherche de ce timbre en bibliothèque sur cartouche disque
- PA : modification de la période suivant attaque et variation d'intensité
- PA : réglage de la fréquence d'échantillonnage de sortie du convertisseur numérique-analogique et d'entrée du convertisseur analogique-numérique
- PES : sortie du bloc vers système de conversion numérique-analogique
- PES : entrée du bloc à partir du GAN
- PA : addition du bloc converti dans le bloc de sortie bande magnétique
- PA : comptage des blocs

Ce cycle est réitéré soit par période, soit par bloc de périodes pour remplir le bloc de sortie avec superposition si il existe plusieurs instruments.

Le bloc est écrit sur la bande et l'on passe au bloc suivant (si une période n'est pas terminée en fin de bloc, elle l'est dans le bloc de sortie suivant utilisé en bascule).

Ce feedback permet d'enlever le traitement en fréquence des signaux au processeur arithmétique et de lui laisser le temps de s'occuper de la variation d'intensité et du décodage de la "partition".

D'autres améliorations sont possibles pour libérer d'avantage les processeurs et sont évoquées dans le paragraphe suivant, car elles nécessitent une extension du système de conversion tel qu'il est décrit dans le chapitre suivant.

3 - Extension du système de conversion :

Tel qu'il a été conçu et décrit dans le chapitre suivant, le système de conversion peut permettre plusieurs types d'extension.

a - Feedback interne :

Si les 16 bits de sortie de la mémoire tampon sont prélevés et connectés en entrée de cette mémoire avec l'autre entrée, provenant du coupleur, par l'intermédiaire d'une fonction logique à 2 entrées, nous obtenons ainsi un feedback interne au système de conversion contrairement au feedback décrit précédemment.

Ce feedback est alors commandé par programme à l'aide du MOT2 du coupleur.

Ainsi il est possible d'effectuer le processus suivant :

- PES transfère une période d'un son de la mémoire centrale à la mémoire tampon par le coupleur (le nombre d'échantillons dans une période est alors le même que la taille de la mémoire tampon).
- PA envoie la mise en marche de l'horloge de sortie.

Le système devient alors un générateur de sons périodiques quelconques dont la bande passante et la richesse du timbre dépendent de la taille mémoire.

Le processeur d'entrée-sortie PES est alors libéré du travail de transfert sauf dans les cas où l'on veut changer de timbre.

Le processeur arithmétique PA est alors chargé de piloter l'horloge de sortie suivant des valeurs calculées ou des commandes actionnées sur le ~~clavier de la console Tektronix. Il peut aussi assurer le changement radical~~ du timbre ou un changement plus fin par microcomposition et par action sur les échantillons de la période en transférant des échantillons nouveaux avec opération suivant une des 8 fonctions logiques à 2 entrées, préprogrammée.

Le feedback externe permet la récupération de ces sons générés par le système de conversion.

L'augmentation de la taille de la mémoire tampon nécessite de prévoir une alimentation en -12 v avec une consommation supérieure à celle choisie actuellement.

b - Initialisation programmable du système de conversion :

Il est possible d'utiliser un bit du MOT2 du coupleur pour servir de commande d'initialisation programmable du système de conversion.

c - Gain programmable en sortie du système :

Le MOT2 peut servir aussi de commande à un sous système pour permettre le réglage par programmation du gain de l'amplificateur opérationnel en sortie du système de conversion.

Le travail du processeur arithmétique serait alors réduit à la variation du gain pour faire varier l'intensité ou l'attaque d'un son, le calcul sur chaque échantillon n'étant plus à effectuer.

d - Deuxième système de conversion :

Un deuxième système de conversion tel qu'il est décrit actuellement peut être envisagé. Ainsi il serait alors possible d'avoir une utilisation en stéréophonie ou en monophonie avec feedback assurant le temps réel.

Mais une telle extension demande, en plus d'un second système de conversion, l'achat d'un deuxième coupleur, d'une autre horloge, d'un processeur d'entrée sortie IOP. H permettant 16 échanges simultanés en mode canal MDC (prévu par Télémécanique), et sans doute de mémoire centrale supplémentaire.

A - Introduction

Comme prévu au cours de la conception de l'ensemble de l'Unité Informatique, nous avons à notre disposition un compteur universel GPI 32 fourni avec le système, une chaîne d'acquisition avec convertisseur analogique numérique et horloge programmable qui sera livrée début novembre 1976, et un convertisseur numérique analogique fourni avec son alimentation par la Société Datel.

Une mémoire tampon est nécessaire dans ce système de conversion numérique analogique pour compenser les trous, dans le débit d'informations, dus aux des processeurs pour assurer ce débit, qui doit être constant à l'entrée du convertisseur.

La société A2M fournit des boîtiers permettant d'empiler 32 mots de 8 bits avec commande d'entrée et de sortie indépendantes.

La commande ayant été faite, la livraison est assurée pour mi-septembre. Les autres composants peuvent être trouvés soit au magasin du CNET soit chez les fournisseurs, en temps utile.

B - Schéma Fonctionnel

1- schema de principe

Le coupleur universel transmet des informations, qui sont, dans le sens ordinateur-système de conversion :

- l'échantillon sonore sous forme d'un mot de 16 bits
- des informations sur l'état du compteur et de l'ordinateur.

et dans le sens système de conversion-ordinateur :

- des informations sur le système de conversion utiles à l'ordinateur.

Une mémoire tampon reçoit les mots du coupleur et les empile. Si elle est pleine, le compteur ne peut plus lui en fournir. Si de son côté le compteur ne peut plus fournir de mots échantillons, la mémoire tampon reste dans son état, c'est-à-dire soit contenant les mots empilés à une même place soit vidant successivement les mots stockés par décalage vers la sortie.

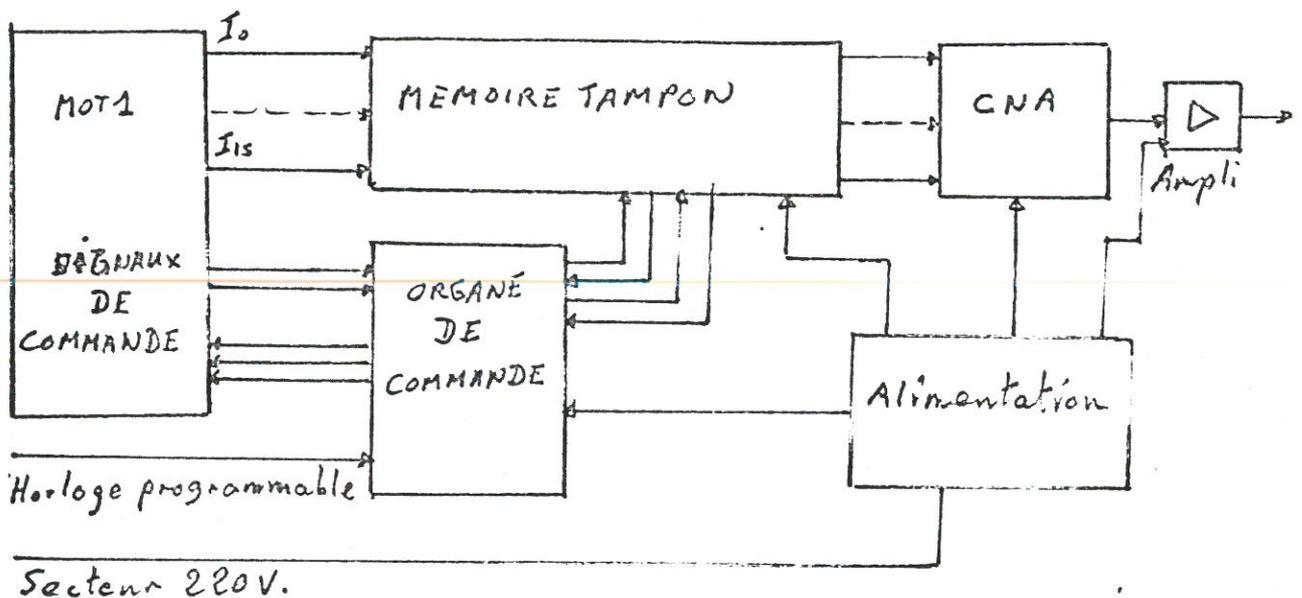
Une horloge assure un débit de sortie de cette mémoire tampon avec une cadence constante et programmée à l'avance par le logiciel.

Un organe de commande pilote cette mémoire tampon en fonction des informations du coupleur et de l'horloge.

Il assure les fonctions suivantes :

- initialisation des boitiers
- entrée asynchrone des échantillons dans la mémoire tampon suivant l'occupation de celle-ci et les mots présents sur le coupleur
- sortie synchrone des échantillons à partir de la mémoire tampon pour alimenter le boitier convertisseur numérique analogique.

Ce convertisseur reçoit les informations numériques successives et les convertit en tensions analogiques amplifiées et transmises en sortie à une chaîne Haute Fidélité.



2 - Description du matériel

a - Couleur universel GPI 32

La notice transmise par le fournisseur donne une description détaillée du coupleur

Seules les indications en cadrées seront utilisées par la suite.

1. -- PRESENTATION

1.1 - BUT

L'interface Universelle offre à l'utilisateur les signaux, les informations d'entrées et de sorties, nécessaires pour assurer la liaison entre un ordinateur de la gamme SOLAR et une ou plusieurs unités périphériques :

- [- Machine à interface TTL, logique particulière, sorties tout ou rien, entrées tout ou rien.

Le dialogue est du type «appel-réponse» il peut être assuré en mode :

- programmé simple
- programmé par interruption
- canal (Low data ou médium data-channel ou High speed data-channel)

1.2 - CONSTITUTION GPI 32

33cm x 19,5cm

Le module GPI 32 est constitué d'une carte N° 1.150.312 format 1/2 (13" x 7,7") occupant un emplacement de fond de rack, du manuel d'exploitation N° 1.159.305/00.01.46 et d'un programme de test N° 1.158.305.01.02.

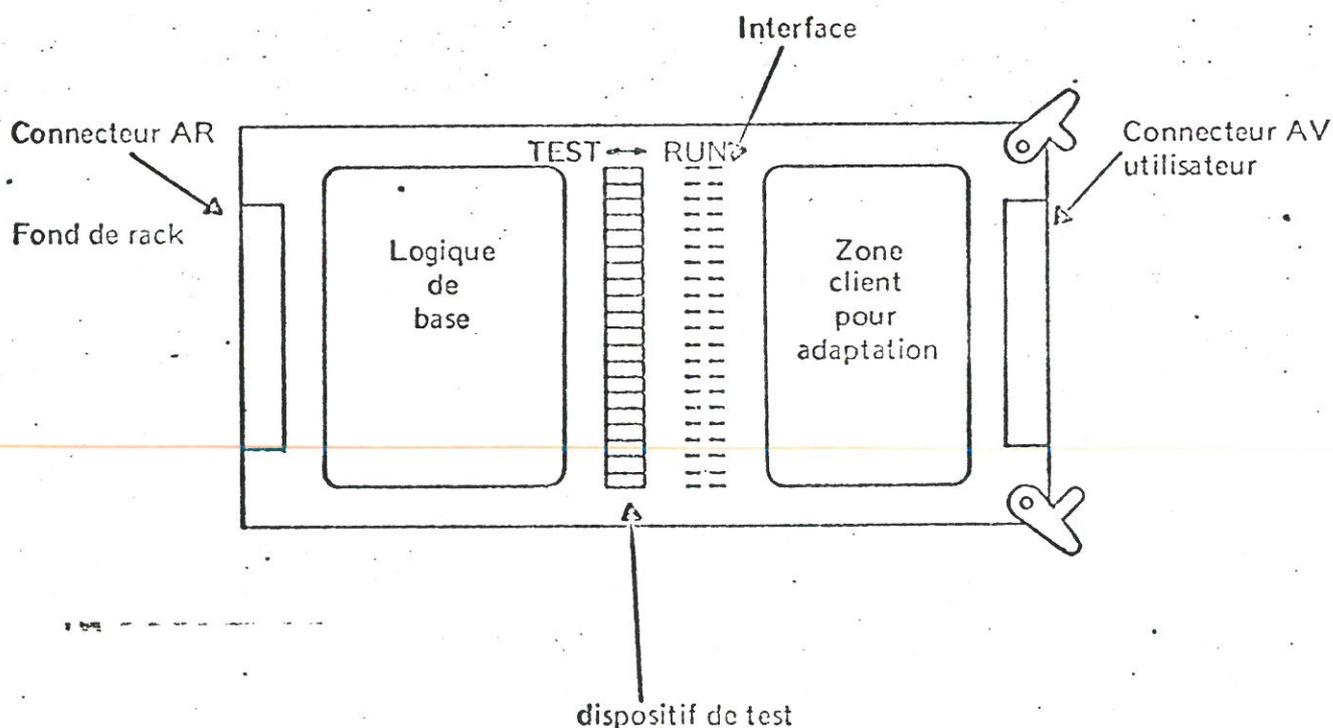
On distingue :

- Une logique de base réalisant le changement d'interface (BUS I/O SOLAR → interface universelle) et comportant tous les circuits pour assurer la gestion des signaux de service et des interruptions.
- Un dispositif de test
- Une zone disponible pour la réalisation d'une logique spéciale d'adaptation en « fils soudés » ou « wire wrap » capable de recevoir soit :

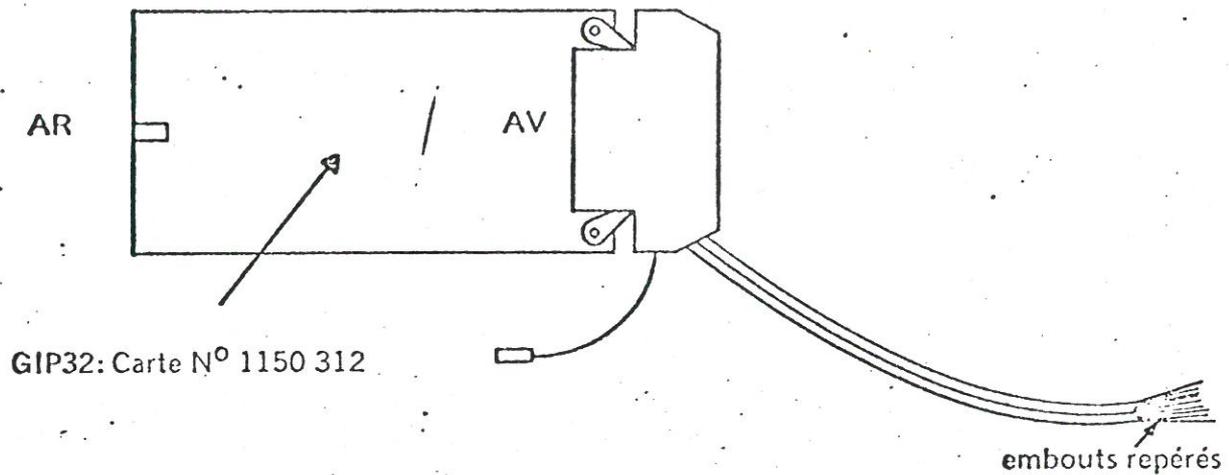
- 40 boîtiers DIL 14 ou 16 broches
- 30 boîtiers DiL 14 ou 16 broches et 1 boîtier DIL 40
- 32 boîtiers DIL 14 ou 16 broches et 2 boîtiers DIL 28

L'étude, la réalisation et le câblage sont à la charge de l'utilisateur.

L'interface utilisateur est disponible au milieu de la carte sur 2 rangées de pins « wire wrap ».



1.3 — RACCORDEMENT DES GPI avec l'organe périphérique



Les signaux d'interface sont disponibles à l'avant de la carte (GPI 32 N° 1 150 312). La liaison entre le sous ensemble périphérique et la carte sera réalisée avec un câble multipaires, blindé de préférence. Ce câble n'est pas fourni avec le module ; toutefois est offert sur option l'élément technologique nécessaire au raccordement. A disposition :

— Un câble de liaison Q1616 2 fois 16 quarts N° 1 153 045 00 avec embouts repérés à une extrémité et équipé à l'autre extrémité d'un connecteur AV 2 x 40 broches.

1.4 — CONDITIONS D'UTILISATION - ALIMENTATION

L'alimentation 5 V est assurée par le bac support.

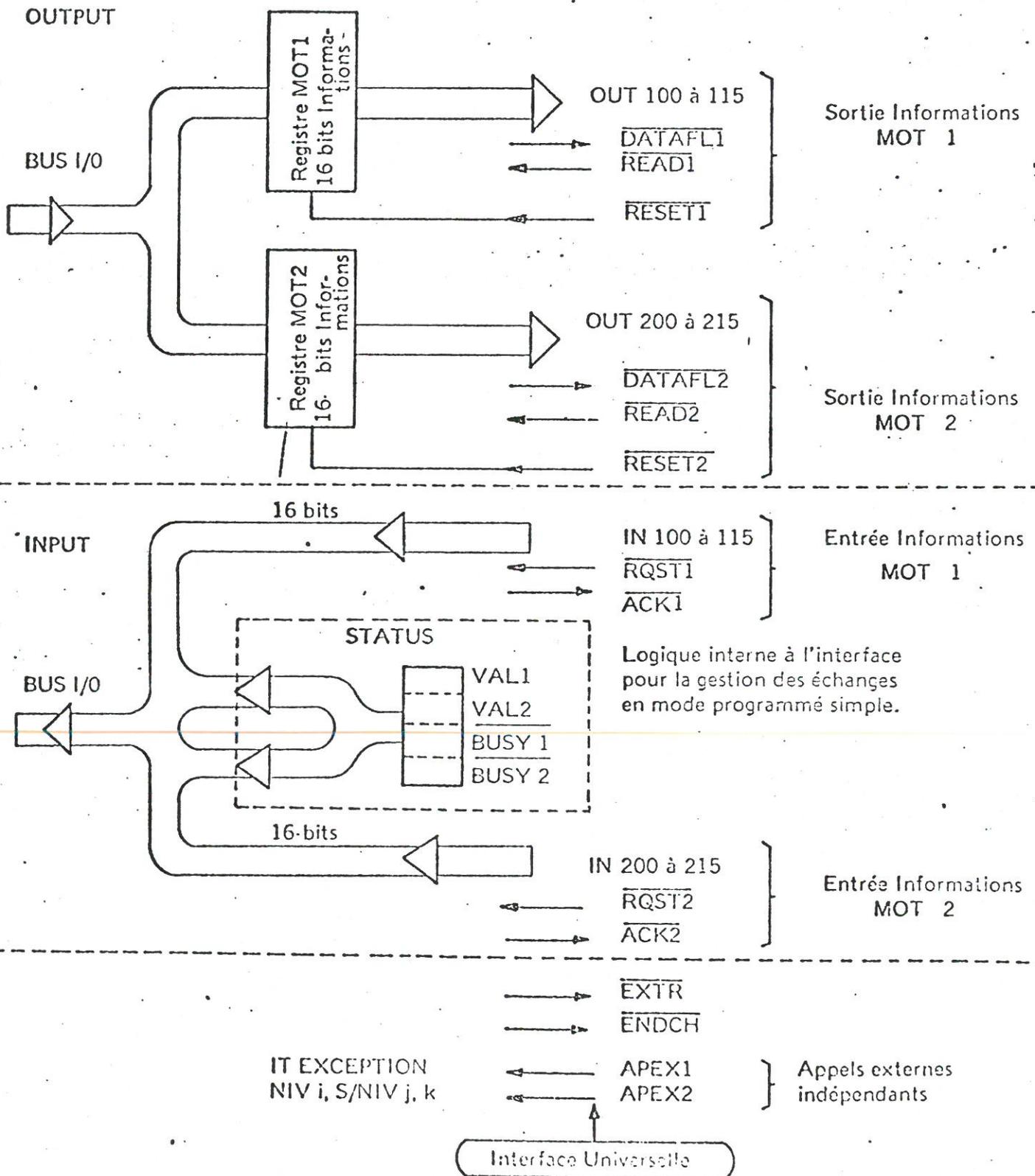
- Consommation de chaque carte : 1,2 A sous 5 V
- Température d'utilisation (fonctionnement) 10° à 40° C.
- Distance de raccordement dans un environnement non perturbé : 10 m maximum.

1.5 — CONTRAINTES D'UTILISATION

- Zone client pour adaptation
- Consommation maximale autorisée : 0,8 A sous 5 V.

2.- DESCRIPTION DE L'INTERFACE UNIVERSELLE

2.1 - SYNOPTIQUE DE LA CHAINE DES DONNEES



L'interface comprend 2 ensembles logiques distincts permettant un dialogue bidirectionnel entre le calculateur et un sous ensemble périphérique.

On distingue :

- un ensemble relatif aux échanges en **SORTIE** dans le sens calculateur → périphérique.
- un ensemble relatif aux échanges en **ENTREE** dans le sens périphérique → calculateur.

2.2 - SORTIE INFORMATIONS

L'utilisateur dispose de 2 mots de sortie.

A chaque mot sont associés 2 signaux de service: un signal «appel» et un signal «réponse».

[MOT 1

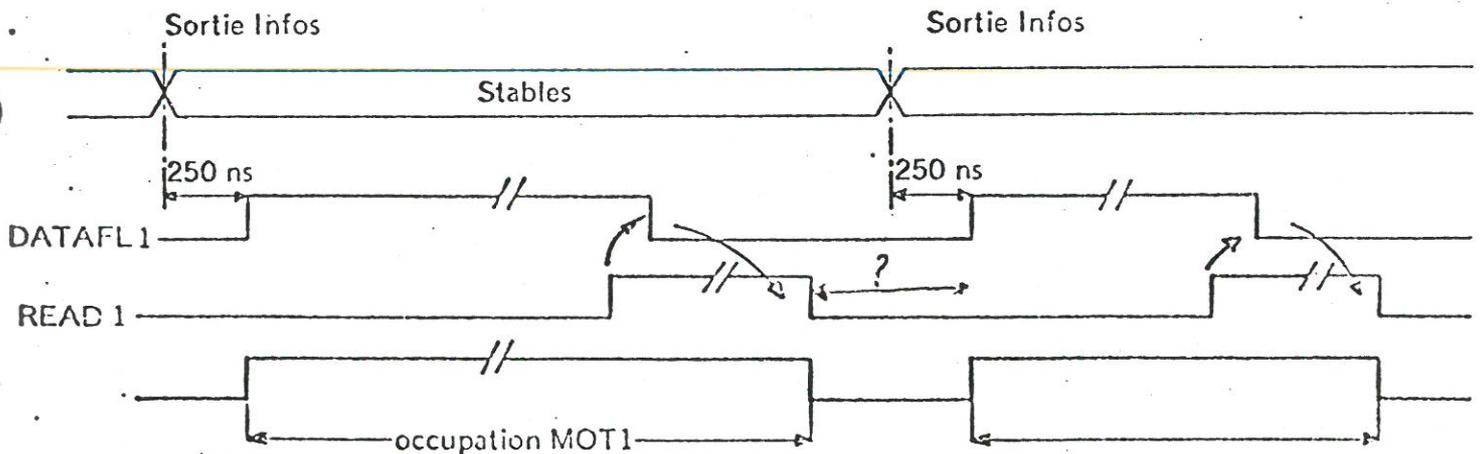
- Un registre tampon de 16 bits mémorise un mot d'informations en provenance du calculateur. Ce registre est chargeable par l'instruction SIØ standard; il est également utilisé par tous les canaux pour transférer les blocs d'informations.

Les signaux de service de ce registre sont :

- $\overline{\text{DATAFL1}}$ = signal d'appel émis par l'interface universelle
- $\overline{\text{READ1}}$ = signal de réponse émis par l'utilisateur.

Ce registre est remis à zéro par la mise sous tension calculateur et par la clé «INITIALIZE» du pupitre de commande.

Diagramme des signaux MOT1



— OUT 100 à OUT 115 : Bits d'informations

Les informations sont transmises en valeur à l'utilisateur.

- [— DATAFL1 : Indicateur de données. Ce signal précise que le mot d'informations, qui vient d'être chargé dans le registre, est stable, donc exploitable par l'utilisateur. Le front avant ou le niveau peut être éventuellement utilisé comme horloge de chargement pour un registre tampon externe à la carte. Ce signal subsiste tant que la réponse (READ1) n'est pas envoyée par l'utilisateur.
- [— READ1 : Réponse émise par l'utilisateur. Ce signal est destiné à désactiver l'indicateur d'appel DATAFL1. Il doit être maintenu jusqu'à la disparition de celui-ci. La réponse peut être annulée dès la disparition de DATAFL1. L'interface universelle élabore dans sa logique interne - un signal d'occupation (BUSY1) qui dure depuis DATAFL1 jusqu'au front arrière de réponse. L'état d'occupation de ce mot, testable à chaque instant par programme, est utilisé pour la gestion des échanges en mode programmé simple.

[MOT 2

- Un registre tampon de 16 bits mémorise un autre mot d'informations en provenance du calculateur.

Ce registre est chargeable exclusivement par programme (Instruction SIØ standard), il est inaccessible par les canaux.

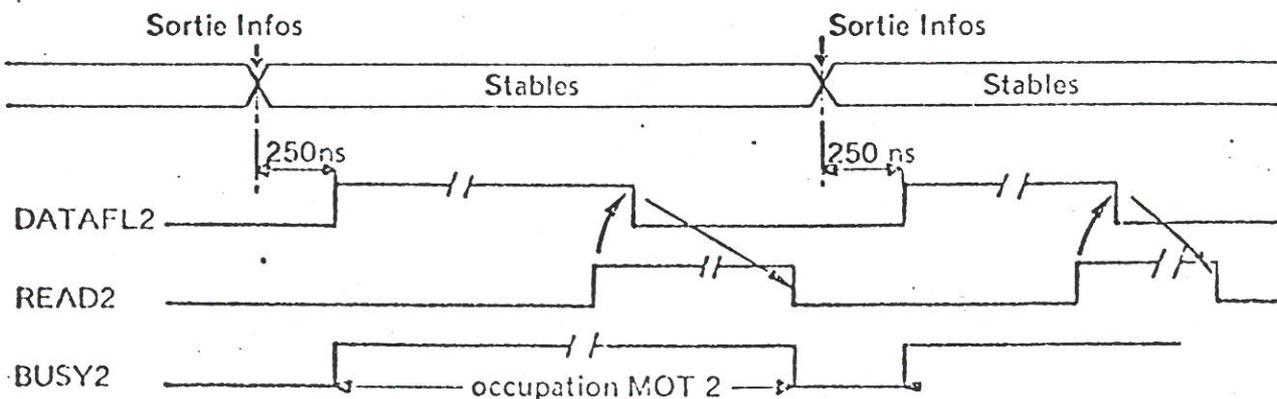
Les signaux de service de ce registre sont :

DATAFL2 = signal d'appel

READ2 = signal de réponse

Ce registre est remis à zéro par la mise sous tension calculateur et par la clé « INITIALIZE » pupitre.

Diagramme des signaux MOT2



— OUT 200 à OUT 215

Bits d'informations

— DATAFL2 : Indicateur de données (cf : DATAFL1)

— READ2 : Réponse émise par l'utilisateur (cf : READ1)

Le signal BUSY 2 est élaboré par l'interface universelle pour la gestion du mot en mode programmé simple.

2.3 - ENTREE INFORMATIONS

L'utilisateur dispose de 2 mots d'entrée. A chacun sont associés 2 signaux de service (un signal d'appel et un signal de réponse).

MOT 1

— Un multiplexeur d'entrées à plusieurs voies permet avec l'une des voies la prise en compte par le calculateur d'un mot d'informations extérieures de 16 bits. Il n'y a pas de registre tampon dans l'interface universelle, les informations présentées doivent donc être stables pendant l'opération d'entrée (mémorisation extérieure s'il y a lieu).

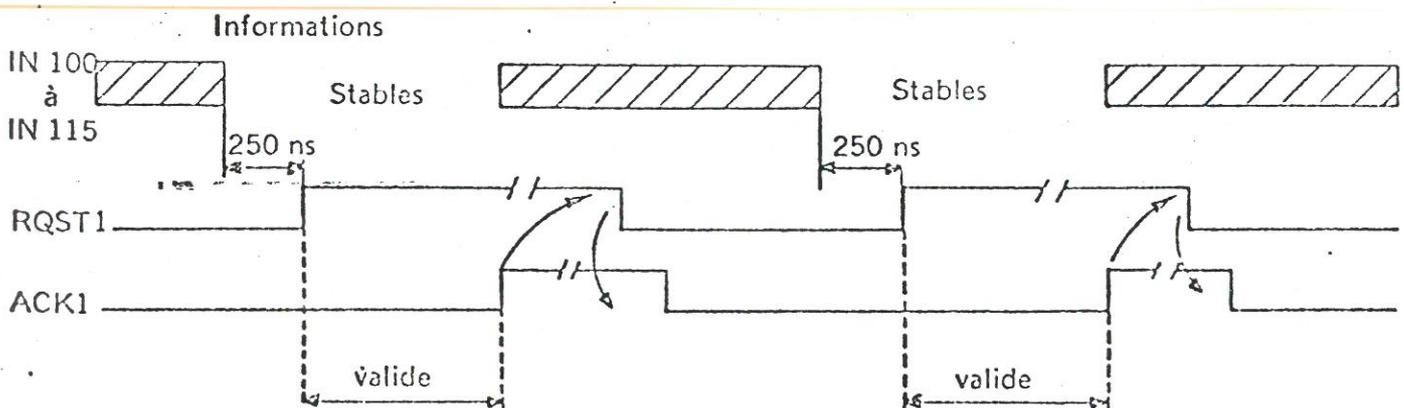
Ce mot d'informations est gérable soit :

- en mode programmé, par l'instruction SIO Standard.
- en mode canal

Les signaux de service de ce mot sont :

- RQST1 : demande d'entrée informations, signal d'appel émis par l'utilisateur.
- ACK1 : Réponse de l'interface.

Diagramme des signaux MOT1



— IN100 à IN115 : Bits d'informations

Les informations doivent être présentées en valeur au moins 250 ns avant le front avant de la demande d'entrée RQST1 et rester stables jusqu'à la réponse ACK1.

— RQST1 : demande d'entrée MOT 1 (signal appel)

Ce signal précise au calculateur qu'il peut faire l'acquisition du mot qui est présenté, les informations étant stables et valides. RQST1 doit rester actif jusqu'à ce que la réponse ACK1 apparaisse. RQST1 peut revenir à l'état initial dès que ACK1 est reçu.

— ACK1 : réponse calculateur

Ce signal apparaît quand l'opération d'entrée du MOT1 est terminée. C'est l'accusé de réception pour l'utilisateur. Ce signal subsiste tant que la demande RQST1 est maintenue.

MOT 2

Une autre voie du multiplexeur d'entrées permet la prise en compte d'un autre mot d'informations extérieures de 16 bits. Il n'y a pas de registre tampon dans l'interface universelle, les informations présentées doivent être stables pendant toute l'opération d'entrée (mémoire externe s'il y a lieu).

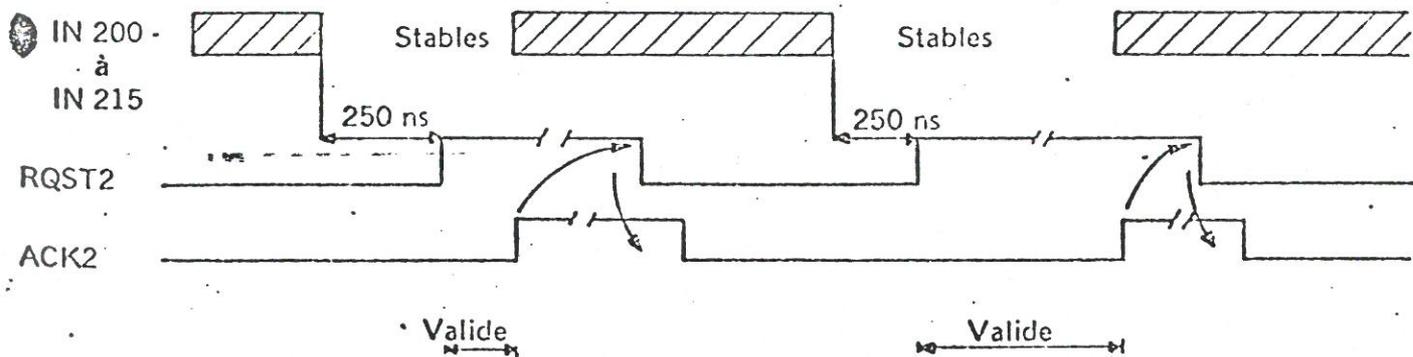
Ce mot d'informations s'acquiert exclusivement par l'instruction SIO Standard

Les signaux de service sont :

— RQST2 = demande d'entrée informations

— ACK2 = réponse calculateur

Diagramme des signaux MOT2



- IN 200 à IN215
Bits d'informations.

Les informations doivent être présentées en valeur au moins 250 ns avant le front avant de la demande RQST2 et restées stables jusqu'à la réponse ACK2.

- $\overline{\text{RQST2}}$: demande d'entrée MOT2. Ce signal doit être rester présent au moins jusqu'à ce que la réponse ACK2 apparaisse; il peut revenir à l'état initial dès que ACK est reçu.
- $\overline{\text{ACK2}}$: Réponse. Apparaît en fin d'opération d'entrée et subsiste tant que la demande RQST2 est maintenue.

Pour chaque mot d'entrée, l'interface universelle, à partir des 2 signaux de service, élabore un signal d'état VAL, (VAL1 pour le mot 1 et VAL2 pour le mot 2) représentant l'instant de validité des informations) que le programme devra tester pour la gestion des échanges en mode programmé simple.

2.4 - SIGNAUX DE SERVICE DIVERS

- $\overline{\text{EXTR}}$: Signal d'initialisation (Remise à zéro hardware) transmis en complément.

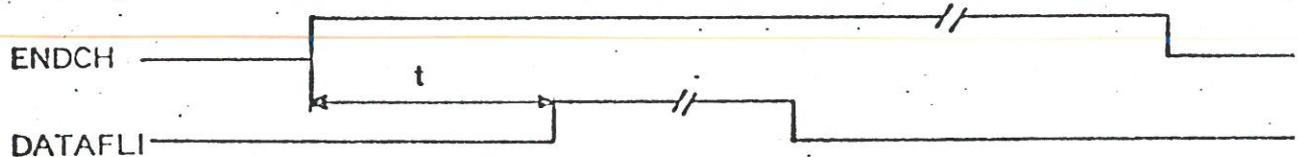
Il apparaît :

- à la mise sous tension calculateur
- à chaque action sur la clef «INITIALIZE» calculateur.

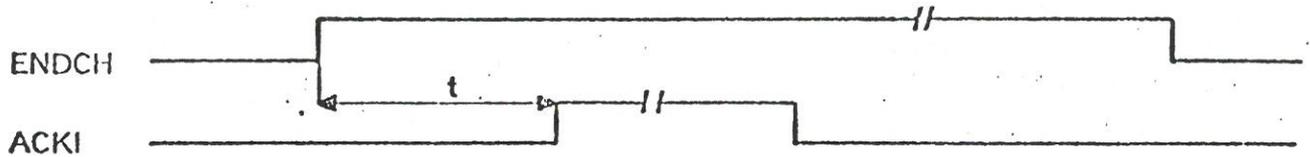
- $\overline{\text{ENDCH}}$: Fin d'échange canal.

Signal émis en complément par les canaux, exclusivement en mode canal. Il précise que le canal va transférer le dernier mot de l'échange (compte de mots nuls). Il apparaît aussi bien en entrée qu'en sortie.

En Sortie :



En Entrée :

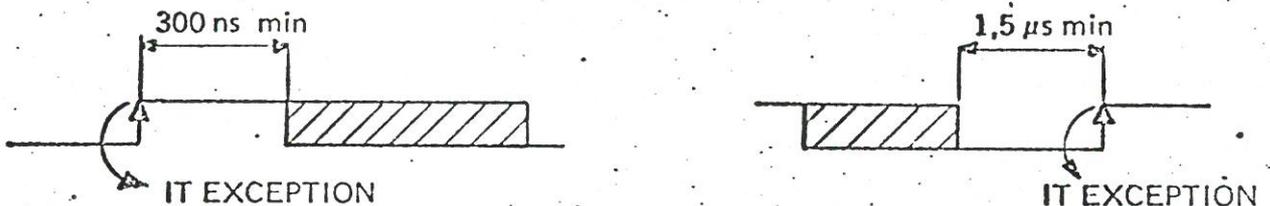


$t = 1 \text{ à } 8 \mu\text{s}$ suivant type de calculateur

ENDCH est annulé par software sous tache hardware relative au traitement de l'IT EXCEPTION de fin d'échange (interface universelle).

— APEXI :

Entrée appel externe N°1 qui permet de déclencher une interruption exceptionnelle. Cette entrée est sensible aux transitions montantes. (largeur minimum d'impulsion : 300 ns si impulsion positive, 1,5 μs si impulsion négative).



— APEX2 :

Entrée appel externe N°2, indépendante de APEXI, présentant les mêmes caractéristiques électriques qu'APEXI.

Pour ces 2 entrées, dans le cas d'une commande extérieure par bouton poussoir, prévoir un filtrage ou une mémoire anti rebonds.

— RESET1 : Entrée de remise à zéro du registre tampon MOT1 de sortie

— RESET2 : Entrée de remise à zéro du registre tampon MOT2 de sortie.

— Normalement à l'état haut, ces entrées sont actives à l'état bas :

2.6 - CARACTERISTIQUES DES SIGNAUX

a) des signaux de sorties

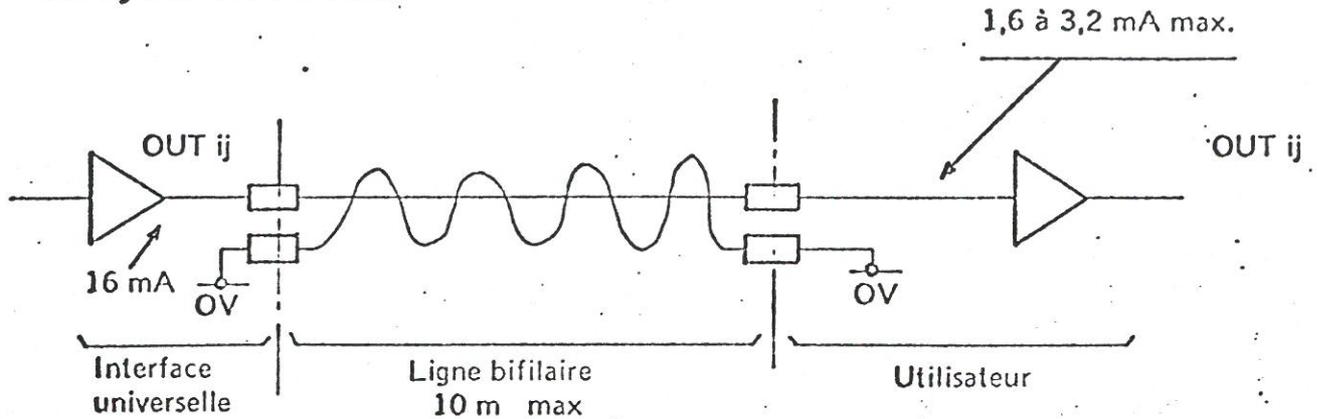
Nom	Sens	Réf. boîtier	Sortance (I_{O1}) max.
OUT 100 à OUT 115	Valeur	SN 74173	16 mA
<u>DATAFL1</u>	Complément	SN 7404	16 mA
OUT 200 à OUT 215	Valeur	SN 74173	16 mA
<u>DATAFL2</u>	Complément	SN 7404	16 mA
<u>ACK1</u>	Complément	SN 7404	16 mA
<u>ACK2</u>	Complément	SN 7404	16 mA
<u>ENDCH</u>	Complément	SN 7404	16 mA
<u>EXTR</u>	Complément	SN 7404	16 mA

b) des signaux d'entrées

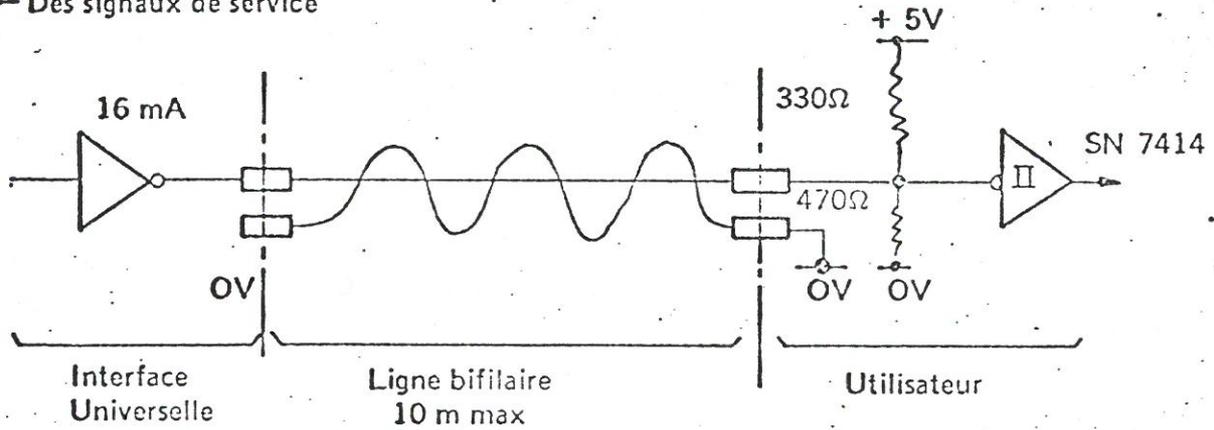
Nom	Sens	Réf. boîtier	Entrance (I_{i1}) max.
IN 100 à IN 115	Valeur	SN74 LS157-LS153	0,8 mA
<u>RQST1</u>	Complément	SN7414+ 330//470 Ω	16 mA
IN 200 à IN 215	Valeur	SN 74LS157-LS 153	0,8 mA
<u>RQST2</u>	Complément	SN 7414+330//470 Ω	16 mA
<u>RESET1</u>	Complément	SN 7400 + 1 K Ω (+5V)	6,6 mA
<u>RESET2</u>	Complément	SN 7400 + 1 K Ω (+ 5V)	6,6 mA

Réception des signaux côté utilisateur

— Des signaux d'informations

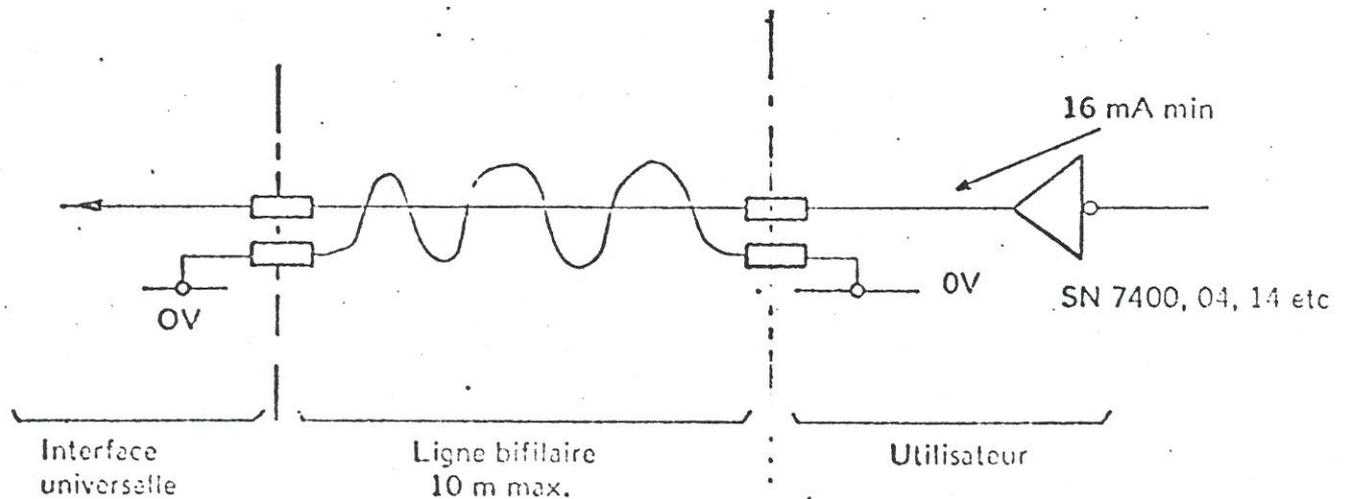


— Des signaux de service



— Emission des signaux côté utilisateur

Pour tout signal : Sortance 16 mA minimum



En résumé,

les signaux utilisés sont donc les suivants :

- Sortie $MoT1$: (n'est pas complémenté) : 16 bits de Données
broche 100 à 115 (bit poids forts- bit poids faibles)
- Sortie $\overline{DATAFL1}$: (complémenté) : 1 bit à "1"
le mot de 16 bits dans le registre du coupleur est prêt à être transféré (bit à 0)
- Sortie \overline{EXTR} : (complémenté) : 1 bit à "1"
Signal d'initialisation (bit à 0)
apparaît à la mise sous tension calculateur à chaque action de la clé INITIALIZE
- Entrée $\overline{READ1}$: (complémenté) : 1 bit à "1"
est mis à 0 quand la donnée est lue, et sert à désactiver $\overline{DATAFL1}$
doit être annulée (mis à "1") quand $\overline{DATAFL1}$ est à "1"
- Entrée $APEX1$: (non complémenté) : 1 bit à "0"
la mise à "1" déclenche une interruption exceptionnelle.
- Entrée $\overline{RESET1}$: (complémenté) : 1 bit à "1"
Remise à zéro du registre tampon $MoT1$ de sortie
- Sortie \overline{ENDCH} : (complémenté) : 1 bit à "1"
Signal de fin d'échange canal
est émis en mode canal un peu avant (8 micro-sec) le transfert du dernier mot de l'échange.

b- Boitier mémoire tampon AM 2813

La notice en anglais, ci-jointe, est fournie par la Société :
Advanced Micro Devices (AMD en France)

Seuls les renseignements sur le boitier Am 2813 nous concernent.

Ce boitier a été choisi pour les raisons suivantes :

- Par rapport aux boitiers Am 3341/2841 qui sont des mémoires tampon de 64 mots de 4 bits,
le boitier AM 2813 :

- est de technologie plus récente, notamment en ce qui concerne son interface interne rendant compatible sa conception (circuit intégré CMOS) avec la logique TTL du coupleur universel (des problèmes ont été mis en évidence par les utilisateurs des Am 3341/2841)

- assure des décalages synchrones de mots de 8 bits et non 4 bits. Un mot de 16 bits n'utilise donc que deux boitiers en parallèle et non 4 ce qui garantit une homogénéité et une synchronisation plus grandes des 16 bits et une minisation importante de l'organe de commande.

En effet, la sortie "commande d'entrée en mémoire tampon" de cet organe ne pilote que 2 boitiers, ne nécessitant pas alors de reformatage des signaux. Il en est de même pour la commande de sortie de la mémoire tampon" qui de plus nécessite une synchronisation très bonne avec l'horloge pour assurer une cadence constante de changement des 16 bits, en entrée de boitier convertisseur numérique analogique.

- évite par sa fréquence maximum de commande les impulsions parasites de fréquence supérieure à 500 KHz. (1 MHz pour les boitiers AM 3341/2841)

- diminue les risques de commandes parasites, par des fronts de montée et descente moins raides que les boitiers AM 3341/2841, assurant ainsi une meilleure stabilité à grande vitesse.

- Par rapport aux boitiers AM 2812/AM 2812 A qui sont des mémoires tampon à 32 mots de 8 bits,
le boitier AM 2813 :

- permet un chaînage direct de plusieurs boitiers du même type mis en cascade, contrairement aux AM 2812 et AM 2812 A

- a les mêmes avantages en ce qui concerne les parasites et la stabilité des signaux, le boitier AM 2812 A ayant une cadence maximum de 1 MHz.

- Par rapport au boitier AM 2813 A identique fonctionnellement au AM 2813, ce dernier a les avantages décrits plus hauts dus à sa cadence maximum de 500 KHz et non 1 MHz.

Am2812 / Am2812A • Am2813 / Am2813A

32 x 8- Bit and 32 x 9- Bit First-in First-out Memories

Advanced Micro Devices

Complex MOS Integrated Circuits

Distinctive Characteristics

- Completely independent read and write operations
- "Half-full" flag
- Am2812 has serial or parallel input and output
- Data rates up to 1 MHz

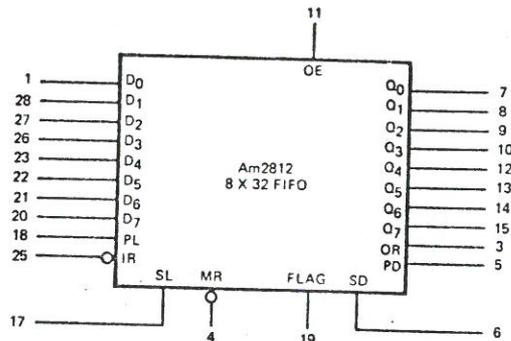
FUNCTIONAL DESCRIPTION

The Am2812 and Am2813 are 32 word by 8-bit and 9-bit first-in first-out memories, respectively. Both devices have completely independent read and write controls and have three-state outputs controlled by an output enable pin (OE). Data on the data inputs (D_i) are written into the memory by a pulse on load (PL). The data word automatically ripples through the memory until it reaches the output or another data word. Data is read from the memory by applying a shift out pulse on PD. This dumps the word on the outputs (Q_i) and the next word in the buffer moves to the output. An output ready signal (OR) indicates that data is available at the output and also provides a memory empty signal. An input ready (IR) signal indicates that the device is ready to accept data and also provides a memory full signal. Both the Am2812 and Am2813 have master reset inputs which clear all data from the device (reset to all LOWs), and a FLAG signal which goes HIGH when the memory contains more than 15 words.

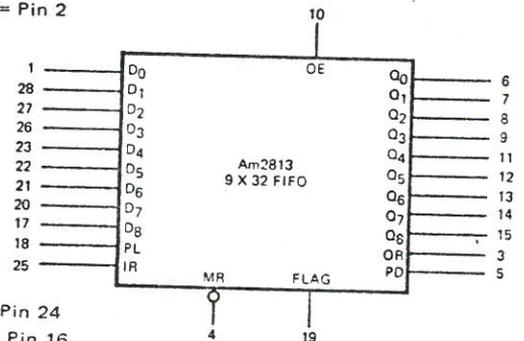
The Am2812 can perform input and output data transfer on a bit-serial basis as well as on 8-bit parallel words. The input buffer is in reality an 8-bit shift register which can be loaded in parallel by the PL command or can be loaded serially through the D_0 input by using the SL clock. When 8 bits have been shifted into the input buffer serially, the 8-bit word automatically moves in parallel through the memory. The output includes a built-in parallel-to-serial converter, so that data can be shifted out of the Q_7 output by using the SD clock. After 8 clock pulses a new 8-bit word appears at the outputs.

The timing and function of the four control signals, PL, IR, PD, and OR, are designed so that two FIFOs can be placed end to end, with OR of the first driving PL of the second and IR of the second driving PD of the first. With this simple interconnection, strings of FIFOs can control each other reliably to make a FIFO array any number of words deep.

LOGIC SYMBOLS

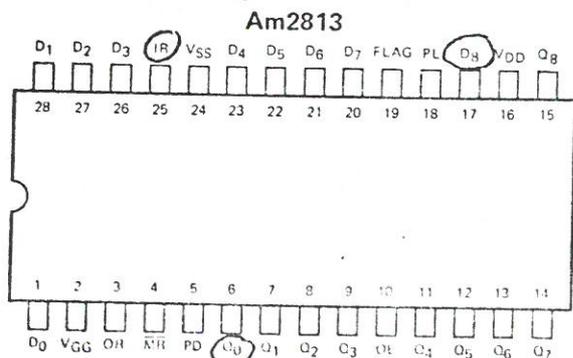
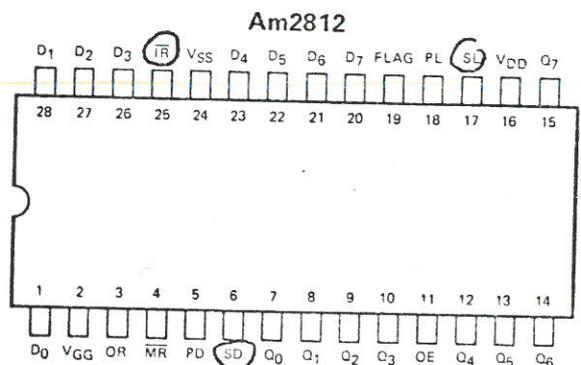


V_{SS} = Pin 24
 V_{DD} = Pin 16
 V_{GG} = Pin 2



V_{SS} = Pin 24
 V_{DD} = Pin 16
 V_{GG} = Pin 2

CONNECTION DIAGRAMS Top Views



Note: Pin 1 is marked for orientation.

ORDERING INFORMATION

40 RUE DES TILLEULS
 92100 BOULOGNE
 TÉL. 603-65-40

Package Type	Frequency	Temperature Range	Am2812 Order Number	Am2813 Order Number
Hermetic DIP	500KHz	0°C to +70°C	AM2812DC	AM2813DC
Hermetic DIP	500KHz	-55°C to +125°C	AM2812DM	AM2813DM
Hermetic DIP	1MHz	0°C to +70°C	AM2812ADC	AM2813ADC
Hermetic DIP	1MHz	-55°C to +125°C	AM2812ADM	AM2813ADM

MAXIMUM RATINGS (Above which the useful life may be impaired)

Storage Temperature	-65°C to +150°C
Temperature (Ambient) Under Bias	-55°C to +125°C
Supply Voltage	V _{SS} -7V to V _{SS} +0.3V
Supply Voltage	V _{SS} -20V to V _{SS} +0.3V
Input Voltage	V _{SS} -10V to V _{SS} +0.3V

OPERATING RANGE

Part Number	Ambient Temperature	V _{SS}	V _{DD}	V _{GG}
2812DC, Am2812ADC	0°C to +70°C	5.0V ±5%	0V	-12V ±5%
2813DC, Am2813ADC				
2812DM, Am2812ADM	-55°C to +125°C	5.0V ±5%	0V	-12V ±5%
2813DM, Am2813ADM				

ELECTRICAL CHARACTERISTICS OVER OPERATING RANGE (Unless Otherwise Noted)

Parameters	Description	Test Conditions	Min.	Typ. (Note 1)	Max.	Units
V _{OH}	Output HIGH Voltage	I _{OH} = .300mA	V _{SS} -1.0			V
V _{OL}	Output LOW Voltage	I _{OL} = 1.6mA			0.4	V
V _{IH}	Input HIGH Level		V _{SS} -1.0			V
V _{IL}	Input LOW Level				0.8	V
I _{IL}	Input Leakage Current	V _{IN} = 0V			1.0	μA
I _{IH}	Input HIGH Current	V _{IN} = V _{SS} -1.0V	250			μA
V _{IUP}	Input Pull-up Initiation Voltage	(Note 2)			2.0	V
		V _{SS} = MIN.			2.2	V
		V _{SS} = MAX.				V
V _{BAR}	Voltage at Peak Input Current	(Note 2)			V _{SS} -1.5	V
I _{BAR}	Maximum Input Current	(Note 2)			1.6	mA
I _{GG}	V _{GG} Current	T _A = 0°C to +70°C		14	22	mA
		T _A = -55°C to +125°C			27	mA
I _{DD}	V _{DD} Current	T _A = 0°C to +70°C		30	45	mA
		T _A = -55°C to +125°C			55	mA

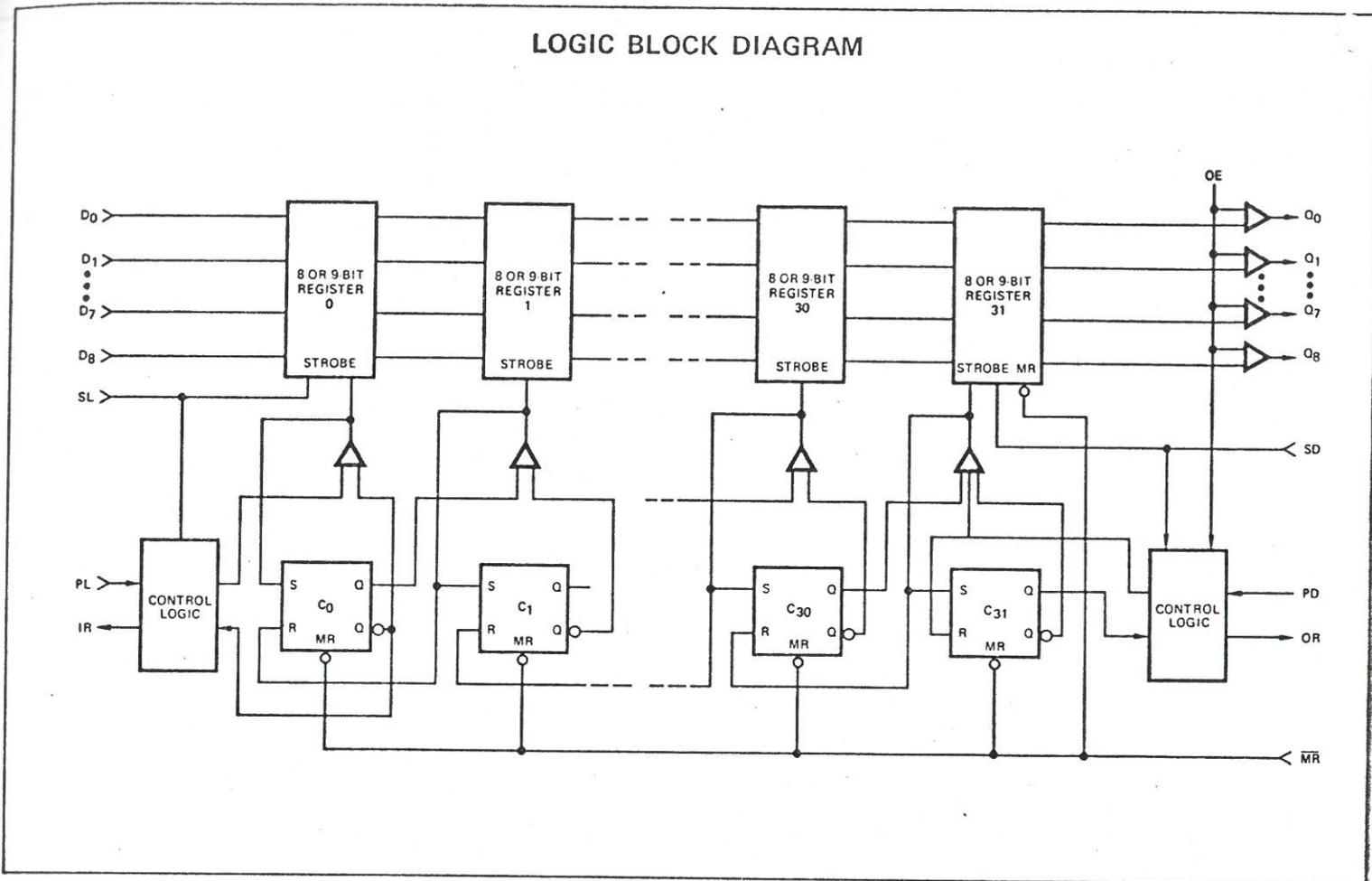
1. Typical limits are at V_{SS} = 5.0V, V_{GG} = -12.0V, T_A = 25°C
2. Pull up circuit on Am2813 only. See graph of input V-I characteristics.

SWITCHING CHARACTERISTICS OVER OPERATING RANGE

Parameters	Conditions/Note	Test Conditions	Am2812 Am2813			Am2812A Am2813A			Units
			Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	
f _M	Maximum Parallel Load or Dump Frequency		0.5			1.0			MHz
t _{DR+}	Delay, PL or SL HIGH to IR In-Active		100	300	1100	80	300	450	ns
t _{DR-}	Delay, PL or SL LOW to IR Active		100	250	800	80	250	400	ns
t _{wH(P)}	Minimum PL or PD HIGH Time				100			80	ns
t _{wL(P)}	Minimum PL or PD LOW Time				100			80	ns
t _{wH(S)}	Minimum SL or SD HIGH Time	Am2812 only			350			300	ns
t _{wL(S)}	Minimum SL or SD LOW Time	Am2812 only			350			300	ns
t _(D)	Data Hold Time			190	250		170	200	ns
t _(D)	Data Set-Up Time	to PL			0			0	ns
		to SL			100			90	ns
t _{DR+}	Delay, PD or SD HIGH to OR LOW	OE HIGH	100	450	1100	100	350	520	ns
t _{DR-}	Delay, PD or SD LOW to OR HIGH	OE HIGH	100	400	850	100	300	470	ns
t _T	Ripple through Time	FIFO Empty			10			8	μs
t _{DR+}	Delay, OR LOW to Data Out Changing	PD = LOW	50	200		50	200		ns
t _{DR-}	Delay, Data Out to OR HIGH	PD = HIGH	0	100		0	100		ns
t _{MRW}	Minimum Reset Pulse Width				400			400	ns
t _{DO}	Delay, OE LOW to Output OFF				400			400	ns
t _{DO}	Delay, OE HIGH to Output Active				400			400	ns
t _{DF}	Delay from PL or SL HIGH to Flag HIGH or PD or SD HIGH to Flag LOW			0.5	1.0		0.5	1.0	μs
C _I	Input Capacitance				7			7	pF

3. IR is active HIGH on Am2813 and active LOW on Am2812.
4. Minimum and maximum delays generally occur at opposite temperature extremes. Devices at approximately the same temperature will have compatible switching characteristics and will drive each other.

LOGIC BLOCK DIAGRAM



DESCRIPTION OF THE Am2812 and Am2813 FIFO OPERATION

The Am2812 and Am2813 FIFOs consist internally of 32 data registers and one 32-bit control register, as shown in the logic block diagram. A "1" in a bit of the control register indicates that a data word is stored in the corresponding data register. A "0" in a bit of the control register indicates that the corresponding data register does not contain valid data. The control register directs the movement of data through the data registers. Whenever the n^{th} bit of the control register contains a "1" and the $(n+1)^{\text{th}}$ bit contains a "0", then a strobe is generated causing the $(n+1)^{\text{th}}$ data register to read the contents of the n^{th} data register, simultaneously setting the $(n+1)^{\text{th}}$ control register bit and clearing the n^{th} control register bit, so that the control flag moves with the data. In this fashion data in the data register moves down the stack of data registers toward the output as long as there are "empty" locations ahead of it. The fall through operation stops when the data reaches a register n with a "1" in the $(n+1)^{\text{th}}$ control register bit, or the end of the register.

Data is initially loaded from the data inputs by applying a LOW-to-HIGH transition on the parallel load (PL) input. A "1" is placed in the first control register bit simultaneously. The first control register bit is returned buffered, to the input ready (IR) output, and this pin goes inactive indicating that data has been entered into the first data register and the input is now "busy", unable to accept more data. When PL next goes LOW, the fall-through process begins (assuming that at least the second location is empty). The data in the first register is copied into the second, and the first control register bit is cleared. This causes IR to go active, indicating the inputs are available for another data word.

The data falling through the register stacks up at the output end. At the output the last control register bit is buffered and brought out as Output Ready (OR). A HIGH on OR indicates there is a "1" in the last control register bit and therefore there is valid data

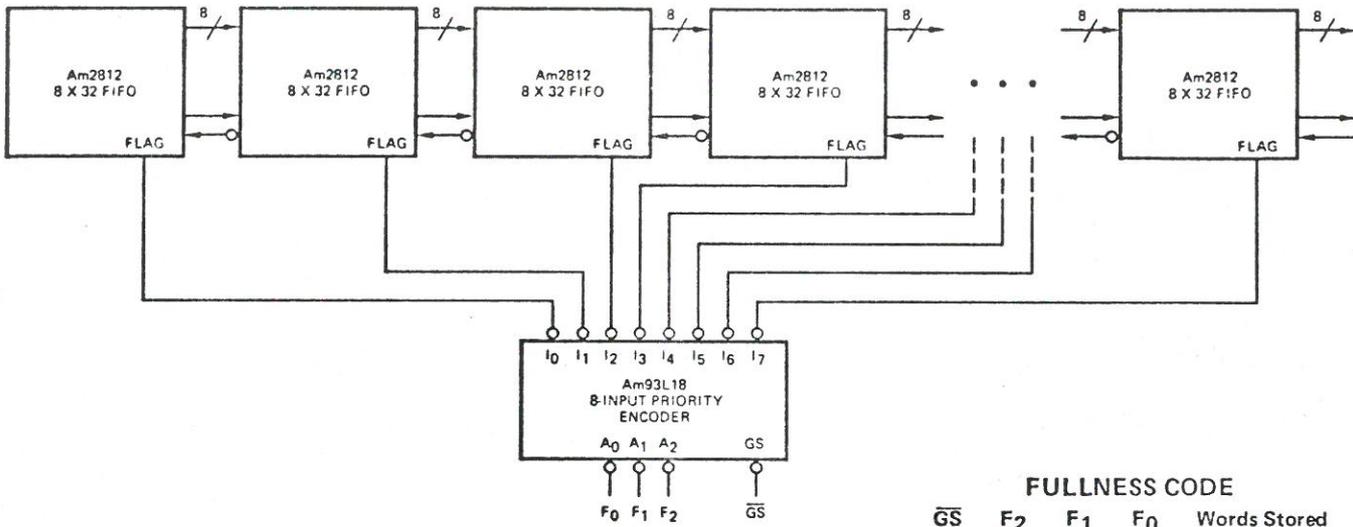
on the data outputs. A parallel dump command is used to shift the data word out of the FIFO. A LOW-to-HIGH transition on PD clears the last register bit, causing OR to go LOW, indicating that the data on the outputs may no longer be valid. When PD goes LOW, the "0" which is now present at the last control register bit allows the data in the next to the last register to move into the last register position and on to the outputs. The "0" in the control register then "bubbles" back toward the input as the data shifts toward the output.

If the memory is emptied by reading out all the data, then when the last word is being read out and PD goes HIGH, OR will go LOW as before, but when PD next goes LOW, there is no data to move into the last location, so OR remains LOW until more data arrives at the output. Similarly, when the memory is full when PL goes LOW, and IR will remain inactive instead of returning to an active state.

The pairs of input and output control signals are designed so that the PD input of one FIFO can be driven by the IR output of another, and the OR output of the first FIFO can drive the PL input of the second, allowing simple expansion of the FIFO to any depth. Wider buffers are formed by allowing parallel rows of FIFOs to operate together, as shown in the application on the last page.

Because the input ready signal is active LOW on the Am2812 a peculiarity occurs when several devices are placed end-to-end. When the second unit of two Am2812's fills up, the data out of the first is not dumped immediately. That is, no shift out command occurs, so that the data last written into the second device remains on the output of the first until an empty location bubbles up from the output. The net effect is that n Am2812s connected end-to-end store $31n+1$ words (instead of $32n$). The Am2813 stores $32n$ words in this configuration, because IR is active HIGH and does dump the last word written into the second device.

APPLICATIONS

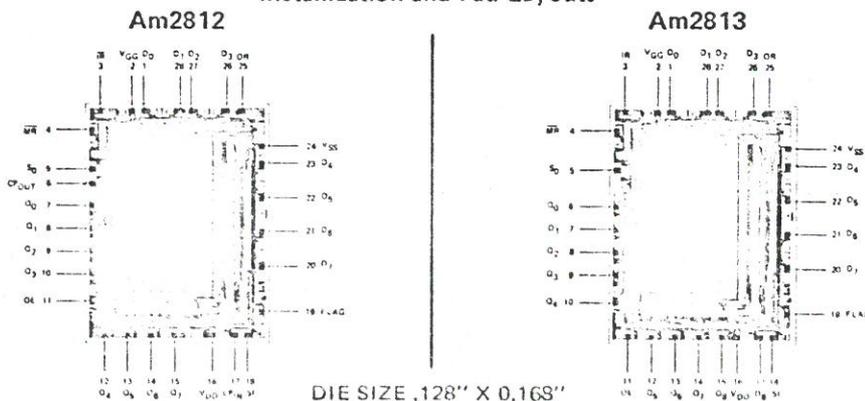


FULLNESS CODE

\overline{GS}	F ₂	F ₁	F ₀	Words Stored
L	L	L	L	0 - 15
L	L	L	H	13 - 47
L	L	H	L	45 - 78
L	L	H	H	76 - 109
L	H	L	L	107 - 140
L	H	L	H	138 - 171
L	H	H	L	169 - 202
L	H	H	H	200 - 233
H	H	H	H	231 - 249

The Fullness Flags from Am2812 or Am2813 FIFOs can be encoded by an Am93L18 8-input priority encoder. The output code F₀-F₂ indicates the weight of the highest priority input which is LOW. GS is group signal; it is HIGH if all the inputs are HIGH.

Metallization and Pad Layouts

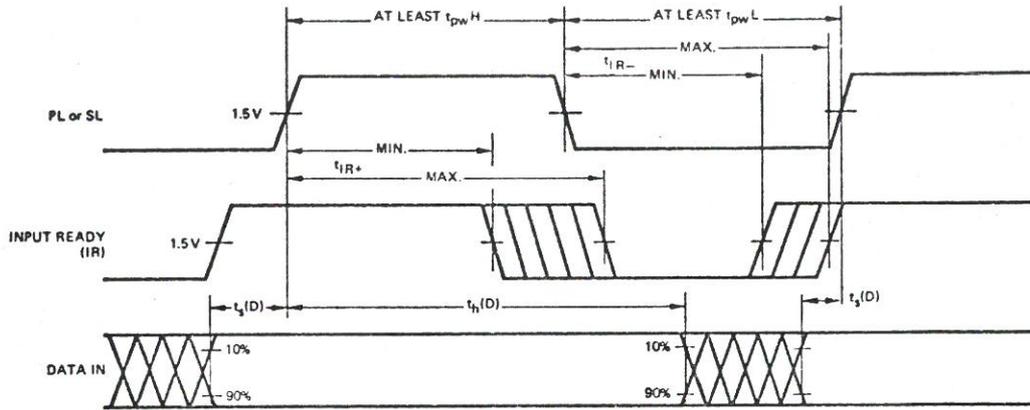


DIE SIZE .128" X 0.168"

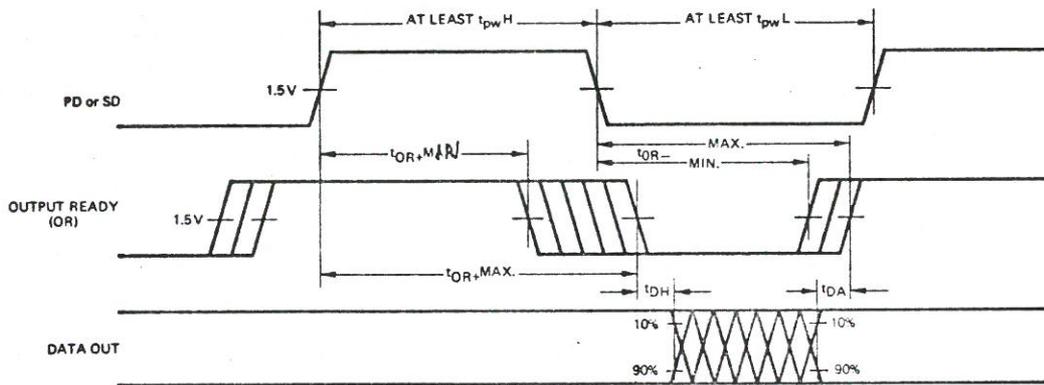


ADVANCED
MICRO
DEVICES INC.
901 Thompson Place
Sunnyvale
California 94086
(408) 732-2400
TWX: 910-339-9280
TELEX: 34-6306

TIMING DIAGRAM



Note: IR inverted on Am2812.

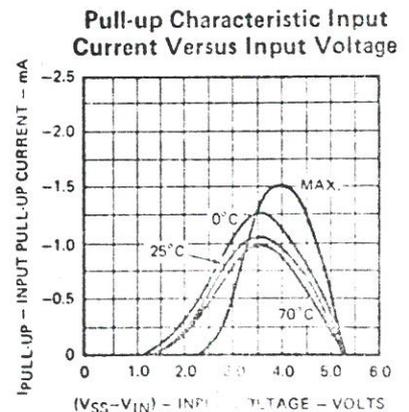


USER NOTES

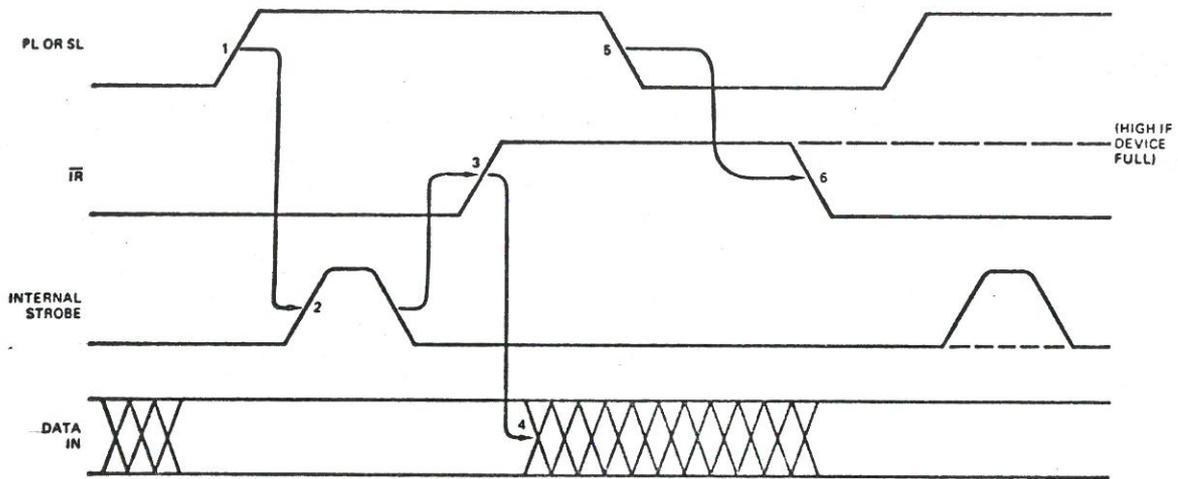
1. When the memory is empty the last word read will remain on the outputs until the master reset is strobed or a new data word falls through to the output. However, OR will remain LOW, indicating data at the output is not valid.
2. When the output data changes as a result of a pulse on PD, the OR signal always goes LOW before there is any change in output data and always stays LOW until after the new data has appeared on the outputs, so anytime OR is HIGH, there is good, stable data on the outputs.
3. If PD is held HIGH while the memory is empty and a word is written into the input, then that word will fall through the memory to the output. OR will go HIGH for one internal cycle (at least t_{OR+}) and then will go back LOW again. The stored word will remain on the outputs. If more words are written into the FIFO, they will line up behind the first word and will not appear on the outputs until PD has been brought LOW.
4. When the master reset is brought LOW, the control register and the outputs are cleared. \overline{IR} goes HIGH and OR goes LOW. If PL is HIGH when the master reset goes HIGH then the data on the inputs will be written into the memory and \overline{IR} will return to the LOW state until PL is brought LOW. If PL is LOW when the master reset is ended, then \overline{IR} will go HIGH but the data on the inputs will not enter the memory until PL goes HIGH.
5. The output enable pin inhibits dump commands while it is LOW and forces the Q outputs to a high impedance state.
6. The serial load and dump lines should not be used for interconnecting two FIFOs. Use the parallel interconnection instead.
7. If less than eight bits have been shifted in using the serial load command, a parallel load pulse will destroy the data in the partially filled input register.

KEY TO TIMING DIAGRAM

WAVEFORM	INPUTS	OUTPUTS
—	MUST BE STEADY	WILL BE STEADY
▨	MAY CHANGE FROM H TO L	WILL BE CHANGING FROM H TO L
▩	MAY CHANGE FROM L TO H	WILL BE CHANGING FROM L TO H
▧	DON'T CARE: ANY CHANGE PERMITTED	CHANGING: STATE UNKNOWN

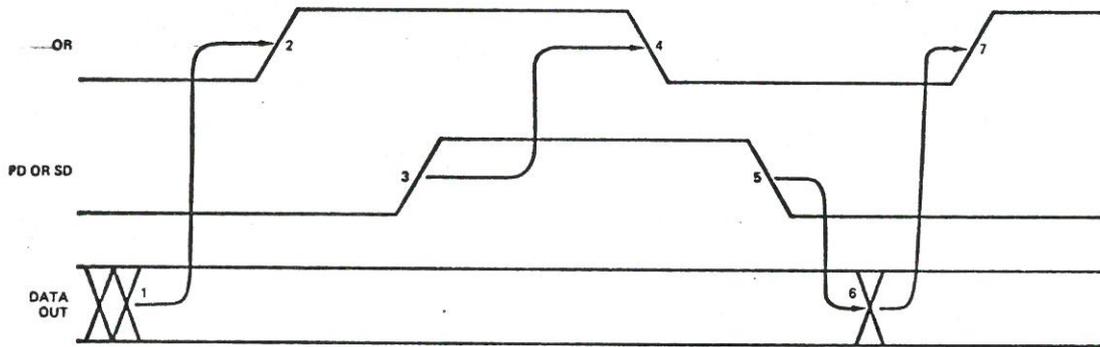


Am2812 TIMING DIAGRAM



Am2812 INPUT TIMING

When data is steady PL is brought HIGH (1) causing internal data strobe to be generated (2). When data has been loaded, \overline{IR} goes HIGH (3) and data may be changed (4). \overline{IR} remains HIGH until PL is brought LOW (5); then \overline{IR} goes LOW (6) indicating new data may be entered.



Am2812 OUTPUT TIMING

When data out is steady (1), OR goes HIGH (2). When PD goes HIGH (3), OR goes LOW (4). When PD goes LOW again (5), the output data changes (6) and OR returns HIGH (7).

The input and output timing diagrams above illustrate the sequence of control on the Am2812. Note that PL matches OR and \overline{IR} matches PD in time, as though the signals were driving each other. The Am2813 pattern is similar, but IR is active HIGH instead of active LOW (shown in timing diagram on next page).

FLAG OUTPUT

A flag output is available on the Am2812 and Am2813 to indicate whether the FIFO is more or less than half full. The flag signal is generated by summing the "1s" in the control flip-flops, and therefore is not affected by the movement of data through the register. The flag signal goes HIGH when the 13th, 14th, 15th, or 16th word is loaded into the FIFO. It will remain HIGH until there are less than $15 + \frac{1}{2}$ words in the memory. It is always HIGH if there are more than 16 words in the FIFO.

RESET

An over-riding master reset (\overline{MR}) is used to clear all control register bits and set all the outputs LOW.

SERIAL INPUT AND OUTPUT (Am2812 ONLY)

The Am2812 also has the ability to read or write serial bit streams, rather than 8-bit words. The device then works like a 256 by 1-bit FIFO. A serial data stream can be loaded into

the device by using the serial load input and applying data to D_0 input. Inputs D_1-D_7 must be grounded. The SL signal operates just like the PL input, causing IR to go HIGH and LOW as the bits are entered. The data is simply shifted across the 8-bit input register until 8 bits have been entered; the 8 bits then fall through the register as though they had been loaded in parallel. Following the 8th SL pulse, IR will remain inactive if the FIFO is full.

A corresponding operation occurs on the output, with clock pulses on SD causing successive bits of data to appear on the O_7 output. OR moves HIGH and LOW with SD exactly as it does with PD. When 8 bits have been shifted out, the next word appears at the output. If a PD command is applied after the 8 bits on the outputs have been partially shifted out, the remainder of the word is dumped and a new 8-bit word is brought to the output. OR will stay LOW if the FIFO is empty.

When the serial input or output clock is used, the corresponding parallel control line should be grounded and when the PD or PL controls are used the corresponding serial clocks should be grounded.

D'après la brochure, le fonctionnement du boîtier AM 2813 est le suivant :

C'est une mémoire tampon de 32 mots de 9 bits avec entrée sortie indépendantes et une cadence maximum de travail de 500 KHz.

Sa conception permet une mise en cascade par chaînage direct pour former des mémoires tampon de plus grande capacité : $n \times 32$ mots, sous forme d'un boîtier circuit intégré CMOS à 28 broches ; il est entièrement compatible avec la logique TTL par interface incorporé.

Ce circuit intégré est composé de 32 registres de donnée de 9 bits et un registre de contrôle de 32 bits.

Les signaux d'entrée-sortie sont les suivants :

Entrée PL : chargement parallèle (parallelload)

- le signal de transition Bas vers Haut provoque le chargement de la donnée initiale à partir des entrées données (IR est mis à BAS)
- Le signal de transition HAUT vers BAS provoque la copie du n -ième mot dans le $(n+1)$ -ième.

Sortie IR : indicateur d'entrée prête (input Ready) (bit à 1)
est activé par l'effacement du 1er bit du registre de contrôle.
(reste en position Basse si mémoire pleine)

Sortie OR : indicateur de sortie prête (out put Ready) (bit à 1)
est activé quand le dernier bit du registre de contrôle est à 1.

Entrée PD : sortie parallèle (parallel dump)

- le signal de transition BAS vers HAUT efface le dernier bit de registre de contrôle et met OR en position BASSE (donnée de sortie ne pouvant être validée plus longtemps)
- Le signal de transition Haut-Bas provoque la sortie du dernier mot et met OR en position Haute (reste en Bas si mémoire vide).

Sortie Drapeau (FLAG) : indicateur de remplissage

- se met à 1 (HAUT) quand le 13e mot est chargé dans la mémoire
- reste HAUT tant qu'il y a plus de 16 mots en mémoire
- est indépendant des mouvements transitoires des données.

Entrée \overline{MR} : complémenté (master reset) par mis à BAS

- efface le registre de contrôle
- met à BAS les sorties

Entrée Donnée : D_0 à D_8 9 bits
entrée d'un mot de 9 bits.

Sortie Donnée : Q_0 à Q_8 9 bits
sortie d'un mot de 9 bits

Entrée V_{SS} : Alimentation $+ 5 V \pm 5 \%$

Entrée V_{DD} : tension de repérage 0 V

Entrée V_{GG} : alimentation $- 12 V \pm 5 \%$ (pour commutation CMOS)

Sortie OE : (out put enable) 1 bit donnant l'état des sorties
- OE HAUT les sorties sont au signal HAUT ou BAS
- OE BAS la fonction sortie est désarmée et la charge de sortie est une coupure à Haute Impédance.

C - Boitier Convertisseur Numérique Analogique DAC H x 16 B
et Amplificateur AM 103 B.

Fabriqué et commercialisé par DATEL SYSTEMS, INC. , ce boitier convertit des mots de 16 bits (96 DB) de façon asynchrone avec une cadence maximum de 1 MHz.

Il est entièrement compatible en entrée avec la logique T.T.L. et fonctionne en logique négative vraie, c'est-à-dire que chaque bit du mot d'entrée doit être complémenté.

La sortie en courant très stable est dirigé vers un amplificateur AM-103 B du même fournisseur.

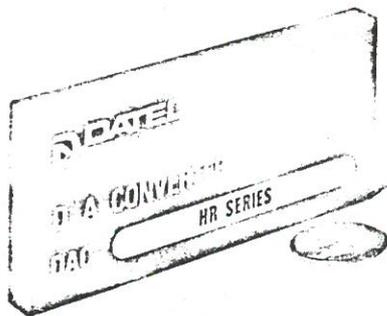
La sortie analogique amplifiée assure $\pm 10 V$ minimum.

Un schéma sur la notice du DAC HR 16 B indique les branchements à effectuer pour régler la qualité de cette sortie.

Les deux boitiers sont alimentée en $\pm 15 V$ avec une prise de masse.



S.A.R.L. au capital de 100.000 F
 11, av. Ferdinand-Buisson
 75016 PARIS
 Tél. 603.06.74 - Télec Datelem 204280
 301102723 B R.C. Paris
 Code A.P.E. 5804



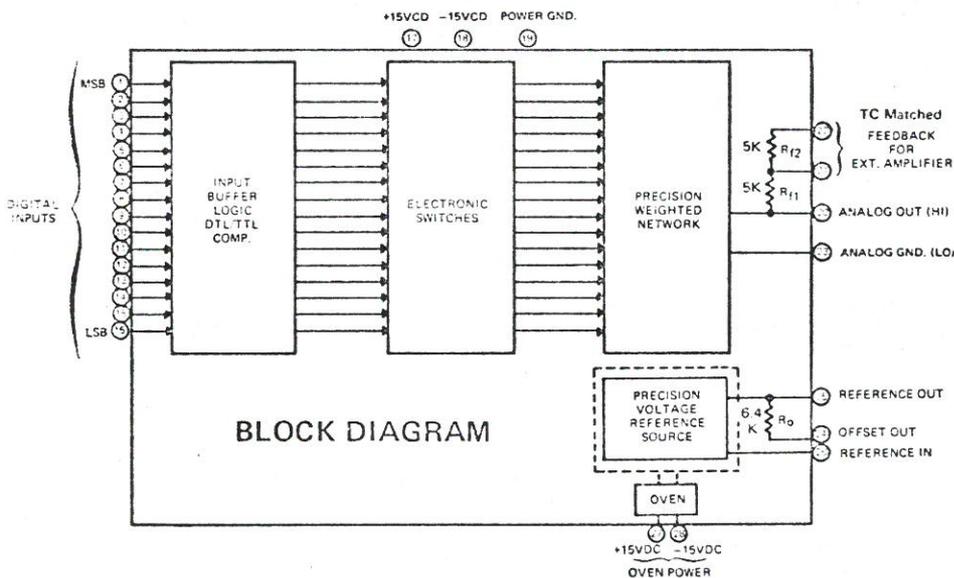
DIGITAL-TO-ANALOG CONVERTER

MODEL DAC-HR SERIES

16 BINARY BIT RESOLUTION

FEATURES

- Output Dynamic Range of 96db
- 1.5ppm/°C Temperature Coefficient
- ±0.0015% Accuracy
- 1 μsec Output Settling Time (.0015% FS)
- ±½ LSB Linearity
- 2"Wx4"Lx0.4"H



GENERAL DESCRIPTION

The DAC-HR series Digital-to-Analog converters are characterized by a resolution of up to one part in 65,535, with a linearity error of ±0.0015% and the lowest temperature coefficient of any commercially available D/A converter of 1.5ppm/°C.

DAC-HR's excellence in both linearity and stability has been achieved by utilizing a precision thin film resistor ladder network which tracks to within 1ppm/°C; an oven controlled zener reference which exhibits a temperature coefficient of 0.25ppm/°C and is current controlled within a high gain servo loop; plus the use of four individual monolithic quad switches. These switches all being in close proximity on the same monolithic chip, have beta's which tend to track, both initially and with temperature. Also, the superior uniformity of these monolithic transistor switches leads to inherently high accuracy of matching thus requiring minor trimming.

The DAC-HR series are completely self contained in a 2"Wx4"Lx0.4"H plastic encapsulated module, yet fully repairable — a very significant consideration.

DAC-HR series were specifically designed for incorporation in systems and equipment demanding a wide dynamic range. For example, with a full scale output of one volt, DAC-HR can resolve down to 15 microvolts, a 96.3db change.

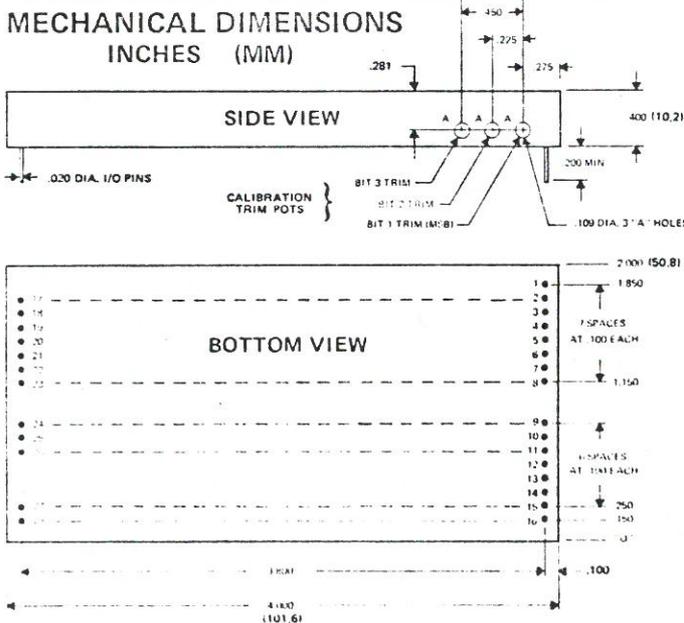
The output settling time is specified at 200 nanoseconds to 0.025% of full scale, and a maximum of 1 microsecond to 0.0015% of full scale. Output settling time is defined as that time between the application of an input digital word and the output settling to 0.0015% of full scale, it includes switch delay, nonlinear slewing time and final exponential decay time.

DAC-HR series may be used for either unipolar or bipolar applications. For unipolar operation full scale output is 0 to -2ma and ±1ma for bipolar output. Maximum voltage compliance is ±1V. Provisions have been provided for the user to connect an external operational amplifier for scaling, sign inversion, impedance transformation, etc. Feedback and offset resistors are included internally. These resistors have temperature coefficients matched to the ladder network. The values of the internal feedback and offset resistors are set to produce a unipolar (0V to +10V) or bipolar (±5V or ±10V) output from an external amplifier. The amplifier should be selected to suit particular applications.

Input digital coding is straight binary for unipolar output and offset binary for a bipolar output. All digital inputs are compatible with standard TTL/DTL logic levels and negative TRUE. To compensate for long term drifts, offset and gain adjustments are provided.

DAC-HR Series D/A converter modules are fully encapsulated and feature dual in-line pinning compatibility (i.e., 0.100" grid pin spacing and 3.800" between rows of pins, permitting direct plug-in to printed circuit boards.

MECHANICAL DIMENSIONS INCHES (MM)



INPUT/OUTPUT CONNECTIONS

PIN	FUNCTION
1	BIT 1 IN (MSB)
2	BIT 2
3	BIT 3
4	BIT 4
5	BIT 5
6	BIT 6
7	BIT 7
8	BIT 8
9	BIT 9
10	BIT 10
11	BIT 11
12	BIT 12
13	BIT 13
14	BIT 14
15	BIT 15
16	BIT 16 IN (LSB)
17	+15V
18	-15V
19	GROUND
20	ANALOG OUTPUT (+)
21	FEEDBACK RES. 5K
22	FEEDBACK RES. 10K
23	ANALOG OUTPUT (-)
24	OFFSET OUT
25	REF. OUT
26	REF. IN
27	+15V OVEN POWER
28	-15V OVEN POWER

SPECIFICATIONS (typical @ 25°C, unless otherwise noted)

ELECTRICAL DIGITAL INPUTS:

Resolution Up to 16 Binary Bits
Coding Parallel data in the following format:
 Straight Binary (Unipolar Output)
 Offset Binary (Bipolar Output)
NOTE: Two's complement bipolar output can be achieved when an externally complemented MSB is provided.
Logic Levels DTL/TTL compatible, NEGATIVE LOGIC TRUE

INPUT CODE	V INPUT		BIT STATUS
	MIN.	MAX.	
"0"	+2.0V	+5.5V	OFF
"1"	OV	+0.8V	ON

Loading One standard TTL load
ANALOG OUTPUT (@25°C)
Accuracy Adjustable to ±0.0015% of FS
 ±½LSB
Resolution 1LSB (30na for 16 Binary Bits)
Zero Offset 5na
Linearity ±½LSB(1)
Temperature Coefficient 1.5ppm/°C with reference oven ON,
 5.0ppm/°C with reference oven OFF

(1) Differential linearity is ±1 LSB for 16 Binary Bits (i.e., remains monotonic)

Full Scale Output Current -2ma - Unipolar Output
 ±1ma - Bipolar Output
Output Voltage Compliance -1V - Unipolar Output
 ±1V - Bipolar Output
Output Impedance 5K Ω
Output Settling Time 200 nanosec. to ±0.025% of FS
 1 microsec. to ±0.0015% of FS
Reference Source Internal - Oven Controlled
Input Power Requirements D/A } +15VDC, ±0.5VDC @ 30ma
 • ONLY } -15VDC, ±0.5VDC @ 35ma
 REF. } +15VDC, ±0.5VDC @ 15ma
 OVEN } -15VDC, ±0.5VDC @ 15ma

PHYSICAL ENVIRONMENTAL:

Operating Temperature Range 0°C to +70°C
Storage Temperature Range -55°C to +85°C
Relative Humidity Up to 100% NON-CONDENSING
Size 2"Wx4"Lx0.4"H
Pins 0.020" round gold plated
 0.250" long minimum
Case Material Black Diallyl Phthalate, per MIL-M-14
 Modules are fully repairable
Weight 4 oz.

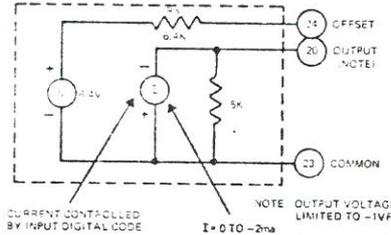
NOTE: An operating temperature range from -25°C to +85°C is available at additional cost. Add suffix "EX" to part number.

CODING FOR DAC-HR SERIES

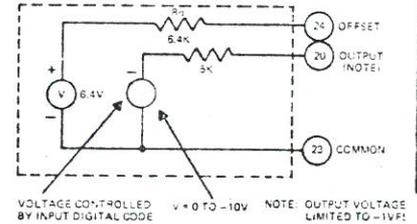
ANALOG Output Range (±1ma, FS)	OFFSET BINARY	ANALOG Output Range (0 to -2 ma, FS)	STRAIGHT BINARY
-0.99997	1111111111111111	-1.99997	1111111111111111
-0.75000	1110000000000000	-1.75000	1110000000000000
-0.62500	1101000000000000	-1.50000	1100000000000000
-0.50000	1100000000000000	-1.00000	1000000000000000
0.00000	1000000000000000	-0.50000	0100000000000000
+0.50000	0100000000000000	-0.25000	0010000000000000
+0.62500	0011000000000000	0.00000	0000000000000000
+0.75000	0010000000000000		
+1.00000	0000000000000000		

Note that 2's complement bipolar output is available when an externally complemented MSB is provided.

CURRENT EQUIVALENT CIRCUIT DAC-HR SERIES



VOLTAGE EQUIVALENT CIRCUIT DAC-HR SERIES



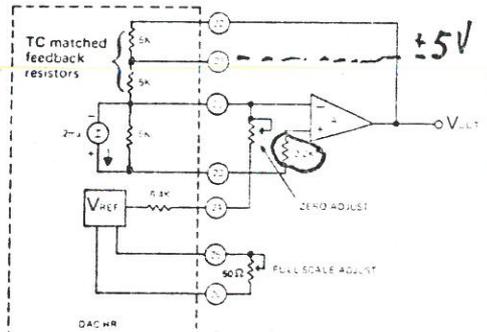
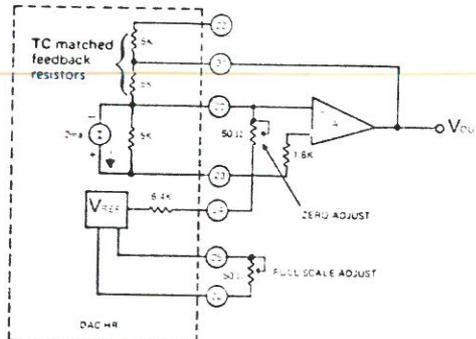
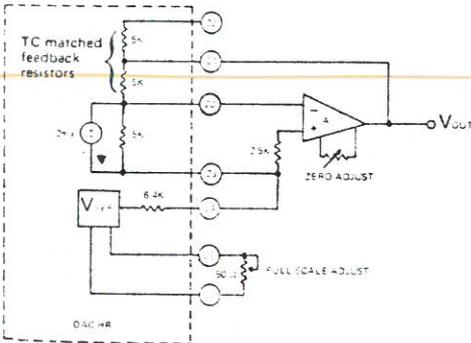
APPLICATION NOTES - WHEN USING AN EXTERNAL OUTPUT AMPLIFIER

(Use a high accuracy, low drift output amplifier to avoid degrading system performance)

DAC-HR SERIES WITH EXTERNAL AMPLIFIER (INVERTING) UNIPOLAR OUTPUT 0V TO +10VFS

DAC-HR SERIES WITH EXTERNAL AMPLIFIER (INVERTING) BIPOLAR OUTPUT ±5VFS

DAC-HR SERIES WITH EXTERNAL AMPLIFIER (INVERTING) BIPOLAR OUTPUT ±10VFS



Note: Use external trim pots and resistors with 100 PPM/°C max tempco (available from Datel)

ORDERING INFORMATION

DAC-HR

NUMBER OF BITS AND CODING
13B = 13 BINARY BITS
14B = 14 BINARY BITS
15B = 15 BINARY BITS
16B = 16 BINARY BITS

LIST PRICE (single quantity)

DAC-HR 13B \$275.
 DAC-HR 14B \$295.
 DAC-HR 15B \$345.
 DAC-HR 16B \$395.

NOTE: Add 30% to List Price for Extended Temperature Range and Suffix "EX" to Model Number

MATING SOCKET DILS-2; 2 req'd per module
 \$5.00 per pair

PRICES AND SPECIFICATIONS SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE



1020 TURNPIKE STREET, CANTON, MASS. 02021
 PRINTED IN U.S.A. COPYRIGHT ©1974, DATEL SYSTEMS, INC.

TEL. (617) 828-8000
 4/74

TWX: 710-348-0100

TELEX: 924461
 Model DHRBT15404

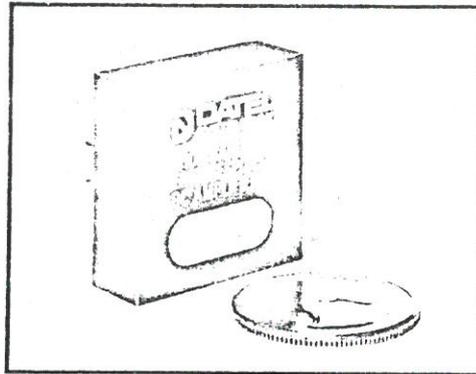


DATEL SYSTEMS

11, av. Ferdinand-Buisson

75016 PARIS

Tél. 603 06 74



**WIDE BAND
FAST SETTLING
FET INPUT
OPERATIONAL AMPLIFIERS**

AM-100 SERIES

DESIGNED SPECIFICALLY FOR HIGH SPEED APPLICATIONS

MODEL AM-100 A/B/C

DESCRIPTION:

Designed specifically to drive C.R.T. displays, the DATEL Models AM-100 A/B/C permit settling (to 0.01%) of a 0.5 V step within 0.15 μ sec. Clean, crisp alpha/numeric characters, together with sharp, linear vectors are the result on the screen face when these amplifiers with their fast settling, true 6dB/octave response and minimum overshoot and undershoot characteristics are used. These devices are also excellent choices for use in high speed applications such as D/A output drivers, integrators, comparators, buffers and many other analog sampling circuits.

FEATURES:

- 60 Volts/ μ sec. Slew Rate
- Settles to 0.01% Within 0.15 μ sec. (Small Step)
- Recovery From Overload in 0.5 μ sec.
- Gain of 500,000
- $10^{12} \Omega$ Differential Input Resistance
- True 6 dB/Octave Response

MODEL AM-101 A/B

DESCRIPTION:

Models AM-101A/B are FET-input differential operational amplifiers designed specifically for applications requiring a combination of high accuracy, high gain and fast settling with the ability to drive substantial capacitive loads. They have a gain bandwidth product of 5 MHz and will settle to 0.01% within 1.5 μ sec., min. in a unity gain inverting mode while driving a capacitive load of 300 picofarads. These amplifiers will settle to 0.01% within 2 μ sec., min. in the same mode driving a 1000 picofarad load and are stable driving a load of 2000 picofarads, minimum. Typically they are stable up to 5,000 picofarads. In addition, low drift, low noise and excellent overload recovery characteristics together with a reasonable price make these amplifiers a must to consider wherever analog voltage sampling is required.

Model AM-101 A/B has a CMRR of 40,000 typical and 20,000 minimum and should be considered wherever a non-inverting amplifier is necessary such as in buffer or multiplexer applications. Since settling time to 0.01% is approximately the same in the non-inverting mode, excellent gain and linearity characteristics are achieved with the high CMRR of the AM-101 Series.

FEATURES:

- Will drive high capacitive load 2000 pF, min.
- Gain Bandwidth Product 5 MHz, min.
- D.C. Gain at Rated Load 300,000, min.
- Differential Input Resistance $10^{12} \Omega$ min.
- Output ± 10 V @ ± 20 mA, min.
- CMRR 20,000, min.
- Fast Overload Recovery Time 1 μ sec.
- Low Profile Case 0.4"
- Low Cost

MODEL AM-102 A/B

DESCRIPTION:

The Model AM-102 A/B is a differential FET input fast settling operational amplifier designed primarily for use in circuits where polarity reversal is not desired. All the ingredients of a good, fast and accurate FET Follower can be found in the AM-102 A/B. High CMRR, very high common mode resistance, high gain, wide bandwidth and fast settling along with high input impedance, excellent drift and noise characteristics all combine to make the AM-102 A/B one of the best all around Follower Amplifiers available today.

FEATURES:

- 100 Volts/ μ sec. Slew Rate
- 0.6 μ sec. Settling Time to 0.01% as Follower
- 1 μ sec. Overload Recovery Time
- 100,000 Gain at Rated Load
- 30 MHz Gain Bandwidth Product

MODEL AM-103 A/B

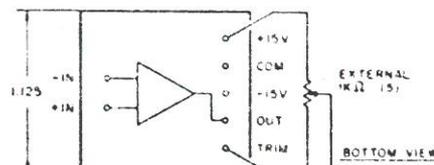
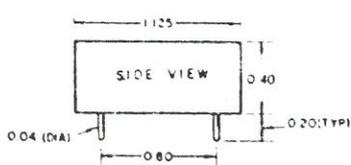
DESCRIPTION:

The fastest yet of the DATEL Systems operational amplifiers, the AM-103 A/B features a 250 Volt per microsecond slew rate, a guaranteed 400 nanosecond settling time (to 0.01%), an overload recovery time of 1 microsecond, max. together with a minimum gain of 100,000. Designed especially for use in high speed comparators, integrator, A/D and D/A converter circuits, the AM-103 A/B is an excellent choice for consideration whenever analog sampling is necessary.

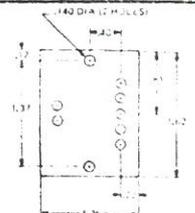
FEATURES:

- 250 Volts/ μ sec. Slew Rate, Min.
- Settles to 0.01% Within 0.4 μ sec., Max.
- Recovery From Overload in 1 μ sec., Max.
- Gain of 100,000, Min.
- 10^{12} Differential Input Resistance
- Stable Unity Gain Frequency 30 MHz, Min.

MECHANICAL DIMENSIONS (INCHES)



**Mating Socket MS-6
For All Models**



SPECIFICATIONS Typical @ 25°C, ±15 VDC, rated load unless otherwise specified.	MODEL AM-100			MODEL AM-101			MODEL AM-102			MODEL AM-103	
	A	B	C	A	B	C	A	B	A	B	
	HIGH SPEED DIFFERENTIAL FET 400 NANOSEC. SETTLING TIME			HIGH SPEED DIFFERENTIAL FET WILL DRIVE 2000pF CAP. LOAD			HIGH SPEED FET FOLLOWER 45 MHz GAIN BANDWIDTH			SUPER FAST DIFFERENTIAL FET 400 V/μSEC SLEW RATE	
PARAMETER											
Input											
Differential Voltage	±15V			±15V			±15V			±15V	
Common Mode Voltage	±18V max.			±18V max.			±18 max.			±18V max.	
Common Mode Rejection Ratio	10,000			40,000			40,000			10,000	
Common Mode Resistance	10 ¹² Ω min.			10 ¹² Ω min.			10 ¹² Ω min.			10 ¹² Ω min.	
Differential Input Resistance	10 ¹² Ω min.			10 ¹² Ω min.			10 ¹² Ω min.			10 ¹² Ω min.	
Output											
Voltage	±10V min.			±10V min.			±10V min.			±10V min.	
Current, Continuous	±20mA min.			±20mA min.			±20mA min.			±20mA min.	
Current, Transient	±30mA			±30mA			±30mA			±30mA	
Capacitive Load	300 pF			500pF typ., 2000pF min.			300 pF			300 pF	
Gain and Frequency Response											
D.C. Gain at Rated Load	500,000			500,000			400,000			400,000	
Gain Bandwidth Product	18 MHz			7 MHz			45 MHz			45 MHz	
Stable Unity Gain Frequency	18 MHz			7 MHz			37 MHz			37 MHz	
Full Power Response	900 KHz (1)			900 KHz (1)			2 MHz (2)			6 MHz (1)	
Transient Response											
Slew Rate	60V/μs. (1)			60V/μs. (1)			140V/μs. (2)			400V/μs. (1)	
Settling Time to 0.01%	0.4 μs. (1)			1 μs. (1)			0.4 μs. (2)			0.3 μs. (1)	
Settling Time to 0.01%	0.15 μs. (3)			1.5 μs. (4)							
Overload Recovery Time	0.5 μs.			1 μs.			0.5 μs.			0.5 μs.	
Rise Time to 90% (Small Signal)	50 ns. (1)			100 ns. (1)			20 ns. (2)			20 ns. (1)	
Offset and Noise											
Offset Voltage (Initial) @ 25°C	(5) Adj. to 0			(5) Adj. to 0			(5) Adj. to 0			(5) Adj. to 0	
Vs. Temp. Range -25°C to +85°C, μV/°C	50 max 25 max 10 max			40 max 20 max			40 max 20 max			40 max 20 max.	
Vs. Power Supply	±10 μV/%			±10 μV/%			±10 μV/%			±10 μV/%	
Vs. Time	±50 μV/day			±50 μV/day			±50 μV/day			±50 μV/day	
Input Offset Current	±10 pA max.			±10 pA max.			±10 pA max.			±10 pA max.	
Bias Current @ 25°C, pA, max.	100 50 20			50 20			50			50	
Vs. Temperature Range -25°C to +85°C	Doubles every 10°C			Doubles every 10°C			Doubles every 10°C			Doubles every 10°C	
Input Noise (Voltage)	25nV √Hz			25nV √Hz			25nV √Hz			25nV √Hz	
Power Requirements											
Operating Voltage Range	±15V			±15V			±15V			±15V	
Quiescent Current	±13mA max.			±13mA max.			±18mA max.			±18mA max.	
Temperature Range											
Operating	-25 to +85°C			-25 to +85°C			-25 to +85°C			-25 to +85°C	
Storage	-55 to +125°C			-55 to +125°C			-55 to +125°C			-55 to +125°C	
CASE SIZE											
Mating Socket	MS-6			MS-6			MS-6			MS-6	
Price 1-9											

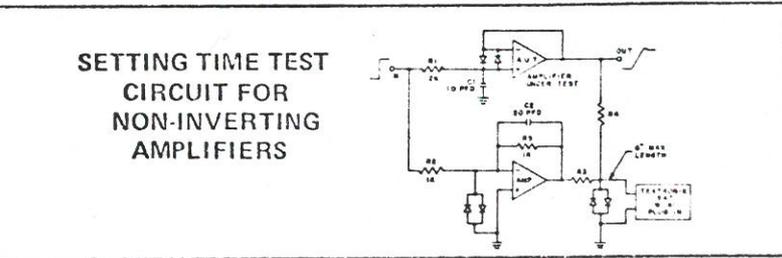
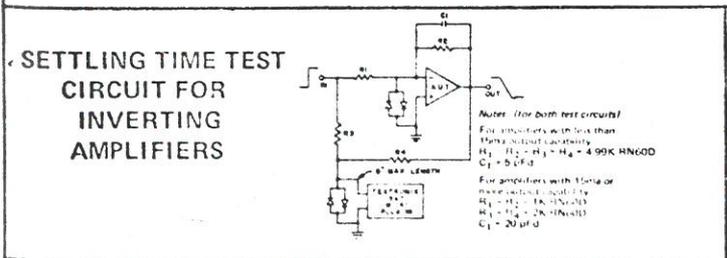
NOTES: (1) Unity gain inverting. (2) As Follower. (3) Unity gain inverting 0.5 volt step. (4) Unity gain inverting with 1000pF capacitive load (5) Ext. balance pot, Model TP-1K -

SETTLING TIME

Settling time is one of the most important requirements an amplifier should meet for high speed applications. It is defined as the time that is required, after a full scale input step is applied, for the output voltage to reach a predetermined percentage of its final value. Settling time contributes a dynamic error. It characterizes the transient behavior of the amplifier, encompassing slew rate and other important effects. For high speed data system applications, the output signal should be within a specified error band before it is ready to be further processed. In all applications involving abrupt changes in gradient, the settling characteristics of an amplifier determine how long the output signal deviates from the true value and should be a prime consideration for its selection.

Settling time is a complex function of the open loop response and slewing rate under operating conditions. For optimum settling characteristics, the DATEL amplifiers have true 6 dB/octave stabilization determined by a single component instead of the usual multielement response shaping which introduces irregularities in the response curve.

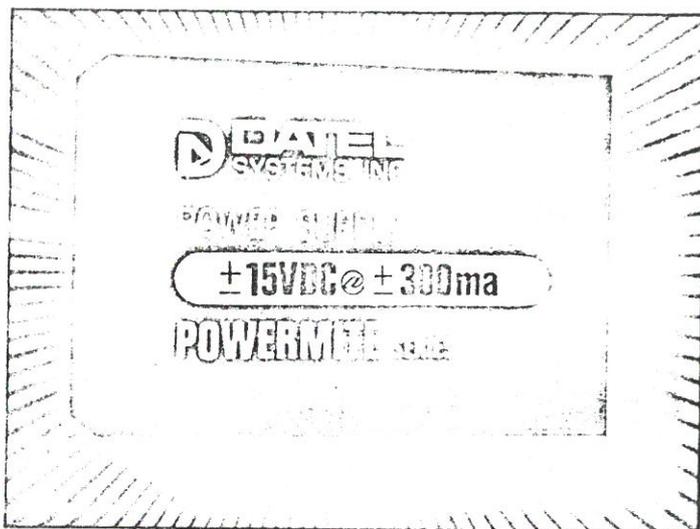
Test circuits for measuring a settling time in both the inverting and non-inverting modes are shown. The test circuits are self explanatory but it is wise to keep the leads short, stray capacitance to a minimum and use a signal source that is a good clean squarewave with minimum overtones. The oscilloscope and plug-in recommended in the test circuit will, in general, give good results on amplifiers with settling times of 1 microsecond or less. Many oscilloscopes of other types will introduce errors far in excess of the amplifier errors due to the overload condition to which they are subjected by this method of measurement.



POWER SUPPLIES

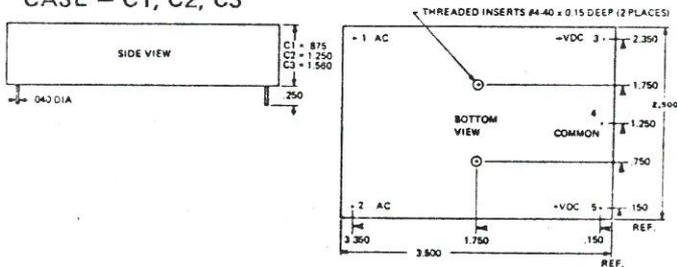
GSA Special Item Number 66-57C

	BPM-15/60	BPM-15/100	BPM-15/200	BPM-15/300
	LOW COST	MODERATE POWER	HIGH REGULATION	HIGH POWER
	±15 VDC	±15 VDC	±15 VDC	±15 VDC
	±1%	±1%	±1%	±1%
	±60 mA	±100 mA	±200 mA	±300 mA
	YES	YES	YES	YES
	100 μf	10 μf	100 μf	100 μf
	115 VAC	115 VAC	115 VAC	115 VAC
	±10 VAC	±10 VAC	±10 VAC	±10 VAC
	50-440 Hz	50-440 Hz	50-440 Hz	50-440 Hz
	YES	YES	YES	YES
	50 MΩ min	50 MΩ min	50 MΩ min	50 MΩ min
	250 pf max	250 pf max	250 pf max	250 pf max
	1500 VDC	1500 VDC	1500 VDC	1500 VDC
	.01%	.05%	.01%	.01%
	.05%	.1%	.05%	.05%
	.06%	.15%	.06%	.06%
	.015%/°C	.015%/°C	.02%/°C	.02%/°C
	1 mV	1 mV	1 mV	1 mV
	200 milliohms	100 milliohms	200 milliohms	200 milliohms
	6 μsec	6 μsec	6 μsec	8 μsec
	-25 to +71°C	-25 to +71°C	-25 to +71°C	-25 to +71°C
	-25 to 85°C	-25 to 85°C	-25 to 85°C	-25 to 85°C
	NA	NA	NA	NA
	PHENOLIC	PHENOLIC	PHENOLIC	PHENOLIC
	14 oz. (2)	14 oz. (2)	18 oz	24 oz.
	C1 (2)	C1 (2)	C2	C3
	\$39.00	\$49.00	\$59.00	\$79.00
	MS-7 \$3.50	MS-7 \$3.50	MS-7 \$3.50	MS-7 \$3.50

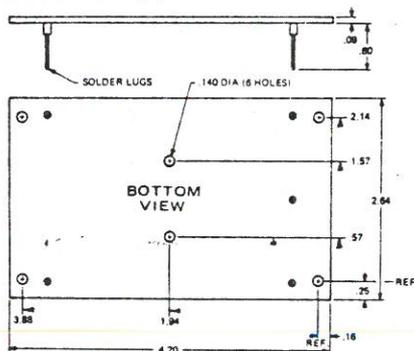


MECHANICAL SPECIFICATIONS (INCHES)

CASE - C1, C2, C3



MATING SOCKET MS-7



Pin identification for reference only*

d - Alimentations

L'ensemble des boîtiers décrits précédemment nécessitent les alimentations suivantes :

- le + 5 V pour boîtiers Logique TTL est fourni sur la carte coupleur universel, avec un courant de 0,8 A maximum, et sur les autres cartes avec 1,2 A maximum.
- le ± 15 V pour boîtier convertisseur et Amplificateur provient d'une alimentation séparée ± 15 V et ± 300 mA fournie par DATEL SYSTEM, INC (BPM 15 / 300)
- le - 12 V pour boîtier mémoire tampon AM 2813 est délivré à partir du - 15 V fourni par l'alimentation précédente et transformé par le régulateur de tension 79 M 12 AHC (boîtier métallique) avec radiateur TO 220 de chez FAIRCHILD.

3 - Conception de la mémoire tampon

a - Taille de la mémoire

Nous avons vu qu'il est possible de mettre en cascade des boîtiers AM 2813 pour obtenir une mémoire tampon de taille multiple de 32 mots.

Nous savons que chaque boîtier consomme 22 mA et que l'on a à notre disposition 200 mA maximum. (100mA réservés pour le boîtier convertisseur et ampli)

Les mots à convertir étant de 16 bits, il nous faut deux séries en parallèle de boîtiers en cascade. (les boîtiers étant de 9 bits, un bit de chaque série n'est pas utilisé actuellement mais pourrait servir, par exemple, dans la synchronisation avec un second canal de conversion).

Donc, si n est le nombre de boîtiers par série, nous avons :

$22 \times 2 \times n = 200$

ce qui nous permet l'utilisation de 4 boîtiers maximum par série.

La mémoire tampon est donc constituée de 2 séries, en parallèle, de 4 boîtiers AM 2813 connectés en cascade soit de 128 mots de 16 bits, ce qui correspond, pour une fréquence d'échantillonnage en sortie F_s , à une durée tampon de:

$D = 128 / F_s$ secondes	-	F_s :	40	50	70	100	: KHz
		durée :	3,2	2,56	1,82	1,28	: ms

Durées suffisantes pour assurer le travail de l'ordinateur.

Cette taille de mémoire est suffisante actuellement mais une mémoire plus grande permettrait alors des applications intéressantes (voir extension du système).

b - Connexion de la mémoire :

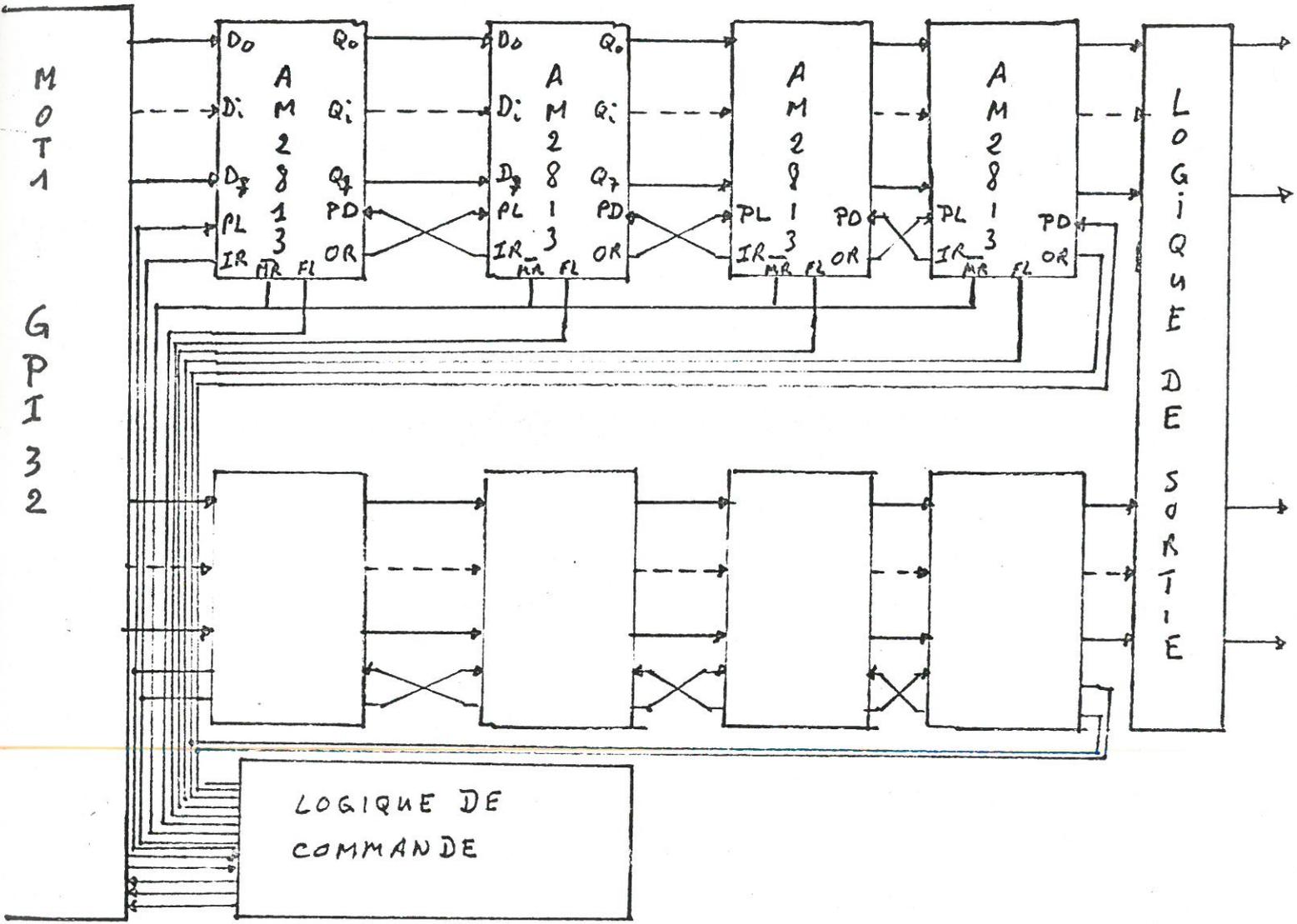
L'étude des signaux d'entrée sortie des boitiers AM 2813 montre qu'il est possible, d'une part, de commander le "changement parallèle (PL) d'un boitier par le signal de "sortie prête" (OR) du boitier en amont et d'autre part de commander sa "sortie parallèle" (PD) par le signal d' "entrée prête" (IR) du boitier en aval. Parallèlement les sorties des 8 bits d'un boitier amont sont connectées aux entrées des 8 bits d'un boitier aval.

Nous obtenons donc ainsi une mémoire tampon homogène de 128 mots de 16 bits avec les entrées-sorties suivantes pour chaque série :

- Entrée PL, du boitier extrémité amont, pour la commande de chargement parallèle de la mémoire tampon.
- Sortie IR, du même boitier, pour l'indication de l'entrée prête de la mémoire.
- Entrée PD, du boitier extrémité aval, pour la commande de sortie parallèle de la mémoire.
- Sortie OR, du même boitier, pour l'indication de sortie prête de la mémoire.
- Entrée Di, du boitier amont, pour les 7 bits d'entrées poids fort + signe pour une série et les 8 bits poids faible pour l'entrée série.
- Sortie Qi, du boitier aval, correspondant aux entrées Di. (Le 9e bit de chaque série est relié en entrée comme en sortie à la borne OV)
- Entrées \overline{MR} : pour l'initialisation de chaque boitier.
- Sorties FLAG : indicateur de l'empilement au moins jusqu'au 13e mot dans chaque boitier.
- Sorties OE : indicateur d'état de chaque boitier
(non utilisées)
- Borne Vss d'alimentation pour chaque boitier (+5 V)
- Borne Vdd de mise à la masse (0.V)
- Borne Vgg d'alimentation -12 V pour chaque boitier

Comme le montre le schéma suivant les entrées-sorties PL, IR, PD, OR, FLAG, \overline{MR} sont reliés à un organe assurant les commandes de cette mémoire tampon.

Schéma de la mémoire tampon



4 - Organe de commande du système de conversion

Quatre fonctions primordiales sont à assurer pour le bon fonctionnement du système de conversion.

- Initialisation des boitiers de l'organe de commande, de la mémoire tampon, du mot d'entrée dans le boitier convertisseur, du mot de sortie du coupleur universel.
- Une entrée asynchrone des échantillons dans la mémoire tampon suivant les disponibilités de celles-ci et du coupleur universel.
- Une sortie synchrone des échantillons à partir de la mémoire tampon, dirigée vers l'entrée du boitier convertisseur et pilotée par l'horloge programmable.
- Génération d'une IT d'exception (signal d'interruption d'exception envoyé au calculateur après réception du signal ENDCH de fin de transfert d'un bloc de données)
- D'autres fonctions sont réalisables en option et sont indiquées soit dans les paragraphes suivants, soit dans le chapitre extension du système.

a - Initialisation

Les éléments à initialiser sont les suivants :

Le Mot1 du coupleur GPI 32 en mettant le signal d'entrée RESET 1 du coupleur à zero.

Les 8 boitiers AM 2813 de la mémoire tampon , en mettant le signal d'entrée Master Reset MR à zero.

Les bascules universelles D del'organe de commande, en mettant le signal CLEAR de chacune à zero.

L'ensemble de ces boitiers étant utilisés en logique TTL (0V,+ 5 V), il est possible de prévoir un bus d'Initialisation pour l'ensemble des boitiers.

La commande d'Initialisation peut donc être effectuée :

- quand la tension + 5 V n'est pas appliquée aux boitiers de l'organe de commande et à ceux de la mémoire tampon. (bouton alimentation + 5 V du Périphérique - système de Conversion Numérique Analogique)

- quand la tension + 5 V est appliquée au système, mais le calculateur génère un signal d'initialisation EXTR.
- quand la tension + 5 V est appliquée et qu'il est effectué une initialisation manuelle individuelle (bouton sur option)

La logique de la commande d'Initialisation est donc la suivante :

- le +5 V provenant du calculateur alimente directement les boîtiers de cette commande et place les signaux RESET1, MR et CLEAR dans leur état inactif HAUT par l'intermédiaire d'un bus.
- si, il existe un bouton de mise sous alimentation + 5 V du système de conversion (sur option), celui-ci génère un signal qui place le bus d'initialisation dans son état actif BAS.
- si il existe un bouton d'Initialisation manuelle du système de conversion (sur option), celui-ci activera également le bus d'initialisation.
- le signal EXTR active d'office le bus d'initialisation.

Schema de la commande d'initialisation

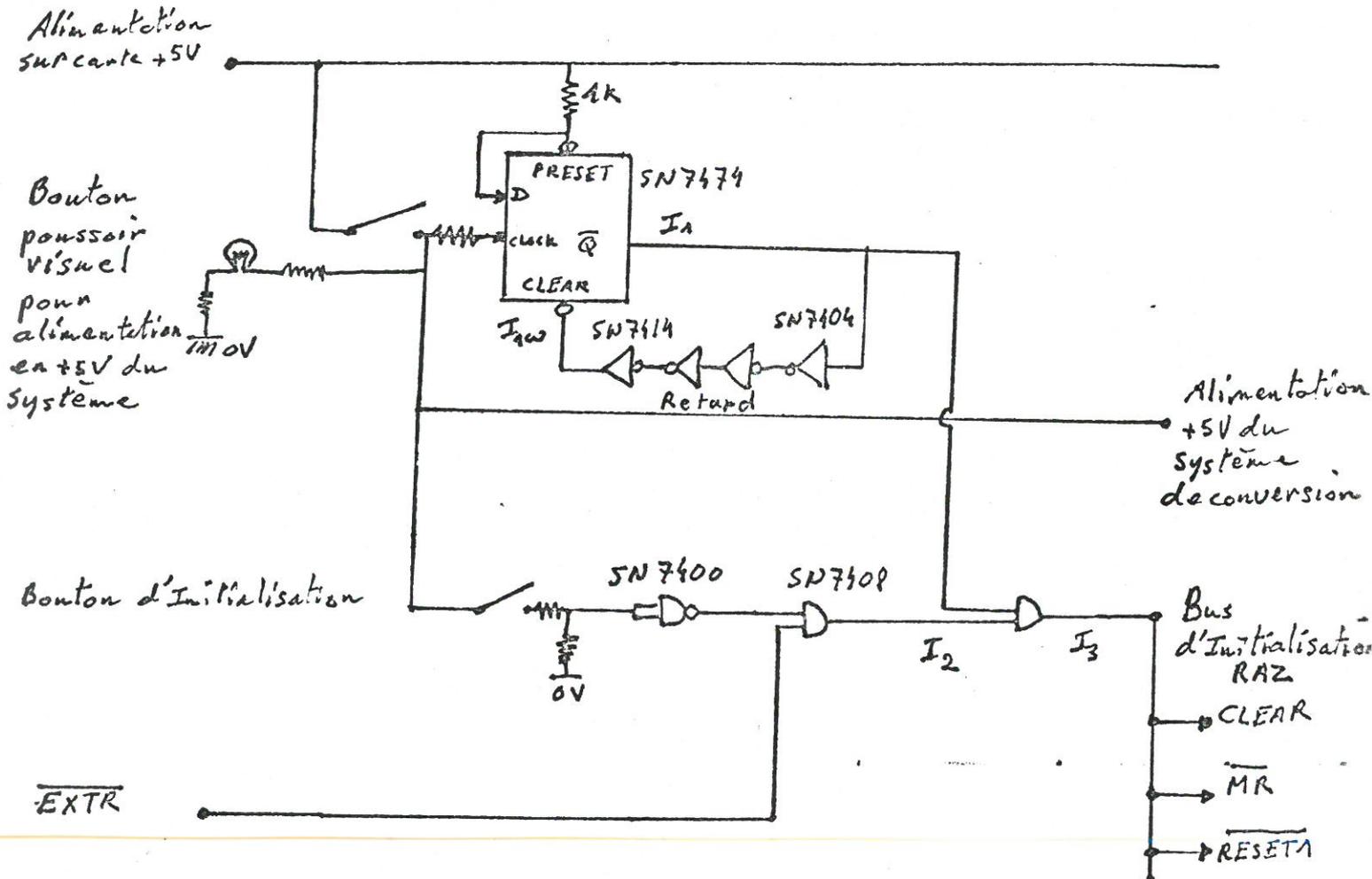
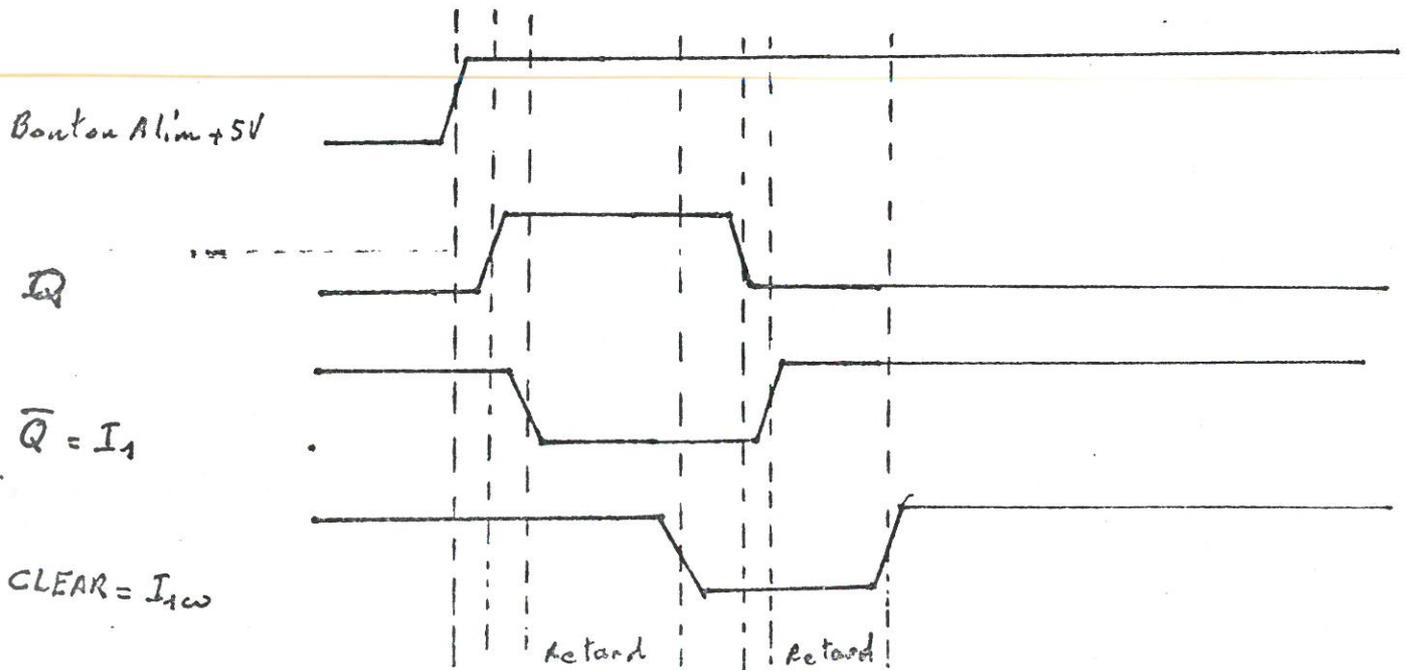


Table de fluence de la commande d'initialisation

Après alimentation du périphérique en +5V par l'intermédiaire du coupleur

Bouton Alimentation +5V	Bouton d'Initialisation	$\overline{\text{EXTR}}$	I_1	I_{10}	I_2	Bus I_3
0	0	1	1	1	1	1
1	0	1	0	1	1	0
1	0	1	1	0	1	0
1	0	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	0	0
1	0	1	1	1	1	1
1	0	0	1	1	0	0
1	0	1	1	1	1	1



b - Entrée asynchrone de la mémoire tampon :

Une entrée asynchrone de la mémoire tampon permet d'utiliser celle-ci d'une façon optimale et d'éviter un vidage complet en cours de fonctionnement, qui provoquerait un trou (silence) dans l'audition (ce ci dans la limite des durées tampon indiquées au paravant, suivant les fréquences d'échantillonnage utilisées en sortie).

Cette entrée asynchrone est assurée par la génération d'un signal de chargement parallèle (PL) en mémoire, dans les conditions suivantes :
Ce signal est actif dans sa transition Bas vers Haut.

Il est généré si :

- le Bus d'initialisation RAZ n'est pas actif (signal Haut)
- et seulement si le coupleur a une donnée stable dans son registre (DATAFL1=1) et si la mémoire tampon est prête à, la recevoir (IR à 1).

Sinon la mémoire est en attente d'une entrée.

Le signal PL généré, le chargement est effectué et le signal IR mis à 0 indique l'entrée occupée.

La mise à 0 du signal IR est alors utilisé pour mettre à Bas le signal PL provoquant ainsi les décalages successifs de la donnée vers la sortie de la mémoire et remettant à 0 le premier bit du registre de contrôle du boîtier amont.

L'entrée en mémoire est alors à nouveau prête et le signal IR est mis à 1.

La mise à 0 du signal IR sert aussi à générer un signal de " lecture effectuée " READ1 nécessaire au coupleur pour libérer son registre et charger une nouvelle donnée.

Le schéma suivant montre la réalisation correspondante.

A noter qu'il sera peut être nécessaire d'introduire un retard d'une part entre la sortie du signal complémenté IR de la sortie IR et l'entrée du signal d'horloge CLOCK de la bascule D, et d'autre part entre la sortie du signal CPL et l'entrée de la fonction ET suivante.

Schéma de la commande d'entrée asynchrone

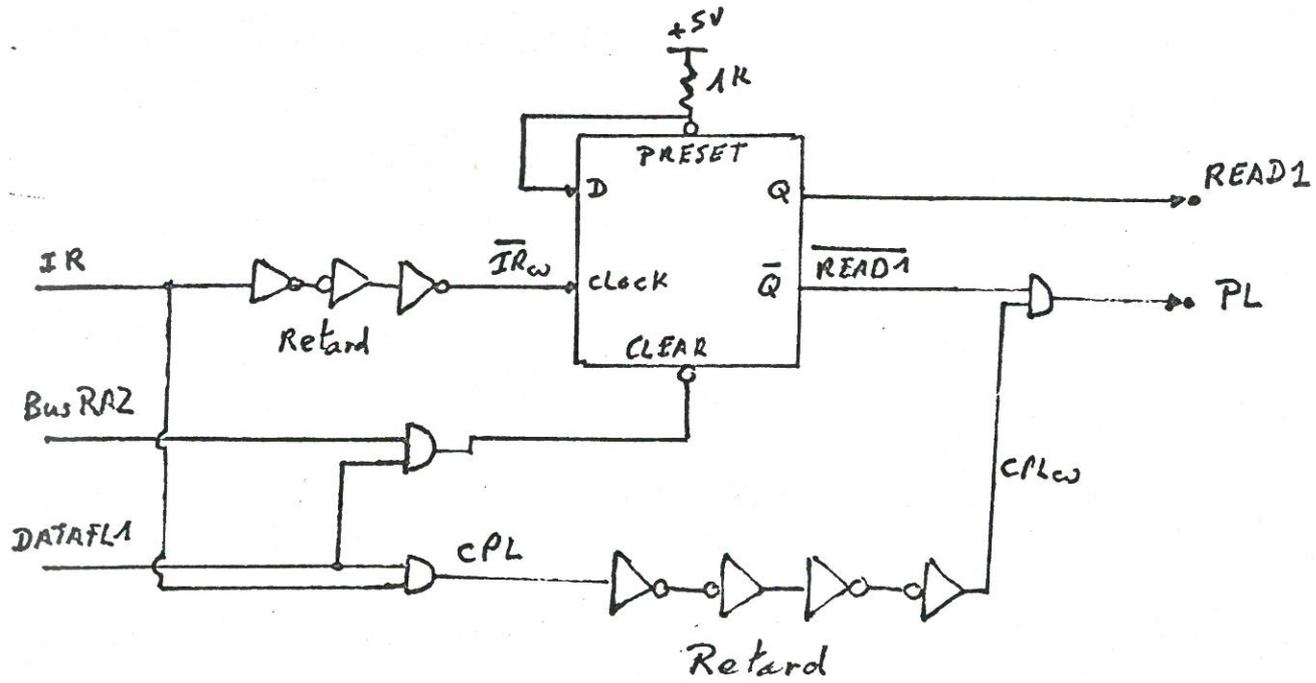


Table de fluence de la commande d'entrée asynchrone

BUS RAZ	IR	DATAFLA	CLEAR	CPL	CLOCK	READ1	$\overline{\text{READ1}}$	PL
1	1	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	1	0	0	0	0	0	1	0
1	1	1	1	1	0	0	1	1
1	0	1	1	0	1	1	0	0
1	1	0	0	0	0	0	1	0

c - Sortie synchrone de la mémoire tampon :

Par sécurité, il est préférable d'attendre que la mémoire soit pleine initialement avant de déclancher la sortie synchrone.

Le fait de concevoir une entrée asynchrone rend difficile la détection d'un signal mémoire entièrement pleine initiale pour déclancher la sortie synchrone par validation de l'horloge. En effet, dans le cas d'une entrée synchrone, à deux commandes PL successives, IR reste Bas indiquant que la mémoire est pleine.

Mais il existe un signal " FLAG OUTPUT " sur chaque boîtier mémoire qui se met à 1 quand il y a au moins 13 mots d'entrée et restant en mémoire, et est toujours à 1 quand il ya plus de 16 mots dans le boîtier.

Donc dire que tous les signaux FLAGOUT sont à 1 en même temps signifie que la mémoire tampon est remplie avec un nombre de mots plus grand que :
 $32 \times 3 + 16 = 112$ mots.

Il est alors possible de déclancher la sortie synchro.

Le reste de la mémoire est vite rempli car la sortie du coupleur gérée en mode Canal MDC est beaucoup plus rapide que la sortie de la mémoire tampon.

La commande de "sortie parallèle" PD est donc générée avec les conditions suivantes :

- Les signaux " FLAG OUTPUT " des 4 boîtiers génèrent quand ils sont tous à 1, un signal " Mémoire presque pleine " (MPP) qui valide une bascule D mémorisant ce signal et délivrant un signal de Validation de l'Horloge en sortie (VHS).
- L'Horloge programmée, mise en marche par le logiciel avant le lancement du transfert en mode canal MDC, peut être alors active si et seulement si le signal " sortie prête " (OR) est HAUT. En raison des temps de génération des signaux d'Horloge (toutes les 10 μ s minimum) et de " sortie prête " (de 100 à 1100 ns maximum après la mise à 1 du signal PD), la sortie est toujours prête avant l'activation de l'horloge. Ce qui permet une synchronisation Fiable.
- Le cas contraire est alors un signal de détection d'erreur de cadence de sortie ou de mémoire vide qui peut être mémorisé (ECS) (Visualisation sur face avant en option). Ce signal peut servir de test de la commande de sortie.
- Le signal PD est émis en sortie d'une bascule D validée par un signal de commande CPD provenant de la montée de l'Horloge, le signal OR étant HAUT.

Ce signal PD provoque le décalage de la donnée qui est alors générée en sortie de la mémoire tampon.

- Après 100 ou 1100 Ns le signal OR est mis à 0 indiquant que la donnée ne peut être validée plus longtemps en sortie. Il est donc nécessaire de la mémoriser avant ce signal.

- La retombée du signal OR est utilisée pour mettre à bas le signal PD par l'initialisation de la bascule qui la génère. Il sera peut être nécessaire d'introduire un retard pour séparer distinctement la retombée des deux signaux OR puis PD.
- La retombée du signal PD libère le registre de sortie (Mot le plus en aval de la mémoire tampon), et provoque le décalage des autres données vers la sortie.
- Le registre de sortie étant à nouveau rempli le signal OR indique la sortie prête (HAUT).

Et le cycle recommence à la cadence de l'Horloge programmée.

Le schéma suivant montre la réalisation correspondante.

Schéma de la commande de sortie synchrone

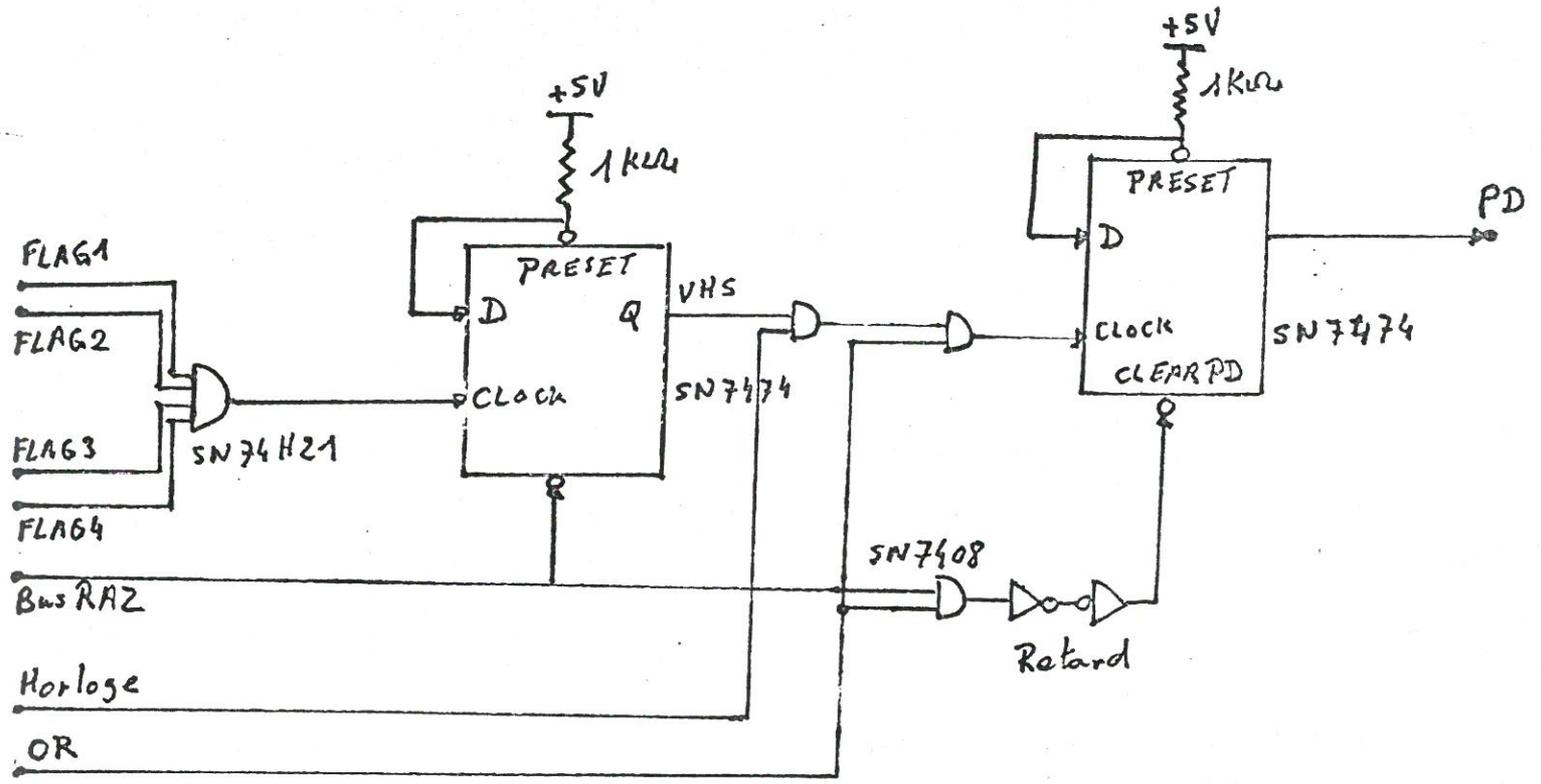


Table de Fluence de la commande sortie synchrone

Bus RAZ	MPP	VHS	Horloge	CPH	OR	CPD	CLEARPD	PD
1	0	0	0	0	1	0	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	1	0	1	0
1	1	1	0	0	1	0	1	0
1	0	1	0	0	1	0	1	0
1	0	1	↑	1	1	1	1	1
1	0	1	↓	0	1	0	1	1
1	0	1	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	1	0	0	0

Signal de détection d'erreur de cadence de sortie
ou mémoire vide.

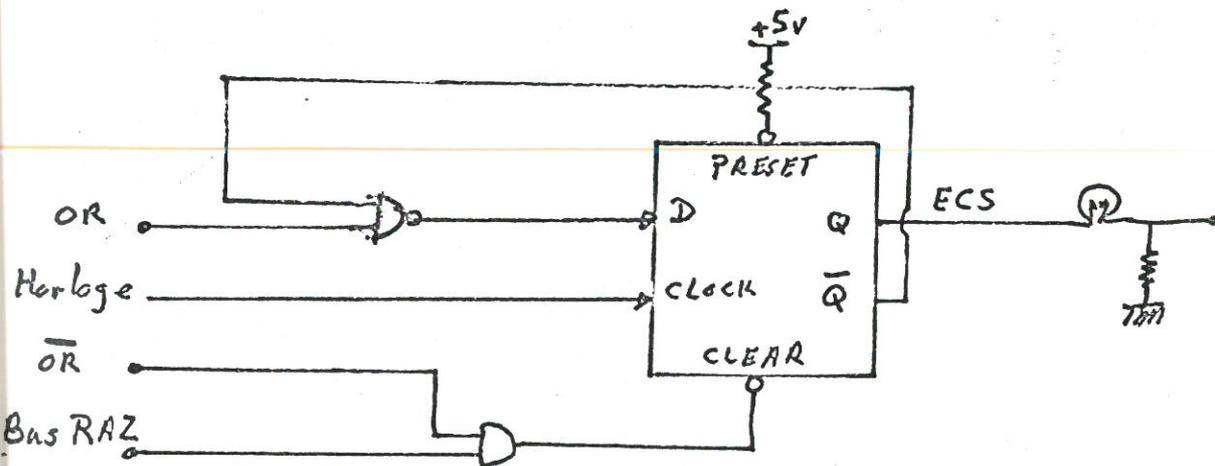
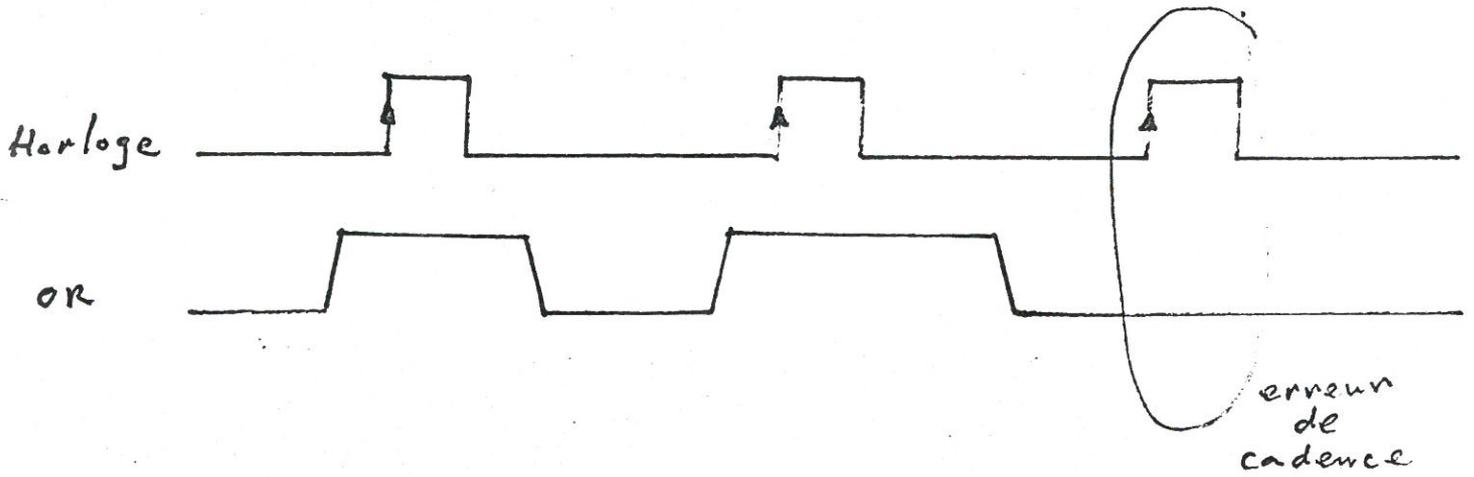


Table de fluence du signal de détection d'erreur de cadence de sortie ou de mémoire tampon vide

BUS RAZ	OR	\overline{OR}	Horloge	D	ECS	\overline{Q}	CLEAR
1	1	0	0	0	0	1	0
0	0	1	0	1	0	1	0
1	1	0	↑	0	0	1	0
1	1	0	↓	0	0	1	0
1	0	1	0	1	0	1	1
1	0	1	↑	1	1	0	1
1	0	1	↓	1	1	0	1
1	1	0	0	0	0	1	0

d - Mémoriation des données en sortie de la mémoire tampon

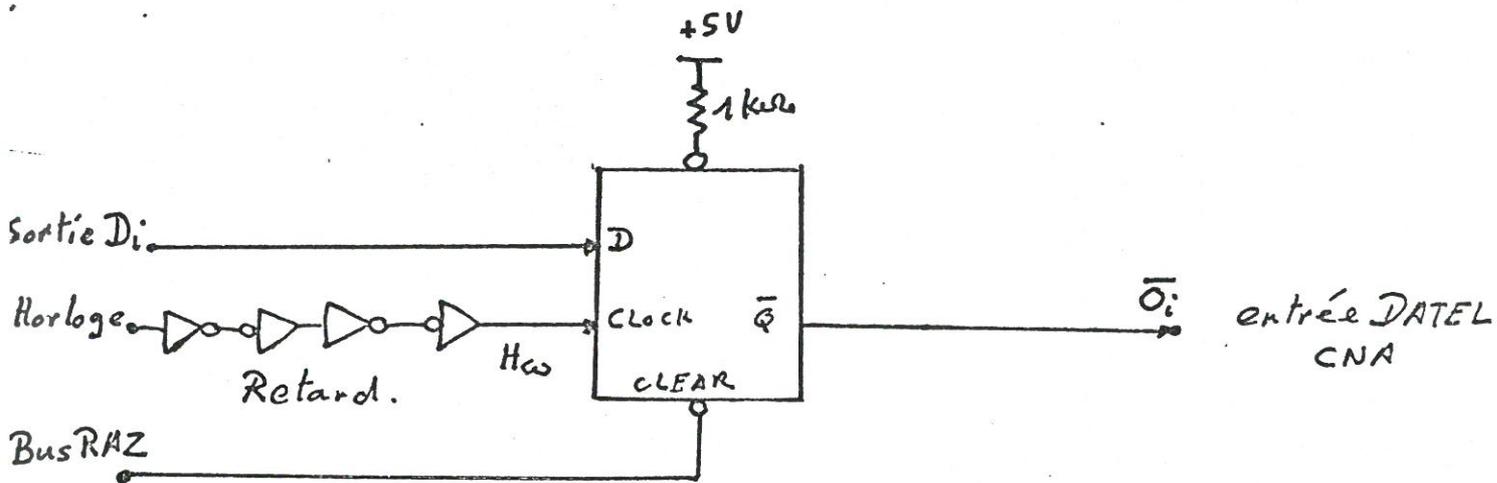
La commande de sortie parallèle PD étant exécutée d'une façon synchrone par l'horloge externe programmée, les données sortent du dernier du boîtier aval de la mémoire tampon.

Le boîtier convertisseur numérique analogique DATEL doit recevoir les données en logique vraie négative et la sortie analogique ne change que si l'un au moins des 16 bits d'un mot de donnée change.

Le mot de 16 bits doit donc être mémorisé et maintenu jusqu'à son changement partiel ou total.

L'Horloge $H\omega$ synchronisant les 16 bascules provient de l'Horloge programmée mais retardée pour assurer sa fonction avant la mise à BAS de OR.

Schéma de la mémorisation des données
en sortie de la mémoire tampon.

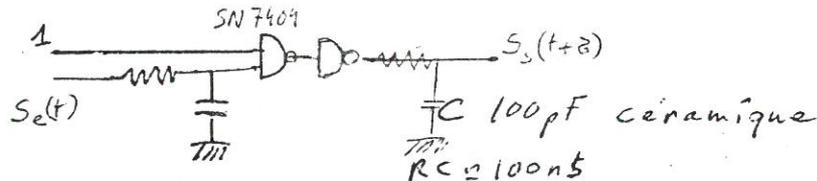


e - Problème de Synchronisation.

Comme il a été signalé précédemment, des problèmes de synchronisation des signaux risquent d'apparaître dans l'utilisation de ce système à des fréquences D'Horloge élevées.

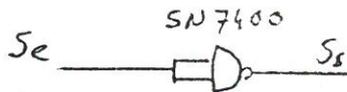
Plusieurs solutions sont envisageables et nécessitent d'être testées :

- Un retard du signal



La résistance R et le condensateur C doivent être de très bonne qualité pour éviter une instabilité de la sortie des données.

- Validation de changement de donnée à la descente du signal:



Le retard est assuré par le NAND (15 à 22 ns) utilisé en complémentarité et dépend de la largeur des impulsions dans le cas de l'Horloge.

Alors les bascules pilotées par la montée de l'Horloge et commandant PL ont le temps de commuter et la sortie de se faire, le véritable changement en entrée du boîtier DATEL s'effectuant à la descente de l'Horloge.

- Chaîne de retard

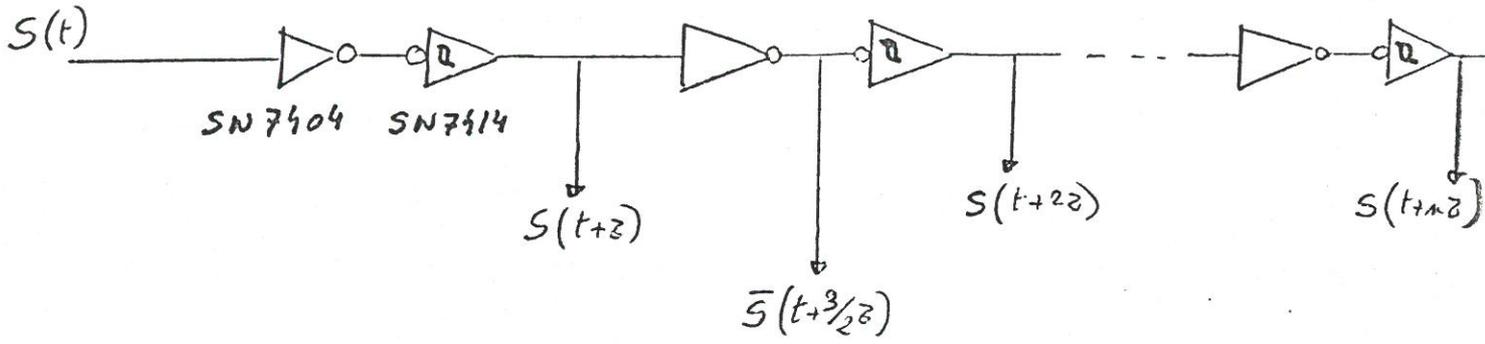
Du fait qu'un signal puisse être utilisé dans plusieurs niveaux de logique et par conséquent être généré avec des retards différents, il est possible de construire des chaînes de retard à l'aide des inverseurs avec trigger de Schmitt contenus par 6 dans les boîtiers logiques SN 7404 et SN 7414.

Les temps de commutation de ces boîtiers sont d'environ 20 ns par fonction soit 40 ns de retard par palier à double inversion du signal.

Les branchements se font entre paliers pour un signal retardé et à l'intérieur d'un palier pour un signal complémenté retardé.

Cette technologie est employée dans la conception du coupleur universel.

Schéma chaîne de retard.



f - Génération d'une IT d'exception (interruption):

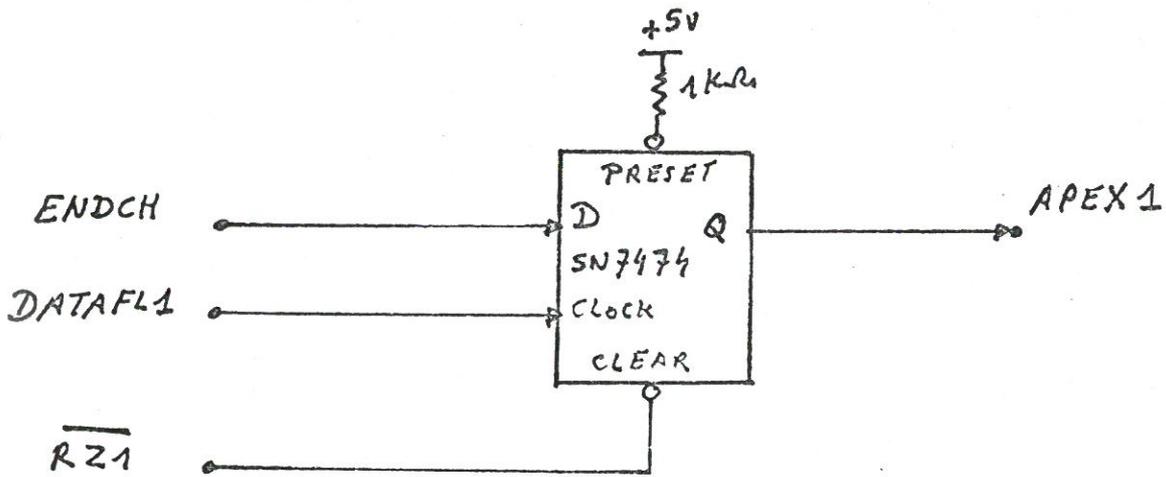
Le coupleur universel délivre un signal ENDCH qui indique , quand il est à 0, que le processeur entré-sortie est en fin de bloc dans son transfert en mode canal MDC et qu'il va transférer son dernier mot au minimum 1 μ s après (DATAFL1 =1).

Ce signal est annulé par le logiciel sous tache hardware relative au traitement de l'IT d'exception.

Cette IT d'exception doit donc être effectuée par la génération du signal APEX 1 si ENDCH = 0 (fin de bloc) et si DATAFL1 =1 (mot stable en sortie de coupleur)

L'entrée de ce coupleur étant sensible à la transition montante et devant durer au minimum 300ns, une bascule D assure cette fonction et est remise à 0 par le signal RZ1 existant sur la carte coupleur et servant à l'initialisation du signal MAPEX1.

Schéma de la commande d'IT d'Exception



C.- Simulation des entrées/sorties de la mémoire tampon

Avant la réalisation du système, les organes de commandes entrées/sorties de la mémoire tampon ont été simulés.

Le matériel a été fourni par l'Ecole Supérieure d'Informatique, d'Electronique et d'Automatique.

Testée à cadence d'horloge manuelle, la réalisation de cette simulation a permis de montrer, au cours d'une réunion, le bon fonctionnement de ces organes (entrée asynchrone - sortie synchrone).

La fiabilité de ce système est donc assurée, mais seuls les tests locaux et globaux pourront définir les limites des caractéristiques d'utilisation de façon certaine.

Une réunion d'information a été organisée en Août 76 où il a été décidé de lancer la réalisation.

CHAPITRE III - REALISATION

I - PROBLEMES POSES

Si pour la conception, un planning peut être défini avec précision, en matière de réalisation.

La pratique montre qu'il doit subir de nombreuses modifications qui se traduisent généralement par des retards.

Les causes de ces retards (ici près de deux mois et demi) sont multiples et diversifiées :

- Il a été décidé au cours de la réunion du mois d'Août 76, la nécessité d'adjoindre un système de filtrage pour l'utilisation, de ce système de conversion, à base fréquence d'échantillonnage.

Ceci entraîne la conception d'un organe de commutation de plusieurs filtres passifs par programmation ou par action manuelle, la conception d'un support supplémentaire pour les cartes filtres, carte de commutation, alimentation, pupitre de commande, de contrôle et d'entrée/sortie en face avant, ainsi qu'une nouvelle conception du couplage du système à une chaîne haute fidélité (préampli) par l'intermédiaire de ces filtres.

- Le codage du boîtier de conversion fourni par DATEL n'est pas codé de la même façon que le mini-ordinateur.

Et il est très utile de pouvoir convertir les bandes magnétiques écrites pour l'autre système de conversion autonome construit au CNET par MR. LACHAISE dont le code est encore différent et dont les pannes de plus en plus fréquentes et longues à réparer nécessitent un appareil de secours pour assurer les impératifs du C.E.M.A.Mu. Ceci entraîne la conception d'un bi-transcodeur à commutation programmable.

- L'ensemble des commutations programmables nécessite l'étude de l'utilisation d'un deuxième mot (mot 2 du GPI 32) parallèle au mot de 16 bits de l'échantillon codé (mot 1 du GPI 32).
- Ces fonctions supplémentaires nécessitent l'étude du nouveau Logiciel de test.
- Les livraisons du matériel n'ont pas été effectuées en temps voulu :

- . mémoire tampon : Octobre et non Septembre,
- . carte muette électronique : Octobre et non Septembre,
- . filtres passifs : Mi-Novembre,
- . horloge programmable : Janvier et non Novembre.

- Tous les composants ne sont pas disponibles au magasin du CNET, d'où la nécessité d'aller les chercher chez les fournisseurs.

Le temps utilisé pour recueillir tout le matériel a donc été très important.

- L'outillage est mis à notre disposition d'une façon temporaire et après toute priorité des autres utilisateurs (oscilloscope, pistolet à wrapper).
- Des tests et réglages supplémentaires pour l'obtention de la qualité désirée sont nécessaires.

II - CONCEPTIONS D'ORGANES COMPLEMENTAIRES

A.- Adjonction de filtres analogiques en sortie :

1.- Conception :

L'utilisation du système de conversion à des taux d'échantillonnage faibles (50 kHz) nécessite l'emploi de filtre passe-bas pour éliminer les fréquences parasites dûes, d'une part à la fréquence moitiée de celle de l'échantillonnage, et d'autre part par le repliement du spectre autour de cette fréquence.

Ces fréquences parasites superposées au signal dans le spectre audible dénature considérablement celui-ci.

L'idéal semble être l'utilisation de filtres actifs sur une bande passante donnée avec une autocommutation pilotée par la valeur de la fréquence d'échantillonnage. Les techniques de réalisation de ces filtres sont encore trop complexes et n'atteignent pas les caractéristiques désirées (de l'ordre de 90 dB à 50 kHz) mais commencent à apparaître aux Etats Unis.

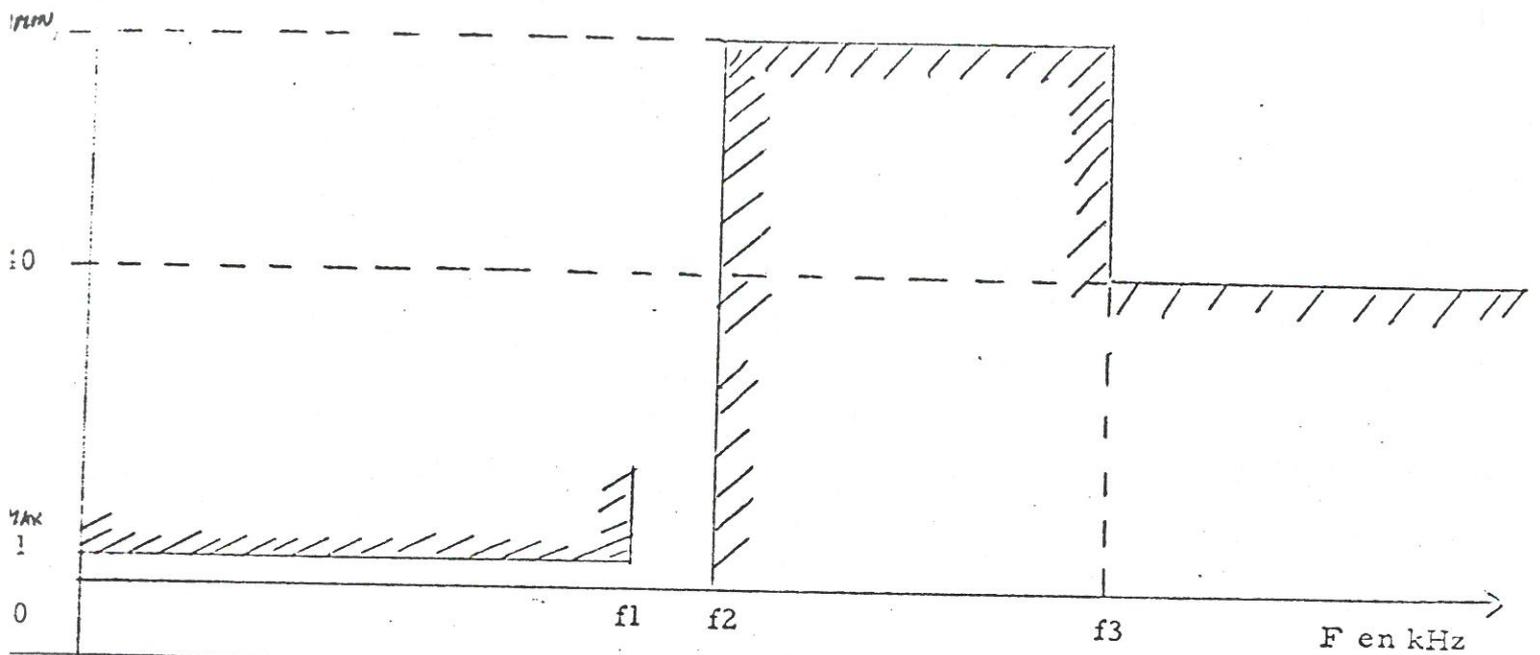
L'option actuelle est donc l'utilisation de filtres passifs ~~commutés par programmation ou par action manuelle~~ suivant les besoins et les désires de l'utilisateur.

Pour des raisons de coût et de rapidité de réalisation, les filtres choisis sont ceux utilisés pour la conception du convertisseur déjà existant effectuée par MR. LACHAISE.

Les gabaris respectifs sont donnés par la figure suivante, la fréquence de coupure étant comprise entre F1 et F2.

..dB

Filtres



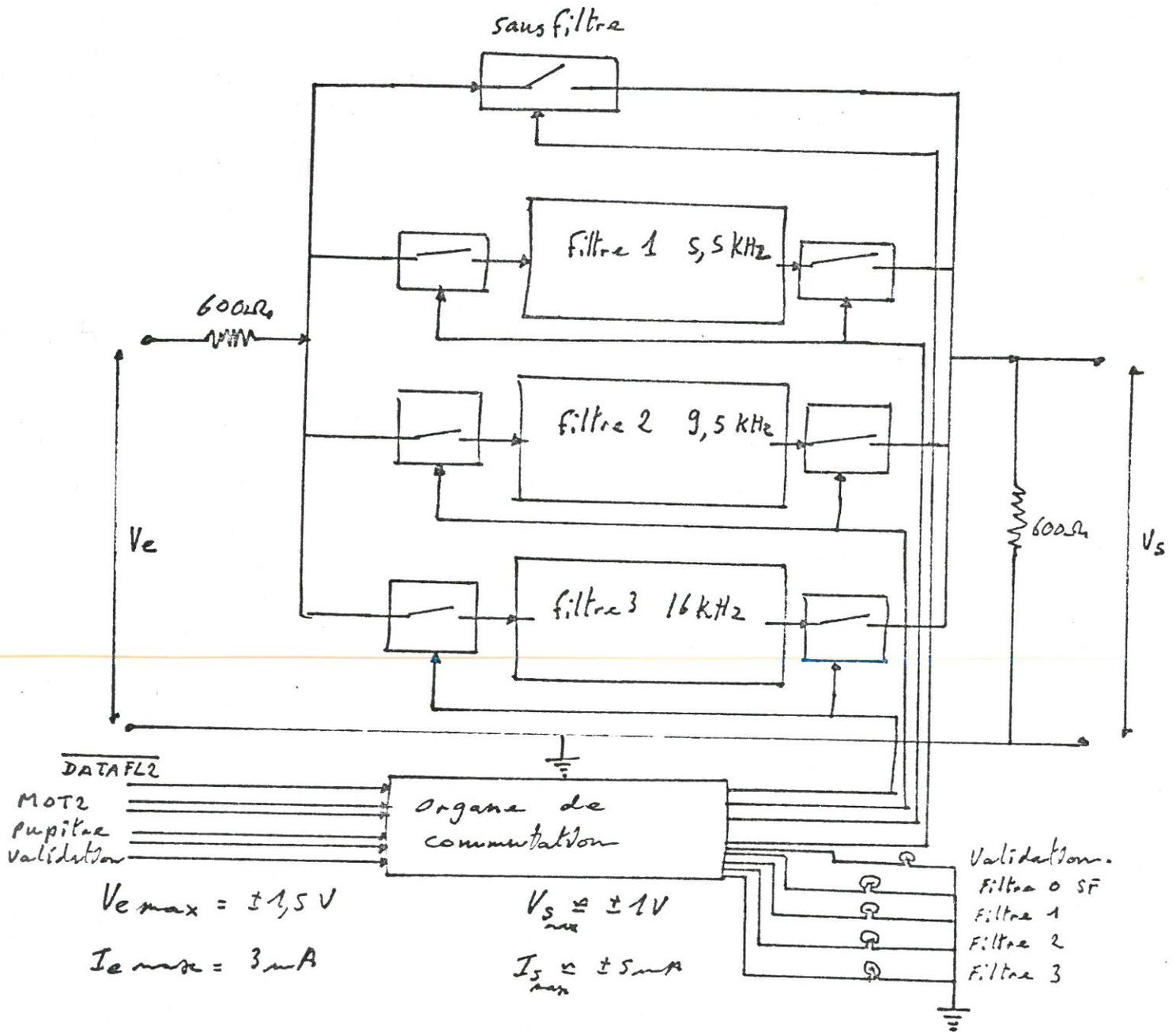
densité	Horloge kHz	F. éch. à l'éch. kHz	f1 kHz	f2 kHz	f3 kHz
	104	52	21,5	26	52
	78	39*	16	19,5	40
	52	26	11	13	26
	26	13*	5,5	6,5	13

	188	94	39	47	94	104
	141	70,5	29	35,25	70	78
	94	47	19	23,5	47	52
	47	* 23,5	9,5	11,75	24	26

F. éch. 8. eb kHz

* Filtres réalisés

L'utilisation de ces filtres est donnée par le schéma suivant et nécessite un organe de commutation par commande manuelle ou programmée ainsi qu'un couplage en entrée et sortie.



V_e = Sortie du boîtier CNA DATEL

V_s = Sortie en face avant du pupitre.

2.- Implantation dans le système

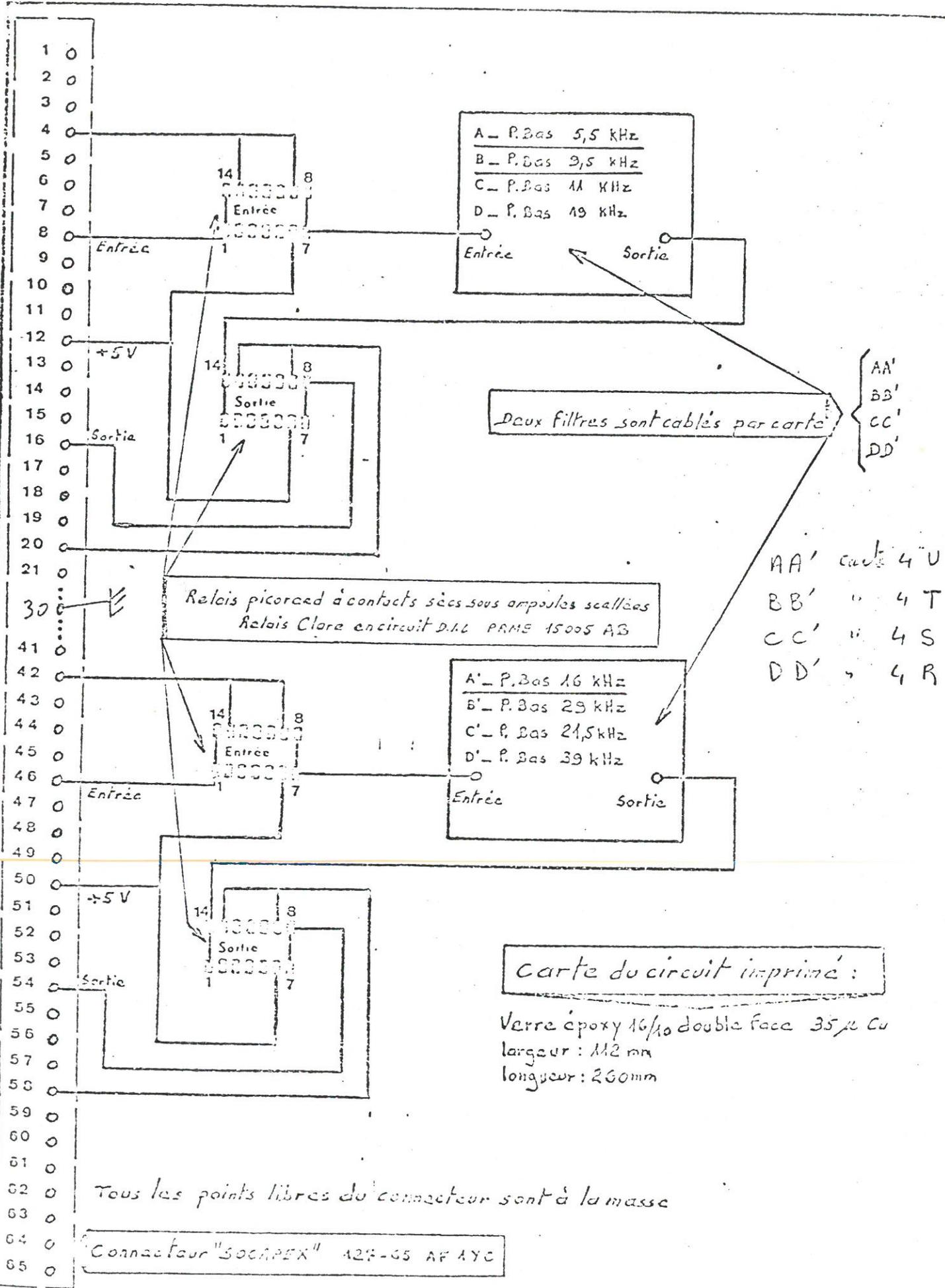
Pratiquement les filtres sont répartis sur 2 cartes avec leurs cellules de commutation entrée/sortie (figure suivante).

Ceci nécessite donc un support supplémentaire de ces cartes avec une alimentation + 5V et une carte supportant l'organe de commande.

Les tensions de sortie de chaque filtre sont délivrées en fond de panier sur les cartes correspondantes et réunies sur la carte de l'organe de commande pour être délivrées en face avant du pupître.

Les relais utilisés sont des PRME 15005 PICOREED CLARE dont les caractéristiques sont indiquées pages suivantes.

FILTRES



B - COUPLAGE DES FILTRES

1.- Couplage en sortie de la carte de conversion

Le CNA DATEL fournit une tension de sortie de $\pm 1V$ sous 2m .

Les filtres sont étudiés pour fonctionner avec une tension maximum de $\pm 1,5V$ sous 3m .

Le couplage se fera donc directement entre les sorties 20 et 23 du boîtier CNA DATEL et les entrées sur chaque cellule de commutation des entrées analogiques des filtres, par l'intermédiaire d'un câble bifilaire gainé entre la carte muette de conversion et les cartes filtres.

La cellule de commutation "Sans filtre" est placée avec le filtre 2 (9,5 kHz).

2.- Couplage en sortie analogique

Un préamplificateur d'une chaîne HiFi (Ici SAE) à une entrée "Auxiliaire" standard de $\pm 1V$.

Il est donc possible d'avoir une sortie directe sous 600 en face avant du pupitre par une prise standard (DYW, JACK, RCA...) sur laquelle se branche le préampli.

D'autres sorties sont possibles avec un gain programmable 10V.

C - ORGANE DE COMMANDE DE LA COMMUTATION DES FILTRES

Le nombre d'états délivrables par l'organe de commande est de 4 :

- sans filtre : le signal de sortie de l'ampli DATEL est directement commuté sous 600 vers l'entrée AUX du préampli SAE (chaîne HiFi).
- commutation du filtre 1 : 5,5 kHz,
- commutation du filtre 2 : 9,5 kHz,
- commutation du filtre 3 : 16 kHz.

Ces 4 états sont codés par 2 bits du MOT2 du GPI32 et utilisés en mode programmé simple.

La commutation doit correspondre à un ordre strict :

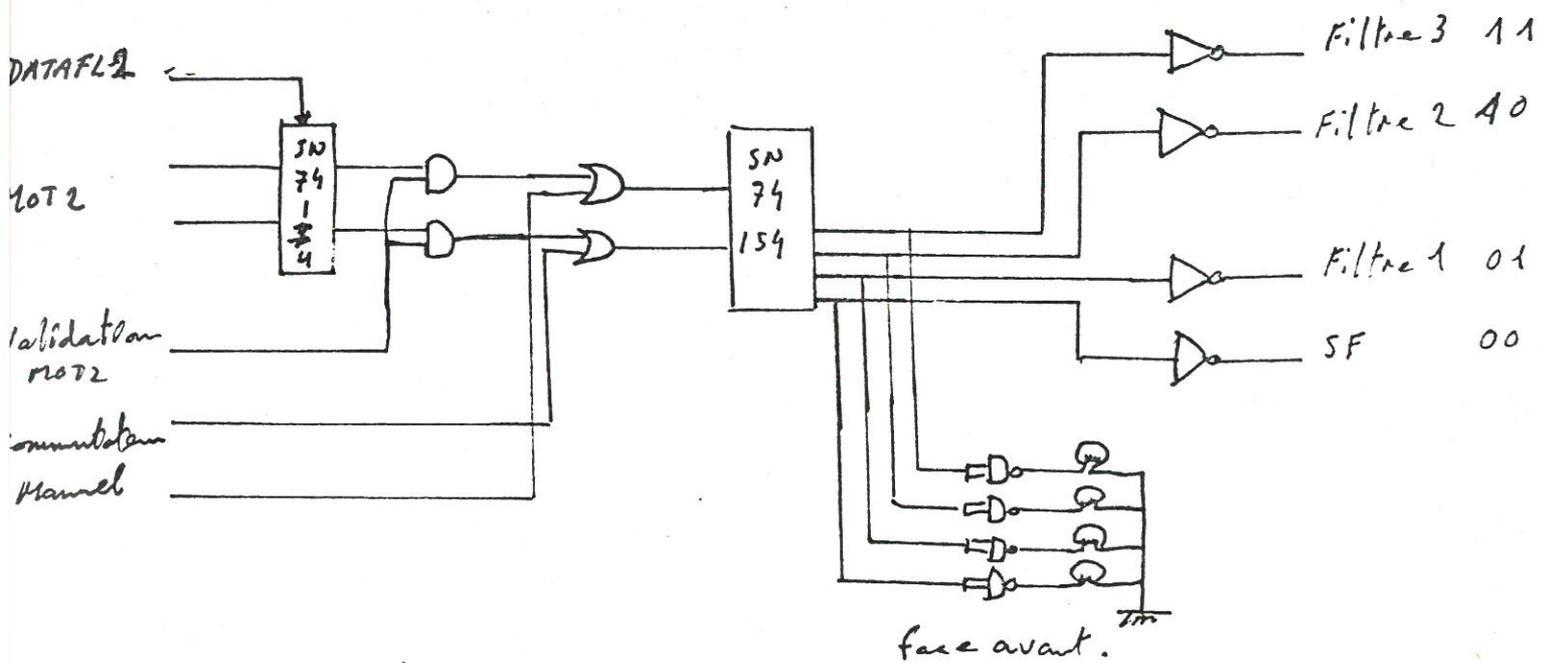
. Un et un seul état est commuté à la fois.

La commande manuelle se fait par deux commutateurs avec visualisation du filtre commuté.

Une invalidation manuelle des commandes programmées permet un filtrage manuel indépendant.

Le schéma de principe de cette commande est le suivant :

- la carte reçoit le signal DATA FL2 de présence d'un mot de commande (MOT 2),
- ce mot est placé dans un registre,
- un signal commandé manuellement valide ce mot,
- ce signal est uni à celui de la commande manuelle de commutation,
- un décodeur - démultiplexeur transforme ce code de 2 bits à 4 états en un signal de validation des 4 états sur 4 bits. Cette validation est visualisée au pupitre face avant.,
- cette validation est inversée et transmise complémentée aux cartes des filtres correspondantes.



D - CARTE ALIMENTATION SUPPLEMENTAIRE

La carte d'alimentation est destinée à fournir différentes tensions :

- \pm 15V au boîtier CNA sur la carte muette,
- \pm 15V au boîtier Ampli sur la carte muette,
- - 12V au boîtier AM 2813 de la mémoire tampon sur carte muette,
- + 5V aux cartes des filtres sur le rack supplémentaire,
- + 5V à la carte commande de commutation des filtres sur le rack supplémentaire.

Le \pm 15V est obtenu à partir d'un transformateur DATEL alimenté en 110V. La baie de l'ordinateur étant alimentée en 220V, il est donc nécessaire d'y placer un transfo 220V 110V.

Le - 12V est obtenu à partir d'un régulateur de tension alimenté en - 15V par le transfo DATEL.

Des fusibles sont placés sur la carte pour assurer une consommation inférieure à 100m pour le \pm 15V et 300m pour le - 12V.

Le + 5V est obtenu à partir d'un transformateur alimenté en 220V.

Des interrupteurs disjoncteurs 220V et 110V sont placés en face avant du pupitre.

E - RACK SUPPLEMENTAIRE

L'utilisation des filtres, de leur commutation et de leurs alimentations séparées (+ 5V) jointes à celle de la mémoire tampon (- 12V) et des boîtiers CNA et Ampli DATEL (\pm 15V), nécessite la mise en place d'un rack supplémentaire comme support des différentes cartes.

Les cartes sont normalisées (112 mm × 260 mm) et fixées sur un rack (44 de 19') pour être installées dans l'armoire Télé-mécanique en face avant à la place de deux plaques. Ceci nécessite d'enlever les fixations des plaques, pour boulonner directement ce rack sur les montants de l'armoire.

Ce rack doit être isolé de toute alimentation en 50 Hz qui peut être capté par les selfs des filtres et apparaître dans le spectre audible comme fréquence parasite avec ses harmoniques.

F - BI TRANSCODEUR PROGRAMMABLE

L'utilisation du boîtier CNA DATEL avec une sortie analogique bipolaire $\pm 1V$ nécessite une entrée des informations numériques codées en "OFFSET BINARY" c'est-à-dire que l'on passe linéairement du + 1V en sortie analogique, en appliquant le code binaire hexadécimal sur 16 bits 0000', initialement, à une sortie - 1V, par incrémentation successive jusqu'à la valeur numérique hexadécimal FFFF'.

Or l'ordinateur effectue les opérations les plus directes et les plus rapides en entiers binaires purs, c'est-à-dire, codés de 0000' à FFFF' pour les valeurs positives et de FFFF' (soit - 1) à 8000 (soit - 35767) pour les valeurs négatives.

~~D'autre part les bandes magnétiques converties sur le convertisseur existant sont codées d'une autre façon. En effet, un échantillon est défini sur 16 bits avec 1 bit de signe inversé (1 pour +) suivi de 15 bits représentant la valeur absolue.~~

Une fonction supplémentaire du système de conversion est donc nécessaire.: Transformer les codes "binaire" ou signe

inversé + valeur absolue" en OFFSET binaire" (binaire compensé) directement converti pour le boîtier CNA DATEL.

Cette fonction a 2 états.

La programmation se fait donc par 1 bit du MOT2.

Le "zéro" permet le transcodage binaire pur - binaire compensé.

Le "un" permet le transcodage "signe inversé + valeur absolue" - binaire compensé.

1. - Transcodage binaire pur - binaire compensé

Les fonctions suivantes sont exécutées :

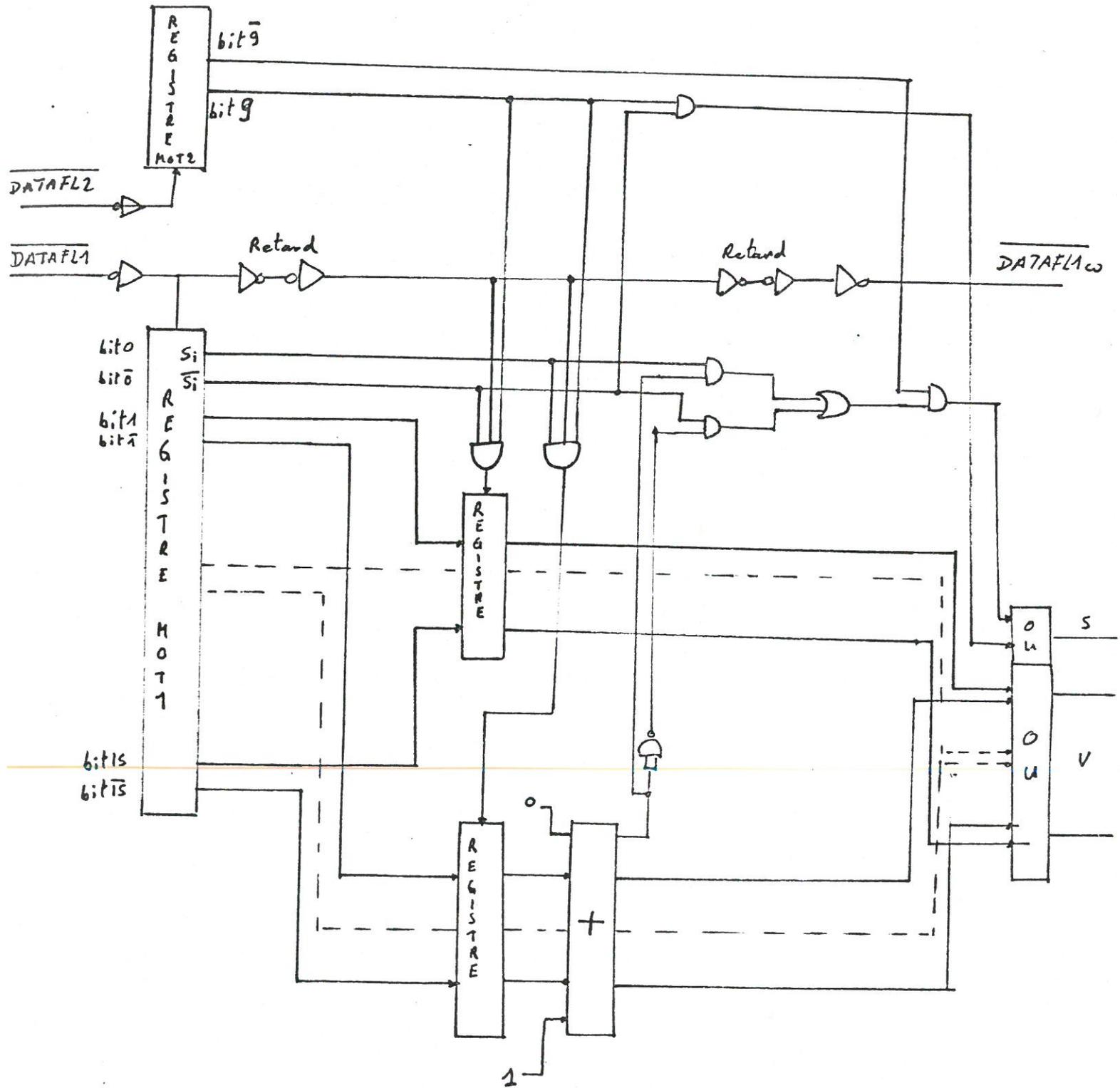
- séparation du bit de signe (bit 0) et des 15 bits de poids fort et faible,
- complément à 2 des bits de poids fort et faible,
- inversion du signe pour la valeur 0 seulement.

2. - Transcodage "signe inversé + valeur absolue" - binaire compensé

Les fonctions suivantes sont exécutées :

- inversion du signe,
- conservation des 15 bits de poids fort et faible pour les valeurs positives,
- complément à 2 des 15 bits poids fort et faible pour les valeurs négatives.

Le schéma de principe du bi-transcodeur est le suivant :



III - ETATS DES REALISATIONS

A - IMPLANTATION SUR LA CARTE UNIVERSELLE

La carte standard télémécanique étant livrée, et les autres fournitures presque toutes rassemblées, l'implantation des supports boîtiers a été effectuée avec la préparation des connecteurs.

Puis le câblage par "wrapping" a été entrepris successivement comme suit, accompagné de tests locaux :

- branchement connecteurs : les informations provenant du GPI 32 et des rack alimentations et commandes manuelles, ainsi que les informations de retour au GPI 32 sont distribuées sur le connecteur de la carte.
- implantation des boîtiers d'entrée : les informations d'entrée sont mémorisées par des registres (bascules) pour assurer le temps de l'exécution et libérer, le plus rapidement possible, le coupleur GPI 32.
- implantation commandes d'entrée asynchrone.
- génération de l'IT d'exception.
- circuit MOT 1.
- implantation commandes de sortie synchrone, validation horloge,
- détection d'erreurs de cadence de sortie et mémoire tampon vide.

- commande par MOT 2, initialisation, validation.
 - implantation des boitiers entrée-sortie de la mémoire tampon.
 - implantation des boitiers mémoire tampon.
 - feedback interne et validation.
 - commande de recyclage.
 - implantation du convertisseur DAC HR avec son ampli opérationnel.
-

400 500 600 700 800



FACE COMPOSANTS
1 130 053 01

NOT 2	CONNECTION	NOT 1	CONNECTION
BIT 0:	1B	BIT 0	10B
1	1A	1	11B
2	2A	2	11A
3	2B	3	12A
4	3A	4	13A
5	4A	5	13B
6	4B	6	14B
7	5B	7	14A
8	5A	8	15A
9	6A	9	16A
10	7A	10	16B
11	7B	11	17B
12	8B	12	17A
13	8A	13	17A
14	9A	14	20A
15	10A	15	21A
DATAFL2	20B.	PIUREA	
EXTR	23A	DATAFL2	
ENDCH	22A	FLTRK2	
READA	24A	FLTRK4	
READ2	23B	F5V	
RESETA	25A	ECS	
RESET2	26A	SA	
APEXA	24B		
0V			
+15V			
-15V			
R2A	26B	60J32	
Horloge	29A		

400 500 600 700 800

SN 7408

1 SN 7408

1 SN 7474

2 SN 7404

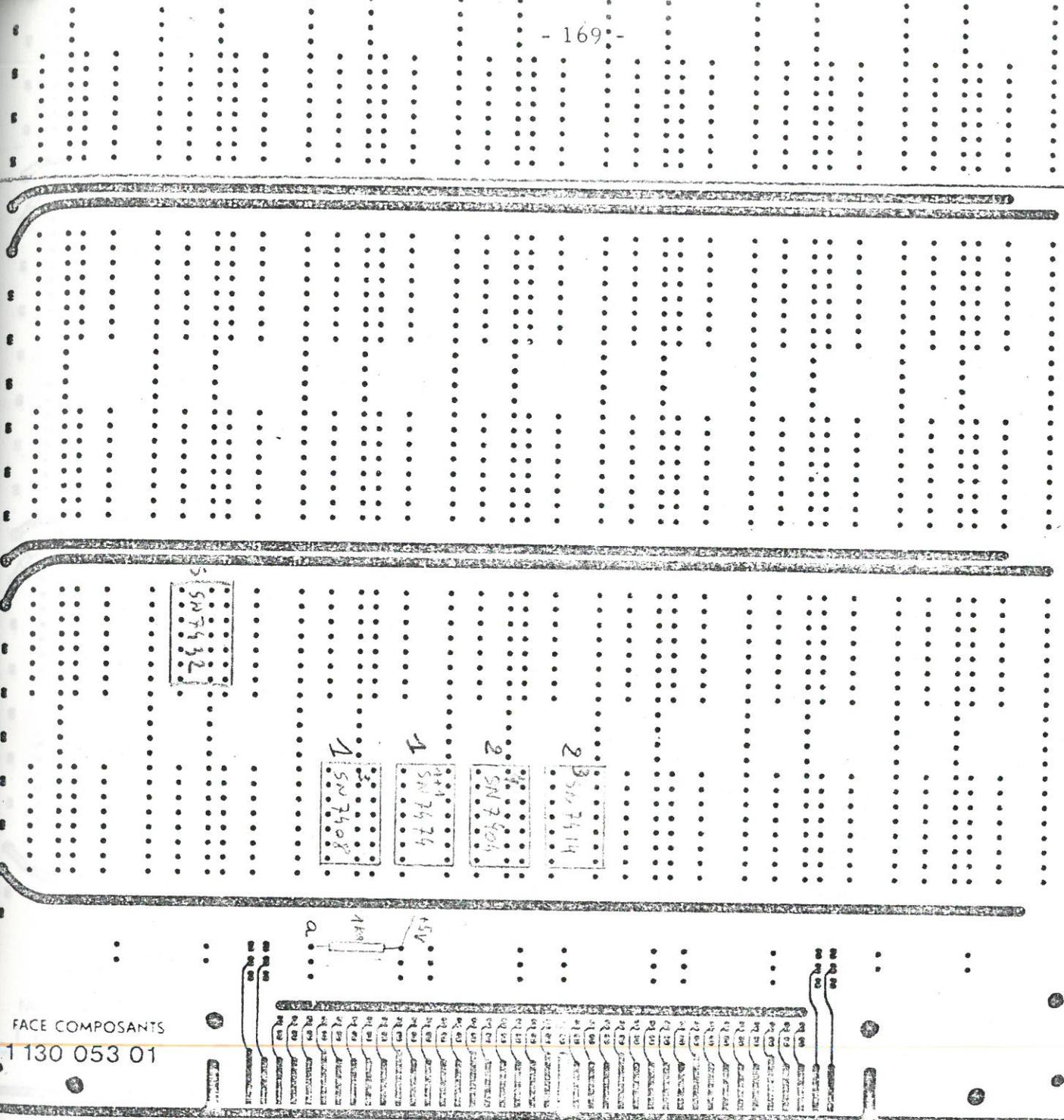
2 SN 7414

FACE COMPOSANTS
1130 053 01

IMPLANTATION COMPANDE DE DISTRIBUTION
ASYNCRONNE
COMMANDE ET D'EXECUTION

	Bornes Jante	Bornes Mises	Bornes de programmation	Bornes de
IRCD	1-3	CLOCK	SW 7404	
CLR 1	1-1	CLEAR	SW 7408	
+SV	1-4	PRESET	Q	
+SV	1-2	1D	1-4, 3871	
READ 4	1-5	Q		SW 7404
READ 1	1-6	Q		SW 7408
RAM 2	1-1	A		SW 7408
DATAFL 1	1-2	1B		SW 7414
IR	1-4	2A		AN 8118S
DATAFL 4	1-5	2B		
CPLCD	1-9	3A		
READ 1	1-10	3B		
CLR 1	1-3	1Y		SW 7474
CPL	1-6	2Y		SW 7404
PL	1-8	3Y		SW 7408
CPL	2-1	1A	SW 7408	
IR	2-3	2A	SW 7414	
IR	2-5	3A	SW 7414	
IR	2-9	4A	SW 7414	
IR	2-2	1Y	SW 7404	
IR	2-4	2Y	SW 7414	
IR	2-6	3Y	SW 7414	
IR	2-8	4Y	SW 7414	
IR	2-1	1A	SW 7404	
IR	2-3	2A	SW 7404	
IR	2-5	3A	SW 7404	
CPLCD	2-2	1Y	SW 7404	
CPLCD	2-4	2Y	SW 7408	
CPLCD	2-6	3Y	SW 7404	

400 500 600 700 800

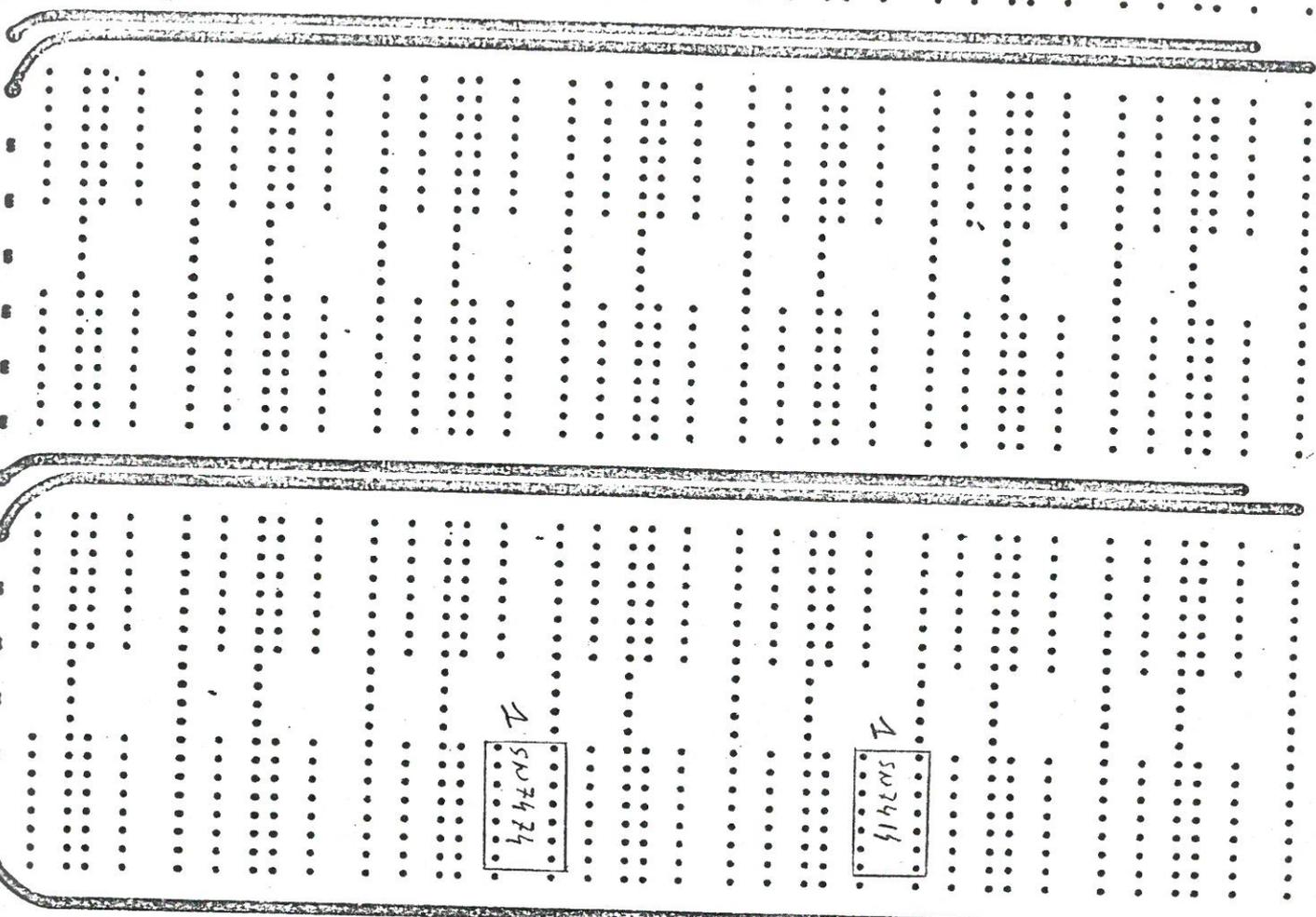


FACE COMPOSANTS
1 130 053 01

IMPLANTATION COMMANDE DE DISTANCE
ASYNCHRONNE
COMMANDE ET D'EXECUTION

	Bornes Jouées	Bornes utilisées	Bornes de protection	Bornes de distances
IRCD	SW 7474	SW 7494		
CLR 1	1-3	CLOCK	SW 7404	
+SV	1-1	CLEAR	SW 7408	
+SV	1-4	PRESET	Q	
+SV	1-2	1D	1-4, 7474	
READ 4	1-5	Q		SW 7404
READ 1	1-6	Q		SW 7408
RAM 2	SW 7408	SW 7408		
DATAFL 1	1-1	1A	SW 7408	
IR	1-2	1B	SW 7414	
DATAFL 4	1-4	2A	AM 813 825	
CPLCD	1-5	2B		
READ 1	1-9	3A		
READ 1	1-10	3B		
CLR 1	1-3	1Y		SW 7474
CPL	1-6	2Y		SW 7404
PL	1-8	3Y		SW 7404
CPL	2-1	1A	SW 7408	
IR	2-3	2A	SW 7414	
IR	2-5	3A	SW 7414	
2-6	2-9	4A	SW 7414	
2-2	2-2	1Y	SW 7404	
2-4	2-4	2Y	SW 7414	
2-6	2-6	3Y	SW 7414	
IRCD	2-8	4Y	SW 7474	
	SW 7414			
2-2	2-1	1A	SW 7404	
2-4	2-3	2A	SW 7404	
2-6	2-5	3A	SW 7404	
2-2	2-2	1Y	SW 7404	
CPLCD	2-4	2Y	SW 7408	
2-6	2-6	3Y	SW 7404	

400 500 600 700 800



1 SN7474

1 SN7411

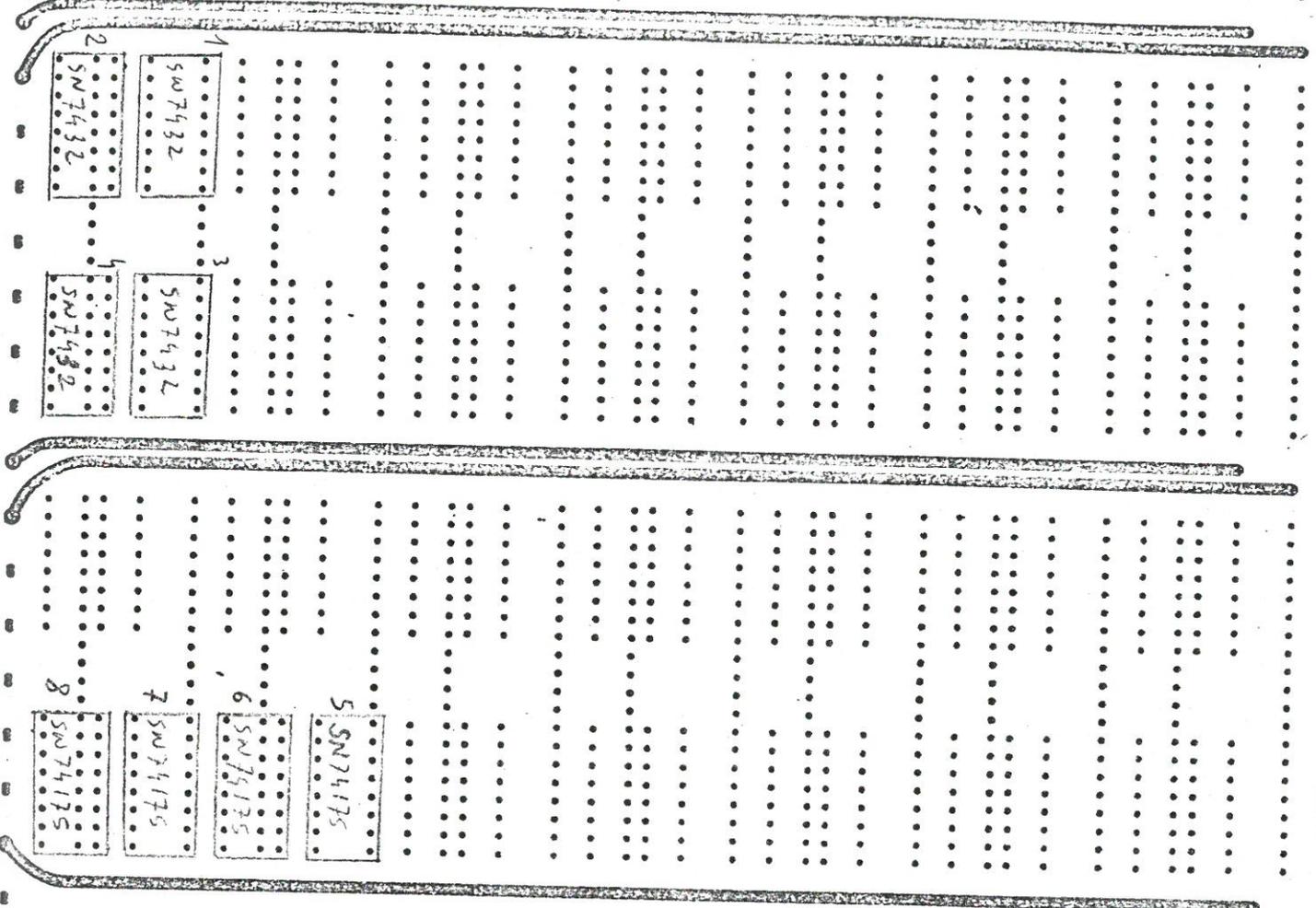
FACE COMPOSANTS
1130 053 01



IT D EXCEPTION. APEX1
Réponse on - find de bloc ENDCH

Signal	Boitiers entrée sortie	Boitiers utilisés	Boitiers de provenance	Boitiers de source
SN7474		SN7474		
ENDCH	1-12	2D	SN7414-18	
DATAFL1	1-11	CLOCK	SN7411-12	
R21	1-13	CLEAR	connecteur B	
+5V	1-10	RESET	A	
APEX1	1-9	2A		connecteur 2/B

400 500 600 700 800



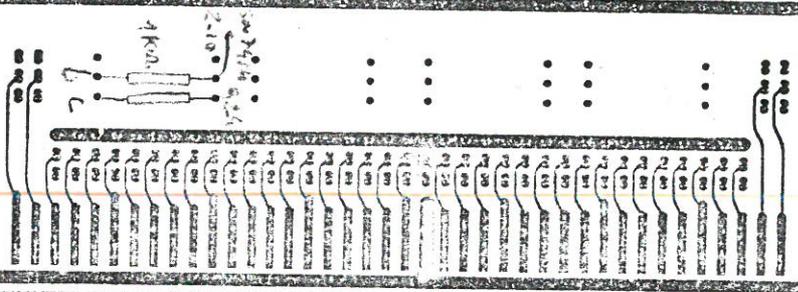
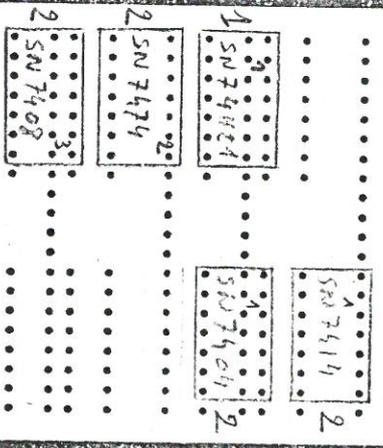
FACE COMPOSANTS
1130 053 01

CIRCUIT. MOT4

Signaux	Provenance	Surfaces	entree-sorte
SW7432	SW74175		
1-1A5i	5-2 Si-		4-1
1-2A	5-7		1-4
1-3A	5-10		1-9
1-4A	5-15		1-12
2-1A	6-2		2-1
2-2A	6-7		2-4
2-3A	6-10		2-9
2-4A	6-15		2-12
3-1A	7-2		3-1
3-2A	7-7		3-4
3-3A	7-10		3-9
3-4A	7-15		3-12
4-1A	8-2		4-1
4-2A	8-7		4-4
4-3A	8-10		4-9
4-4A	8-15		4-12
SW74175			SW74175
DATAFL1	SW74175-1-2		5-9
			6-9
			7-9
			8-9

400 500 600 700 800

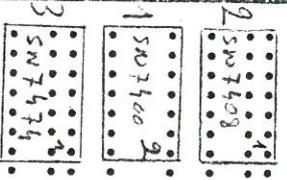
IMPLANTATION COMMANDÉ
DÉ SOMME SYMÉTRIQUE



FACE COMPOSANTS
1130 053 01

Signaux	Bornes de la carte	Bornes des cartes	Bornes de provenance	Bornes de la source
FLAG 1	A-1	1A	AM2813-1,19	X
FLAG 2	A-2	1B	AM2813-3,19	X
FLAG 8	A-4	1C	AM2813-5,19	X
FLAG 4	A-5	1D	AM2813-7,19	X
MPP	A-6	1Y		X
+5V	B-4	PRESET D	C	X
+5V	B-2	D		X
MPP	B-3	CLOCK	SW 74H21	X
RAZ	B-1	CLEAR	SW 74175, 21	X
VHS	B-5	Q	SW 7474	X
+5V	B-10	PRESET	B	X
+5V	B-12	D		X
CPD	B-11	CLOCK	SW 7408	X
REAR PD	B-13	CLEAR	SW 7414	X
PD	B-9	2Q	AM2813-4,5 AM2813-9,5	X
H	B-1	1A	SW 7415-3,2	X
VHS	B-2	1B	SW 7474	X
CPH	B-4	2A	SW 7408	X
OR	B-5	2B	AM2813-2,3	X
RAZ	B-10	3B	SW 7474-21	X
OR	B-19	3A	SW 7408	X
CPH	B-3	1Y	SW 7408	X
CPD	B-6	2Y	SW 7474	X
CLEAR PD	B-8	3Y	SW 7404	X
CLEAR PD	B-11	5A	SW 7408	X
CLEAR PD	B-10	5Y	SW 7414	X
CLEAR PD	B-9	4A	SW 7404	X
CLEAR PD	B-8	4Y	SW 7474	X

400 500 600 700 800

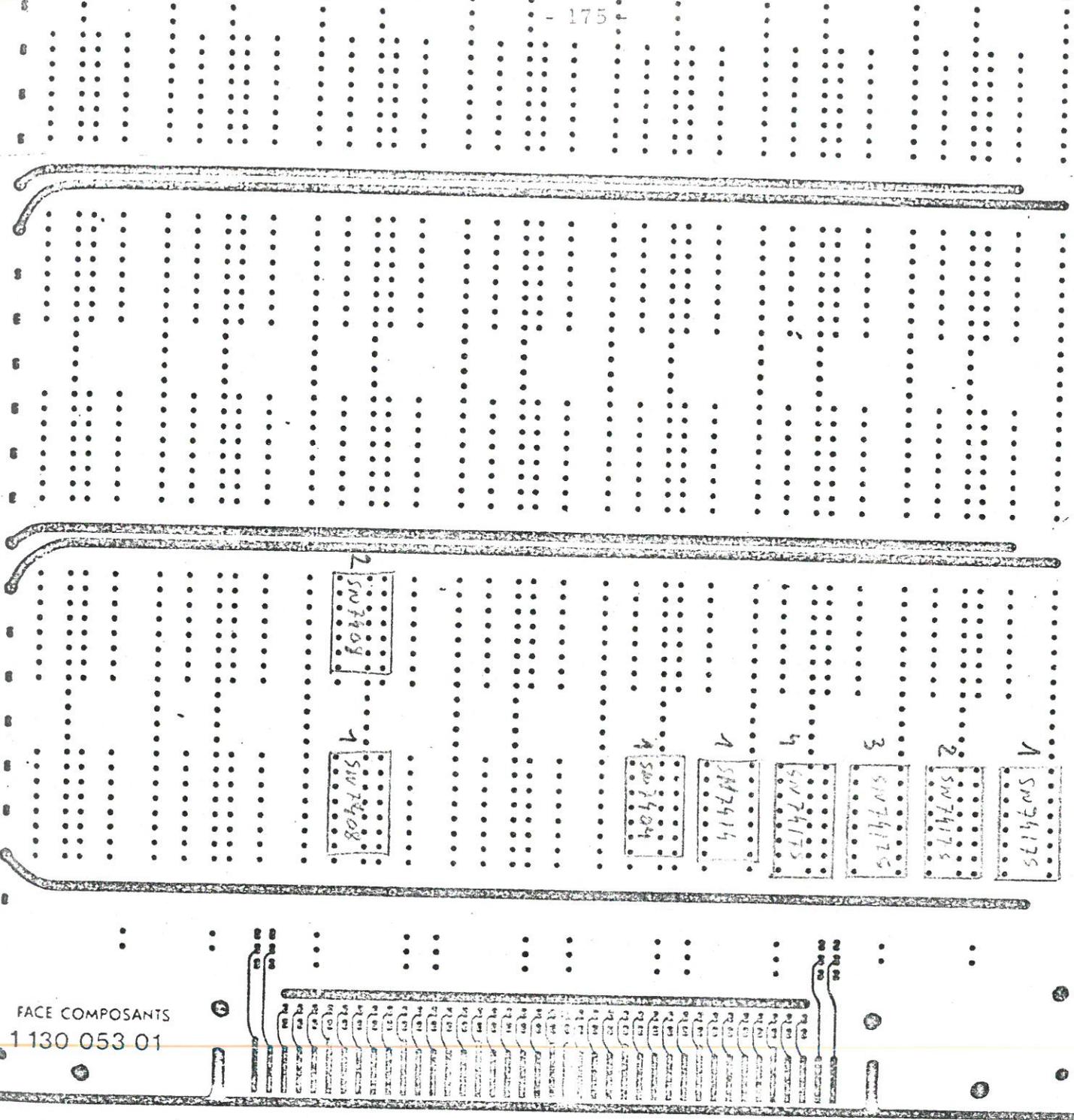


FACE COMPOSANTS
1 130 053 01

IMPLANTATION DETECTION
D'ERREUR DE CROISEE DE SORTIE
ou MEMOIRE VIDE

SIGNAL X D'ENTREE	REFERENCE BOITIER	Quatre sorties	Boitiers sorties	Boitiers Entrées
+5V CLEAR D Hav (o) & ESC , Q	APRESET, 1 CLEAR 1 D 1 CLOCK 1 Q 1 Q	3-4 3-1 3-2 3-3 3-5 3-6	Comme 31A SN7400-1A	SN7408-2,3 SN7400-1,3 SN7414-3,2
Q OR D	1A 1B 1Y	1-1 1-2 1-3	SN7474-3,6 SN7474-2,3	
OR RAZ CLEAR	4A 4B 4Y	2-12 2-13 2-11	SN7400-3,4 SN7474-3,4	SN7400-1,2 SN74125-3
OR OR	2A, 2B 2Y	1-4, 1-5 1-6	SN7408-2,4	SN7400-1,2

400 500 600 700 800



FACE COMPOSANTS
1130 053 01

COMMANDES PAR NOTE

DATA#2	SW	DATA#2	SW
1-9	SW 74175.1	1-1	SW 74175.2
2-9	SW 74175.2	2-1	SW 74175.3
3-9	SW 74175.3	3-1	SW 74175.4
4-9	SW 74175.4	4-1	SW 74175.2
1-10	SW 74175.4	1-11	SW 74175.2
2-10	SW 74175.2	2-11	SW 74175.4
3-10	SW 74175.3	3-11	SW 74175.2
4-10	SW 74175.4	4-11	SW 74175.3
1-11	SW 74175.2	1-12	SW 74175.4
2-11	SW 74175.4	2-12	SW 74175.2
3-11	SW 74175.3	3-12	SW 74175.4
4-11	SW 74175.2	4-12	SW 74175.3
1-12	SW 74175.4	1-13	SW 74175.2
2-12	SW 74175.2	2-13	SW 74175.4
3-12	SW 74175.3	3-13	SW 74175.2
4-12	SW 74175.4	4-13	SW 74175.3
1-13	SW 74175.2	1-14	SW 74175.4
2-13	SW 74175.4	2-14	SW 74175.2
3-13	SW 74175.3	3-14	SW 74175.4
4-13	SW 74175.2	4-14	SW 74175.3
1-14	SW 74175.4	1-15	SW 74175.2
2-14	SW 74175.2	2-15	SW 74175.4
3-14	SW 74175.3	3-15	SW 74175.2
4-14	SW 74175.4	4-15	SW 74175.3
1-15	SW 74175.2	1-16	SW 74175.4
2-15	SW 74175.4	2-16	SW 74175.2
3-15	SW 74175.3	3-16	SW 74175.4
4-15	SW 74175.2	4-16	SW 74175.3

DATA#2	SW	DATA#2	SW
1-1	SW 74175.2	1-2	SW 74175.4
2-1	SW 74175.4	2-2	SW 74175.2
3-1	SW 74175.3	3-2	SW 74175.4
4-1	SW 74175.2	4-2	SW 74175.3

DATA#2	SW	DATA#2	SW
1-1	SW 74175.2	1-2	SW 74175.4
2-1	SW 74175.4	2-2	SW 74175.2
3-1	SW 74175.3	3-2	SW 74175.4
4-1	SW 74175.2	4-2	SW 74175.3

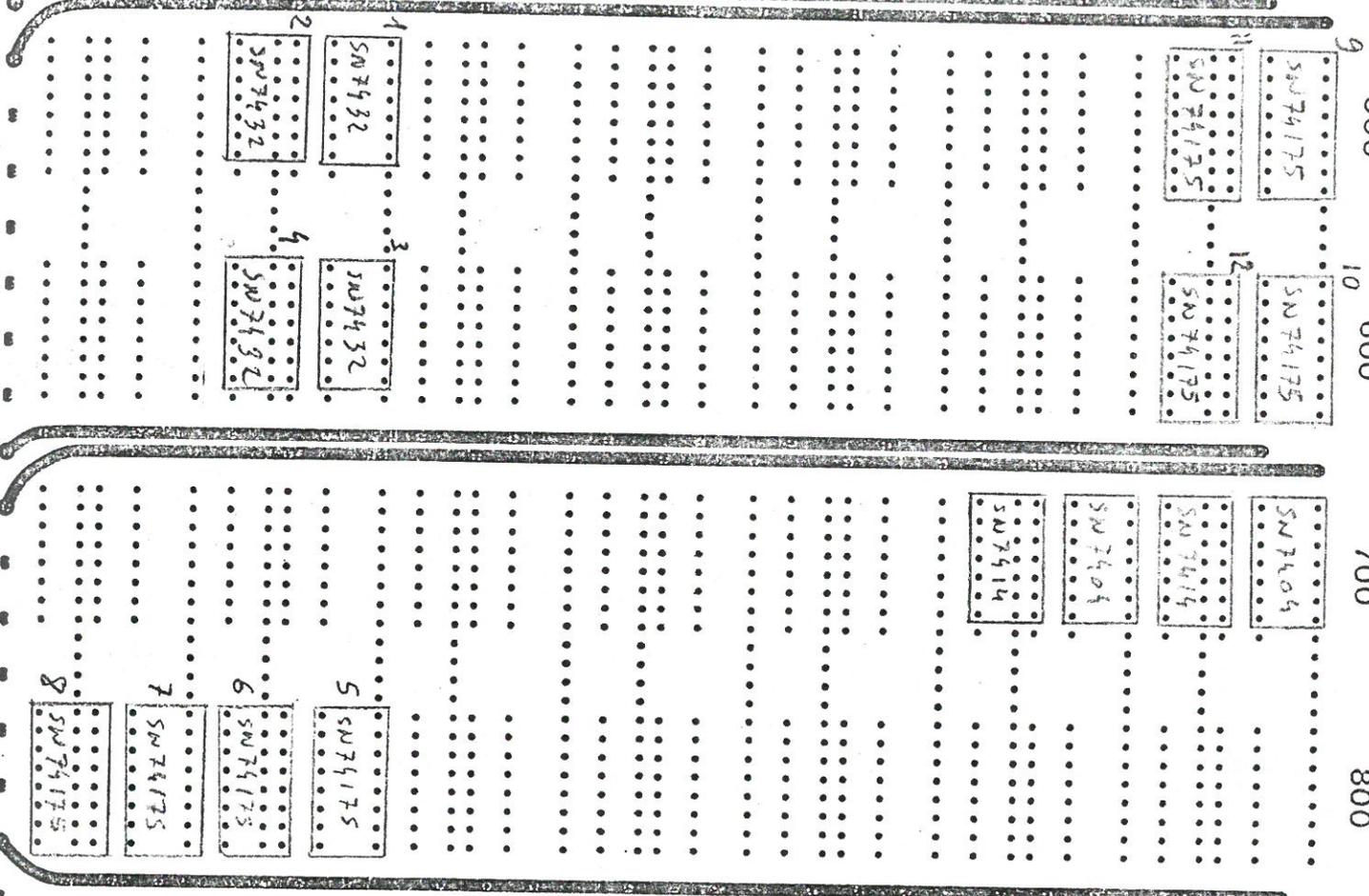
400

500

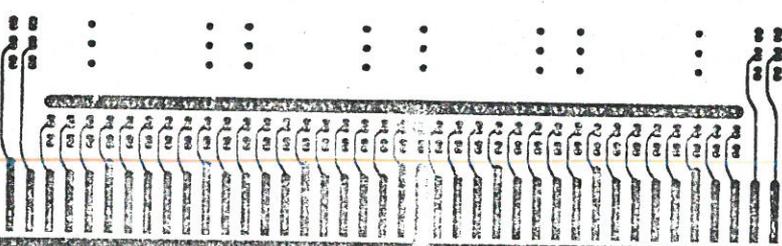
600

700

800



FACE COMPOSANTS
1130 053 01

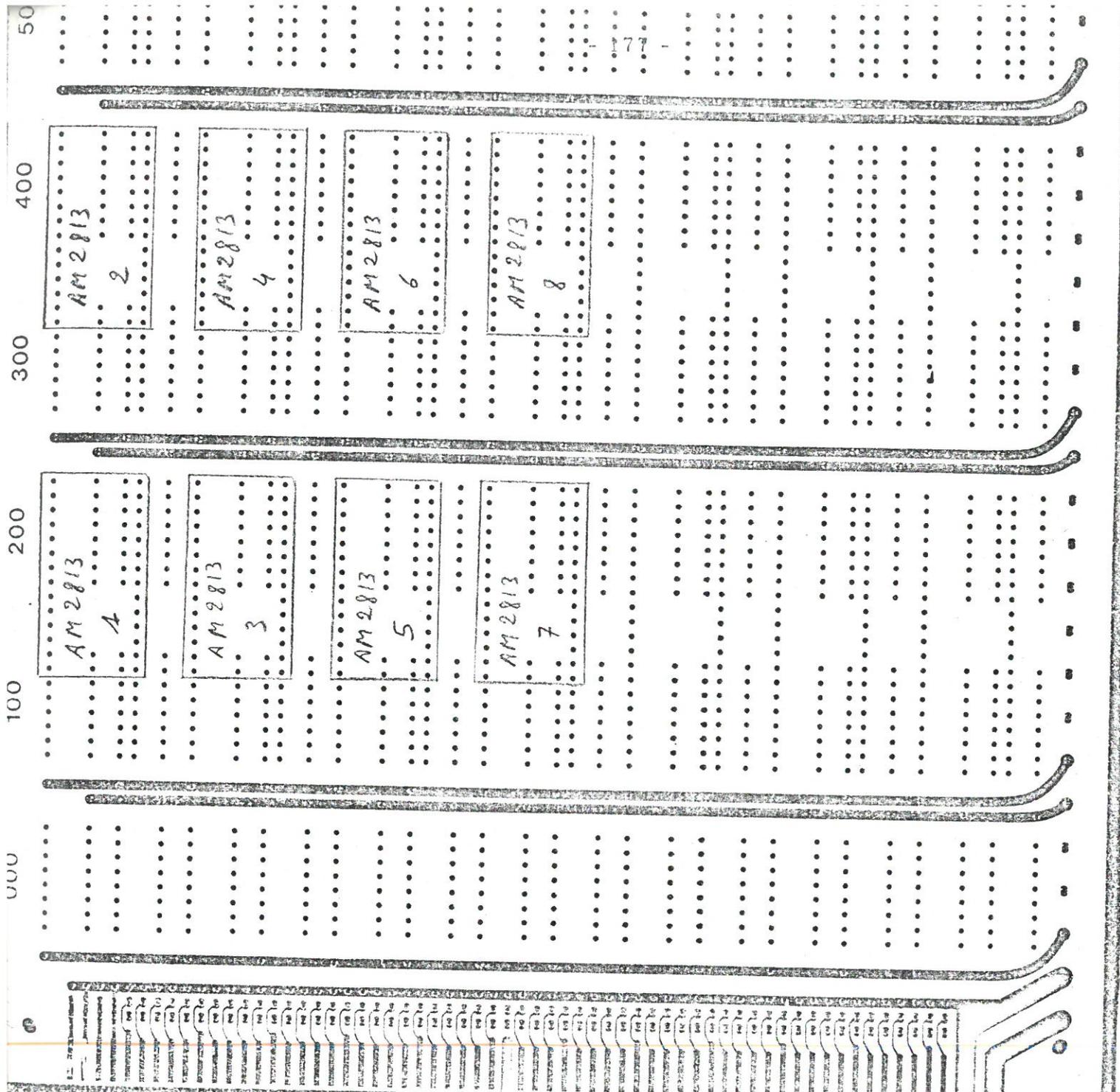


EXPLICATION BOITERS
ENTREE/SORTIE
MEMOIRE TAMPOU.

Signature	Provenance	Sortance	et/et-sortie
SN 7432		AM2813	
1-1Y		7-4	1-3
1-2Y		7-28	1-6
1-3Y		7-27	1-8
1-4Y		7-26	1-11
2-1Y		7-23	2-3
2-2Y		7-22	2-6
2-3Y		7-21	2-8
2-4Y		7-20	2-11
3-1Y		8-1	3-3
3-2Y		8-28	3-6
3-3Y		8-27	3-8
3-4Y		8-26	3-11
4-1Y		8-23	4-3
4-2Y		8-22	4-6
4-3Y		8-21	4-8
4-4Y		8-20	4-11
SN 74175	AM 2813		
9-1D	1-6		9-4
9-2D	1-7		9-5
9-3D	1-8		9-12
9-4D	1-9		9-13
10-1D	1-11		10-4
10-2D	1-12		10-5
10-3D	1-13		10-12
10-4D	1-14		10-13
11-1D	2-6		11-4
11-2D	2-7		11-5
11-3D	2-8		11-12
11-4D	2-9		11-13
12-1D	2-11		12-4
12-2D	2-12		12-5
12-3D	2-13		12-12
12-4D	2-14		12-13
CLEAR	SN 74175-214		12-1

INTERPRÉTATION MÉMOIRE TAMPON 7

Signature	Boonnes entrées sortie	Boitiers utilisés	Boitier de la provocation	Boitier de sortie	couleur du Fil
		AM2813-7			
Bit 0	7-6	Q0			
Bit 1	7-7	Q1			
2	7-8	Q2			
3	7-9	Q3			
4	7-10	Q4			
5	7-12	Q5			
6	7-13	Q6			
7	7-14	Q7			
MR	7-5	MR			
PL	7-18	PL			
+5V	7-24	V55			gris
0V	7-16	V00			vert
-12V	7-2	V66			
PD	7-5	PD	AM2813-5		vert
	7-15	Q7			
0 ₀ 7	7-1	D0	AM2813-5		Blanc
0 ₁ 7	7-28	Q1	"		"
0 ₂ 7	7-27	Q2	"		"
0 ₃ 7	7-26	Q3	"		"
0 ₄ 7	7-23	Q4	"		"
0 ₅ 7	7-22	Q5	"		"
0 ₆ 7	7-21	Q6	"		"
0 ₇ 7	7-20	D7	"		"
IR 7	7-25	IR	AM2813-5		vert
OR 7	7-3	OR			
FLAG 7	7-19	FLAG			
D8 7	7-17	D8	AM2813-5		
-12V	7-2	AM2813-7, AM2813-2			blanc



* Couper les connexions d'alimentation +5V par circuit imprimé

IMPLANTATION MEMOIRE TAMPON 8

Signaux	Bonnes entrées sorties	Boitiers utilisés	Boitier de provenance	Boitier conteneur de surface	conteneur de surface
		AM2813-8			
B18	8-6	Q0			
B19	8-7	Q1			
" 10	8-8	Q2			
" 11	8-9	Q3			
" 12	8-10	Q4			
" 13	8-12	Q5			
" 14	8-13	Q6			
" 15	8-14	Q7			
MR	8-4	MR			
PL	8-19	PL			
TSV	8-25	VSS			gris
OV	8-16	VDD			gris
-12V	8-2	VGG			
PD	8-5	PD	AM2813-6		vert
	8-15	Q8			
D08	8-1	D0		AM2813C Blanc	
D18	8-28	D1		"	
D28	8-27	D2		"	
D38	8-26	D3			
D48	8-23	D4			
D58	8-22	D5			
D68	8-21	D6			
D78	8-20	D7		AM2813C	
IR8	8-25	IR		AM2813C vert	
OR8	8-3	OR			
FLAG8	8-19	FLAG			
Dq8	8-13	D8		AM2813G	

-12V 8-2 AM2813-1 Connecteur 28B

000 100 200 300 400

AM2813
8

8 Connecteur 28B connecteur de liaison en 16 broches + 8 broches connecteur imprimé

400 500 600 700 800

SW7432

SW7474

SW7494

SW7408

SW7404

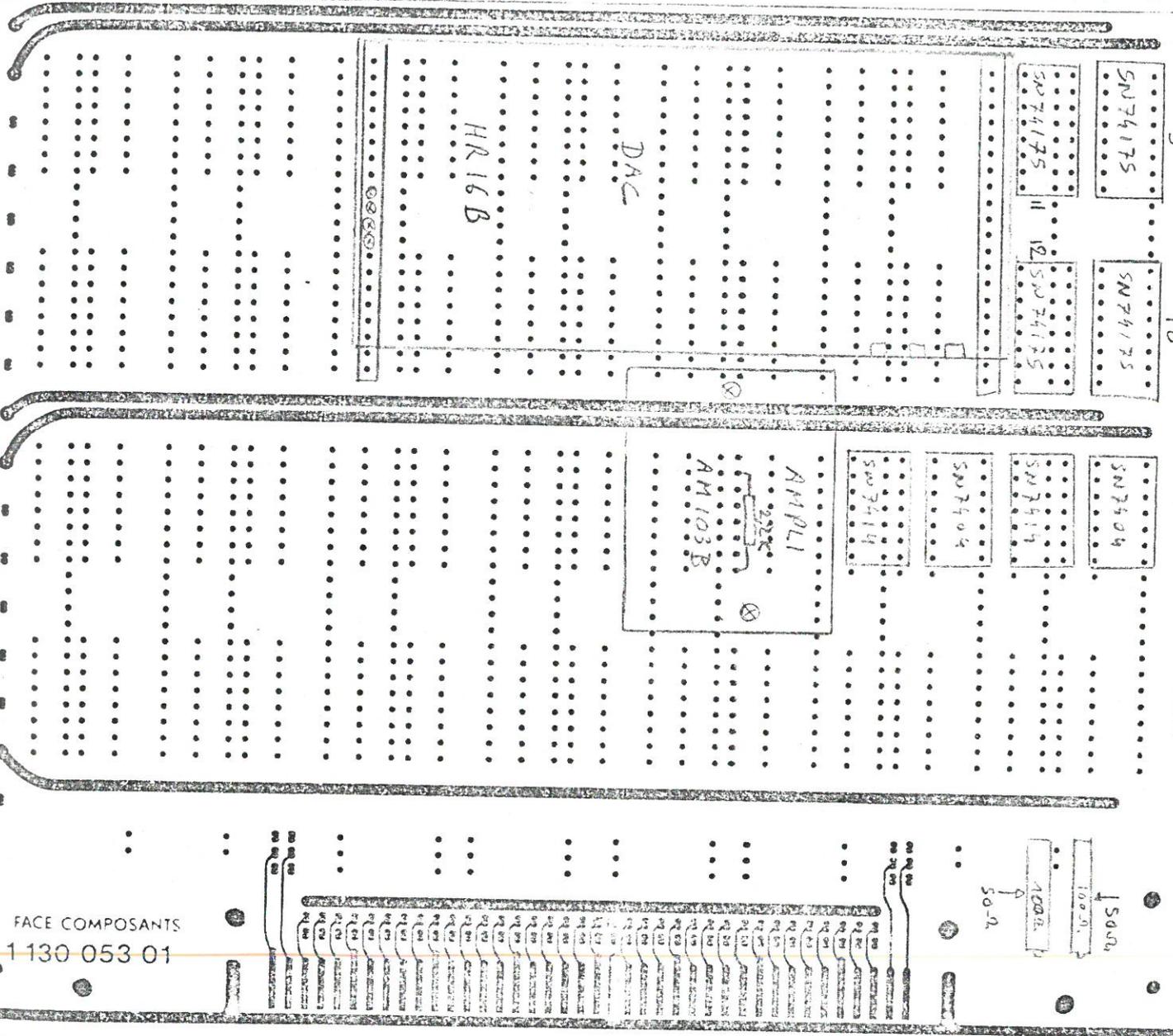
SW7414

FACE COMPOSANTS
1 130 053 01

COMMANDE DE RECYCLAGE

SIGMA ENTREE	REFERENCE BOITIER	Boitiers Entrance	Boitiers Sortance
FER	20-1-10 20-1-11 20-1-12	SW7408-14	
PD	2A-1-9 2Y-1-8	SW7472-9	SW7404-2-13
PL	SW7404		
PL	2-18	SW7412-18	
PL	2-12		SW7414-2-13
PL	SW7414		
PL	2-13	SW7404-2-12	
PL	2-12		SW7432-5-1
PL	SW7432		
PL	2B-5-2	SW7408-18	
PL	1A-5-1	SW7414-2-12	
PLM	1Y-5-3		AM2013-8-18

400 500 600 700 800



FACE COMPONENTS
1130 053 01

IMPLANTATION DAC HR16B

AMPLI AM103B

Resistance 100Ω
1500Ω
2200Ω

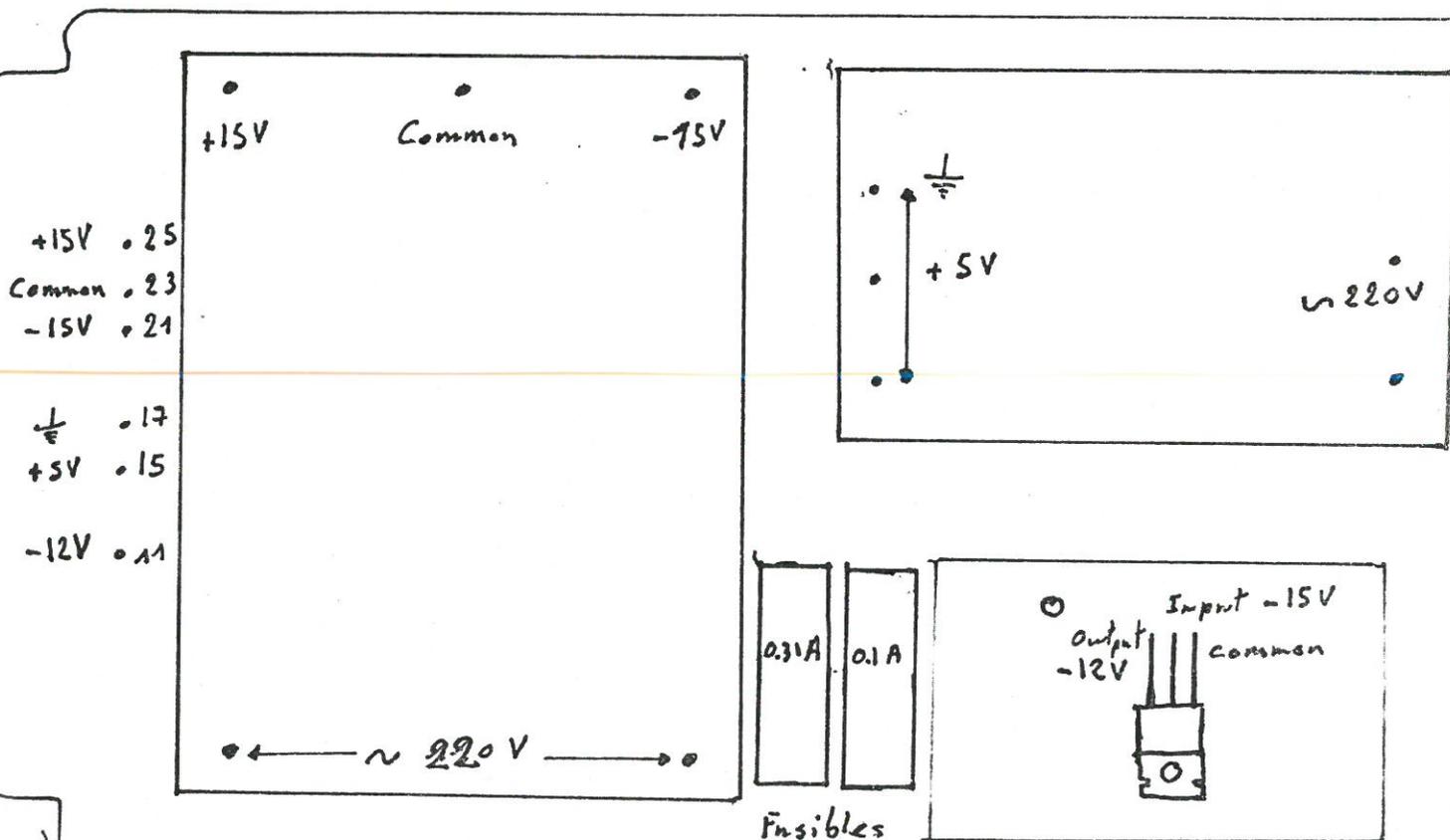
Transistors effect

NOTA	Bores d'extrude Sothe	Bores d'extrude Sothe	Bores d'extrude Sothe	Bores d'extrude Sothe
Bit 0	1	2	3	4
1	2	3	4	5
2	3	4	5	6
3	4	5	6	7
4	5	6	7	8
5	6	7	8	9
6	7	8	9	10
7	8	9	10	11
8	9	10	11	12
9	10	11	12	13
10	11	12	13	14
11	12	13	14	15
12	13	14	15	16
13	14	15	16	
14	15	16		
15	16			
+15V	17			
-15V	18			
Toune	19			
Sothe II	20			
Sothe I	21			
Feedback	22			
Offset	23			
RETRAIT	24			
REF IN	25			
MSUOP	26			
-15VOP	27			
	28			

B - Implantation sur rack supplémentaire :

1.- Carte alimentation :

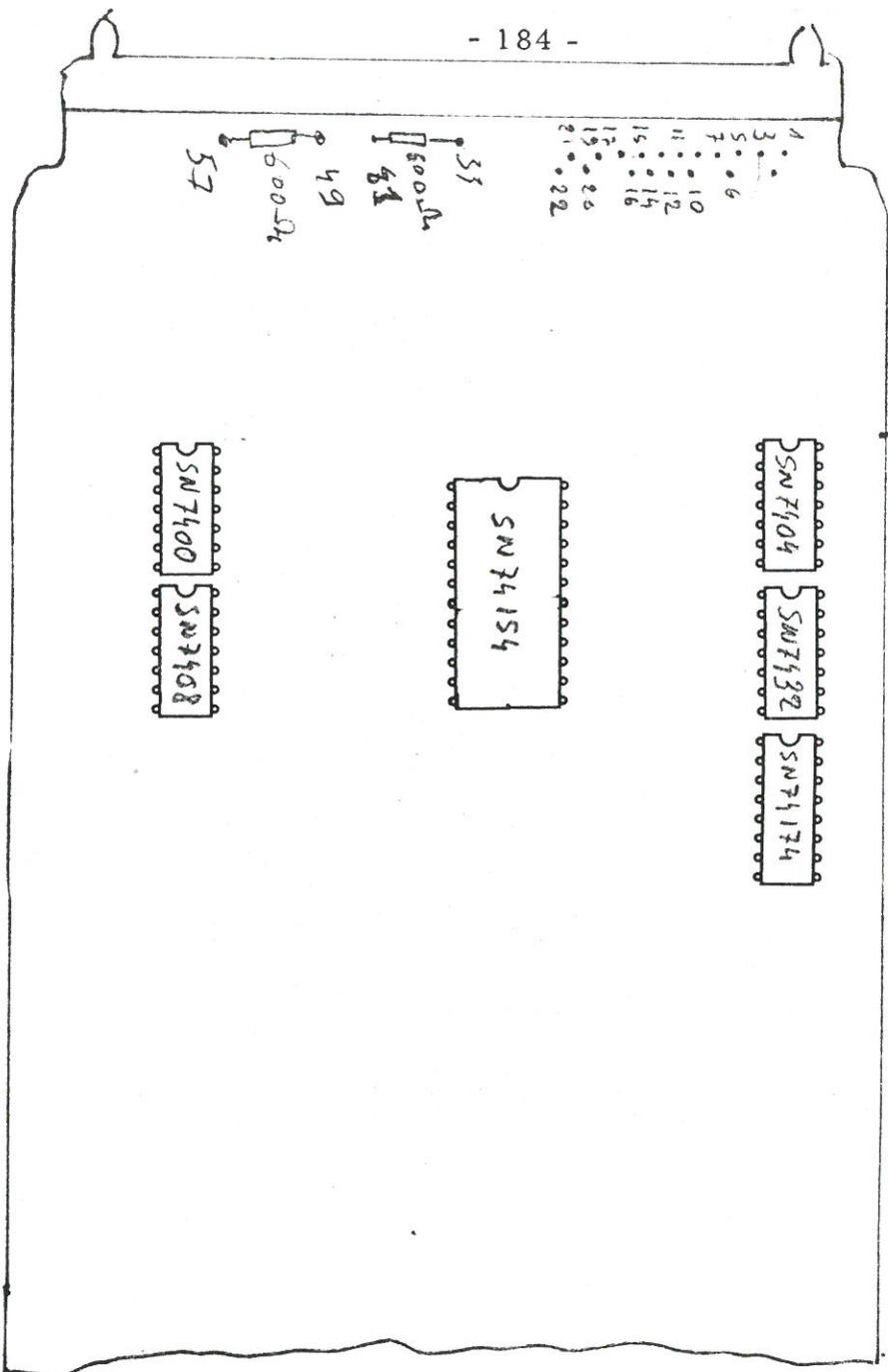
Cette carte permet de fournir, à partir du secteur 220 v, les tensions d'alimentation continue +15 V, + 5 v et - 12 V. Des fusibles indépendants assurent la protection des transformateurs et du régulateur. Un double disjoncteur est placé en entrée 220 V.



Vna du dessus

2.- Carte Organe de commande des filtres :

Cet organe assure d'une part la commutation programmable et manuelle des filtres avec la visualisation des états par voyants lumineux en face avant, et d'autre part la mise en marche du système de conversion.

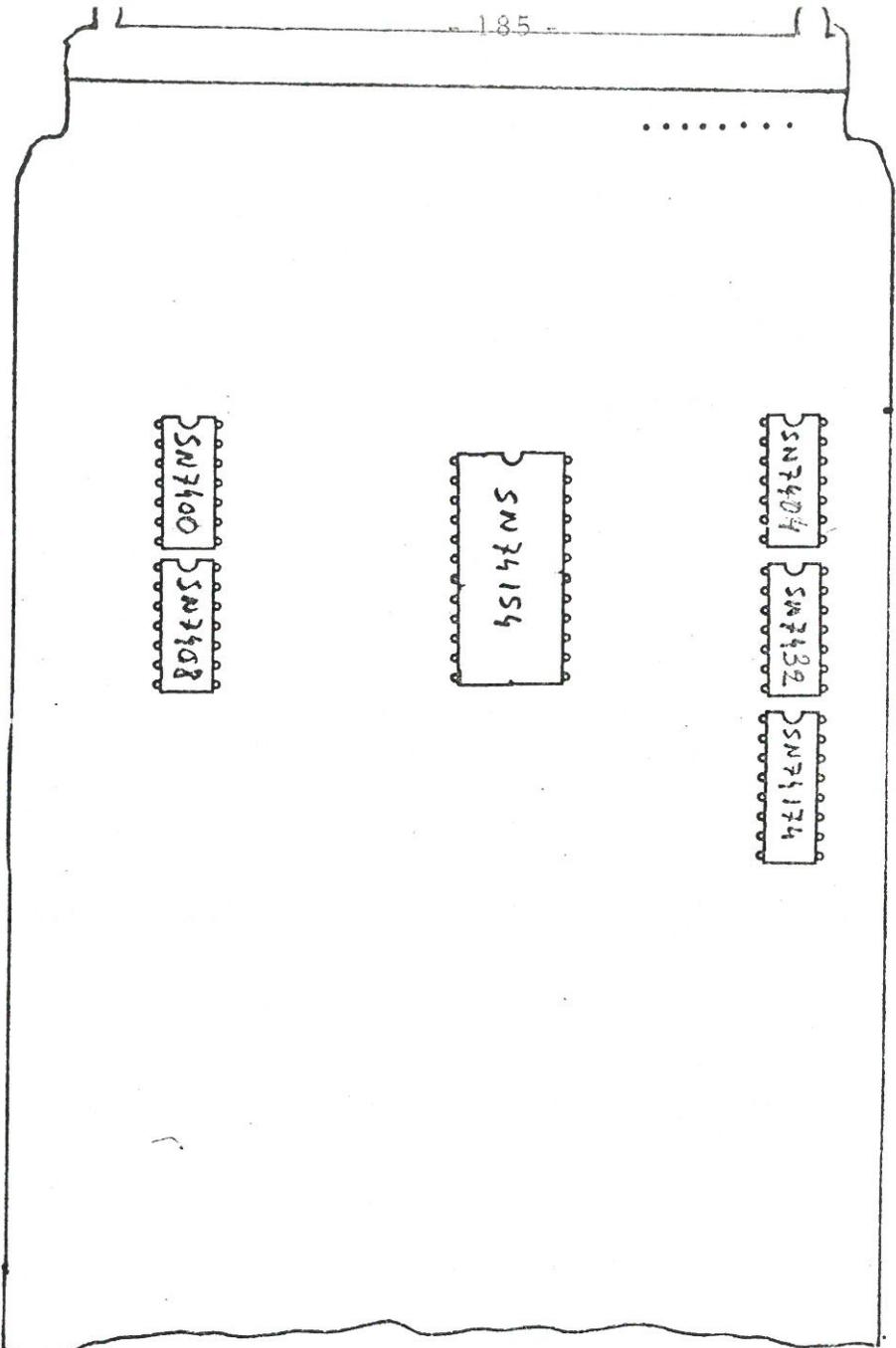


ORGANE DE COMMANDE DES FILTRES

ENTREE-SORTIE

Signaux	Provenance	Surface	entree	Connecteur	Connecteur
Connecteur	SN7404			Connecteur	SN7404
+5V		1			
masse		3			
DATA/F12		5			
MOT2 bit		6			
bit		7			
Valid note		10			
Commande 1		11			
Commande 2		12			
Filtre SF	6Y	1		14	
Filtre 1	5Y	1		15	
"	4Y	2		16	
"	3Y	3		17	
Voyant SF	SN7400				
"	4Y			19	
"	3Y			20	
"	2Y			21	
"	1Y			22	
en prise analogique	alle	57		49	
Son tie analogique		33			
		41		41	

ORGANE DE COMMANDE DES FILTRES



Signaux	Provenance	Surface	Partie sur filtre
SW74154			SN74154
G1	Masse		18
G2	Masse		19
A	SN7432-3		23
B	SN7482-6		22
C	Masse		21
D	Masse		20
0		SN7404-13	1
1		SN7404-11	2
2		SN7404-9	3
3		SN7404-5	4
0		SN7400-13	1
1		SN7400-10	2
2		SN7400-4	3
3		SN7400-4	4
SW7432			
1A	SN7408-3		1
1B	Commut 1		2
2A	SN7408-6		4
2B	Commut 2		5
1Y		SN74154-28	3
2Y		SN74154-22	6
SW7408			
1A	Validateur		1
1B	SN74174-2		2
2A	Validateur		4
2B	SN7474-5		5
1Y		SN7432-1	3
2Y		SN7432-4	6

3.- Implantation sur GPI 32 :

Le bitranscoder a été implanté sur l'emplacement utilisateur de la carte "Coupleur Universel" GPI 32.

L'implantation des circuits a été effectuée comme suit, mais le câblage n'a pu être terminé en temps voulu en raison des retards déjà accumulés et des problèmes de réalisation (faux contacts, erreurs de signaux indiqués par le fournisseur etc...).

- Registre d'entrée
- MOT1 complémenté sans signe
- MOT1 sans signe
- Signe du MOT1
- Registre de sortie
- Connecteur

TRANSCODÉUR

IMPLANTATION SUR GPI 32

MOT A COMPLÉMENTE SANS SIGNE

W501
W503
W507
W509
W512
S15
W519
W521
W523
W522

W528

W536

W542

W547

W550

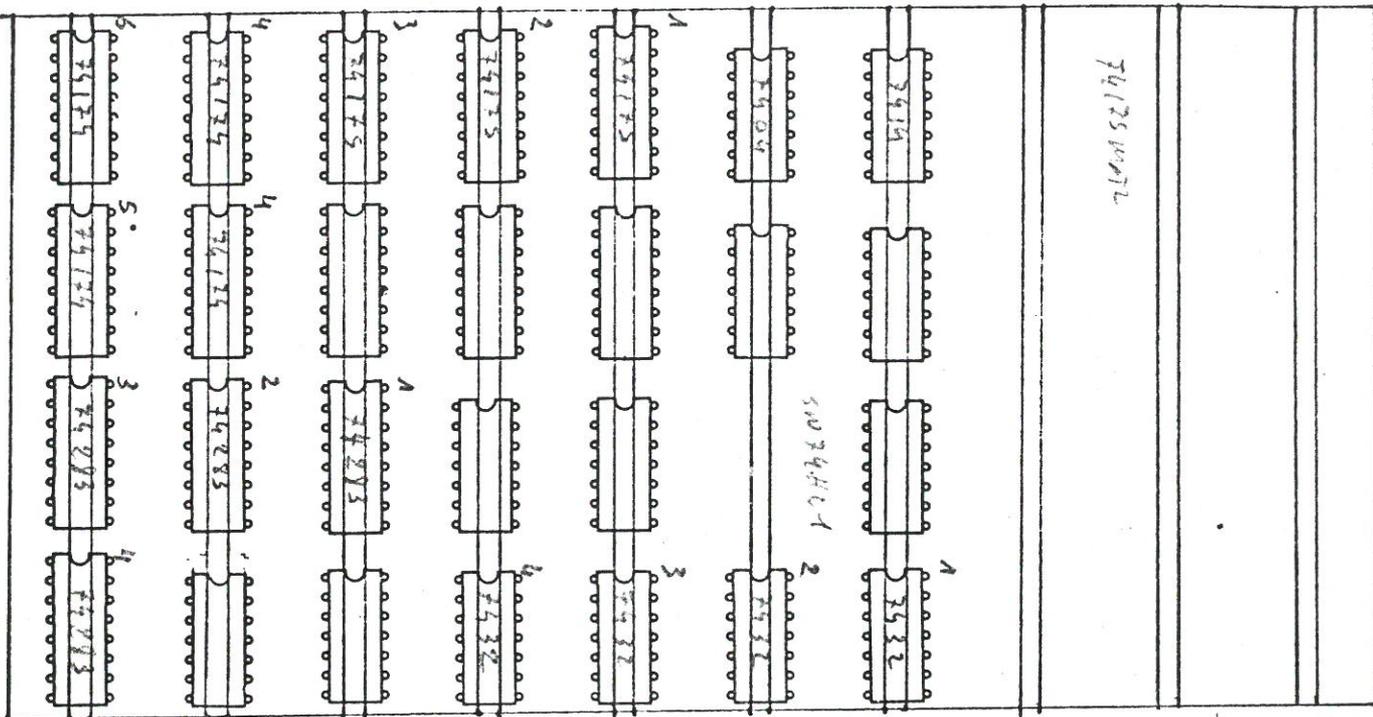
W557

W562

W567

W571

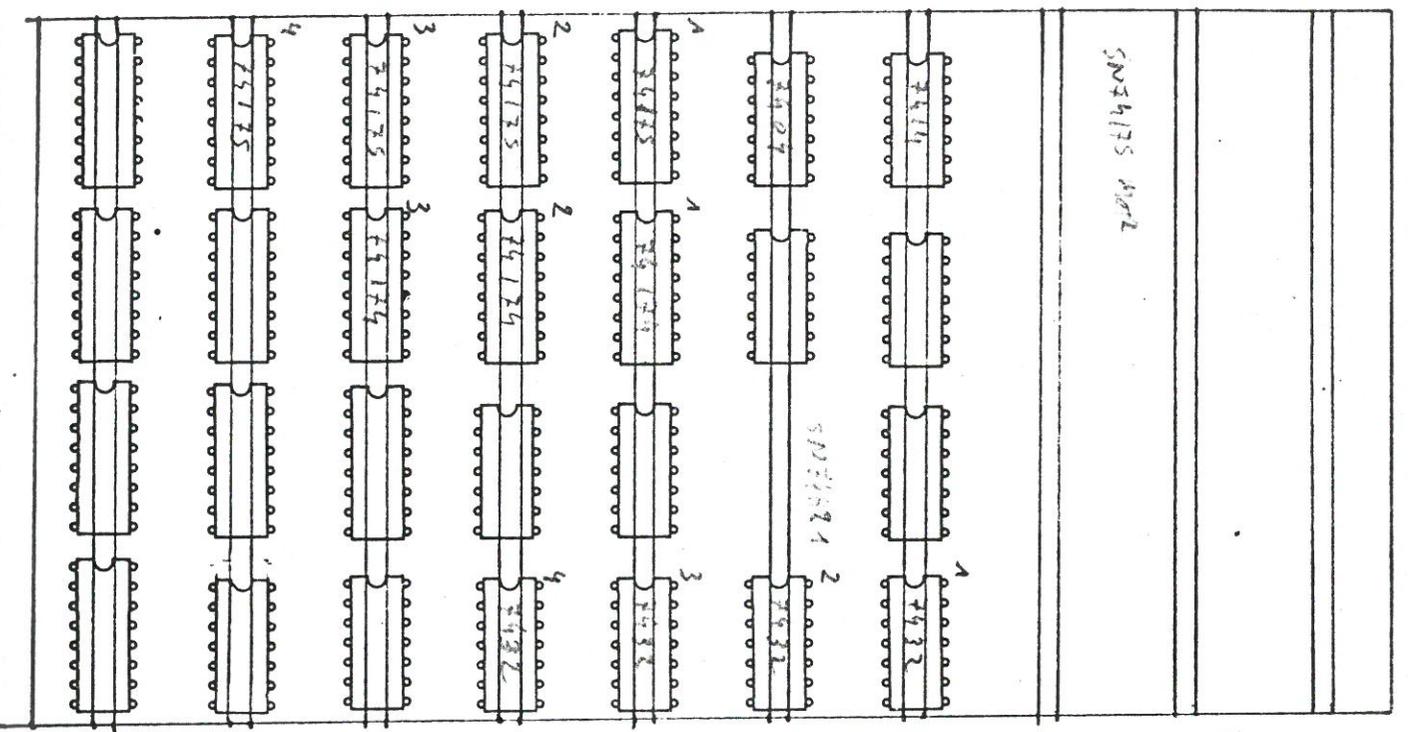
W578



SIGNATURE	PROVENANCE	ENTRÉE	SIGNATURE	PROVENANCE	ENTRÉE
MOT1	SW74125	SW74174	MOT1	SW74283	SW7432
bit 1	1-6	4-4	1	1-13	1-5
2	1-11	4-6	2	1-4	1-10
3	1-14	4-11	3	2-10	3B
4	2-3	4-12	4	2-13	4B
5	2-6	4-14	5	2-1	2B
6	2-11	5-3	6	2-4	3B
7	2-14	5-4	7	3-10	4B
8	3-3	5-6	8	3-13	2B
9	3-6	5-11	9	3-1	3B
10	3-11	5-13	10	4-4	4B
11	3-14	5-14	11	4-10	1B
12	4-3	6-3	12	4-13	2B
13	4-6	6-4	13	4-1	3B
14	4-11	6-6	14	4-13	4B
15	4-14	6-11	15	4-4	4B
MOT1	SW74174	SW74283			
bit 1	1-5	1-14	A3		
2	1-7	1-3	A2		
3	1-10	1-5	A1		
4	1-12	2-12	A4		
5	1-15	2-14	A3		
6	2-2	2-3	A2		
7	2-5	2-5	A1		
8	2-7	3-12	A4		
9	2-10	3-14	A3		
10	2-12	3-3	A2		
11	2-15	3-5	A1		
12	3-2	4-12	A4		
13	3-5	4-14	A3		
14	3-7	4-3	A2		
15	3-10	4-5	A1		
MOT2					

W501
 W503
 W507
 W507
 515
 W520 W519
 521
 W528 W522

W536
 W542
 W547
 W550
 W557
 W562
 W567
 W571
 W578



7 X NUS

IMPLANTATIO

SN74175 M02

Signature	Provenance	Et.
MOT1	SN74175	SA

Signature	Provenance	Et.
bit 1		
bit 2		
bit 3		
bit 4		
MOT1	SN74174	SA

TRANS
IMPLANTATIO
SIGNE DU MOT 4

W501
W503
W508 W507
W503
512
515

W520 W519
521
W523 W522

W528

W536

W542

W547

W550

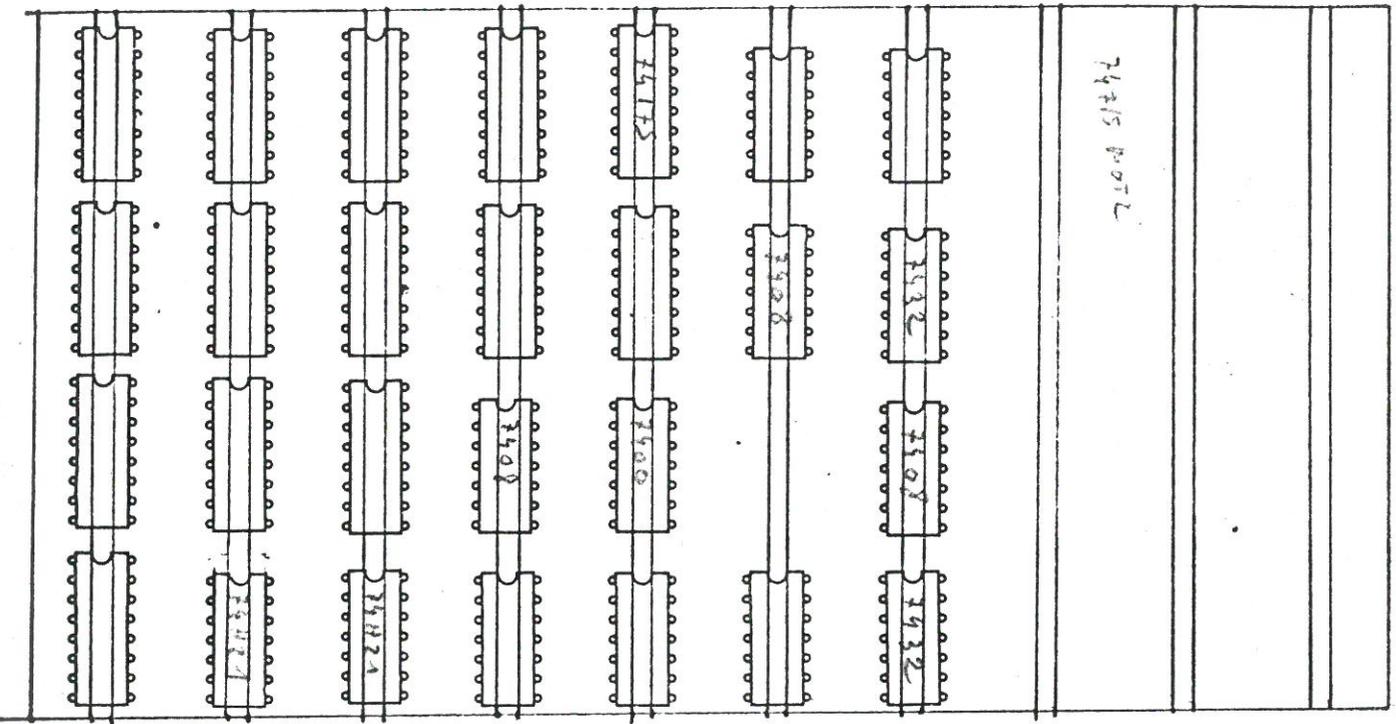
W557

W564

W567

W571

W578



TRANS

IMPLANTATI

REGISTRE DESORTI

WS01

WS03

WS07

WS09

WS12

WS15

WS20

WS21

WS22

WS28

WS36

WS42

WS47

WS50

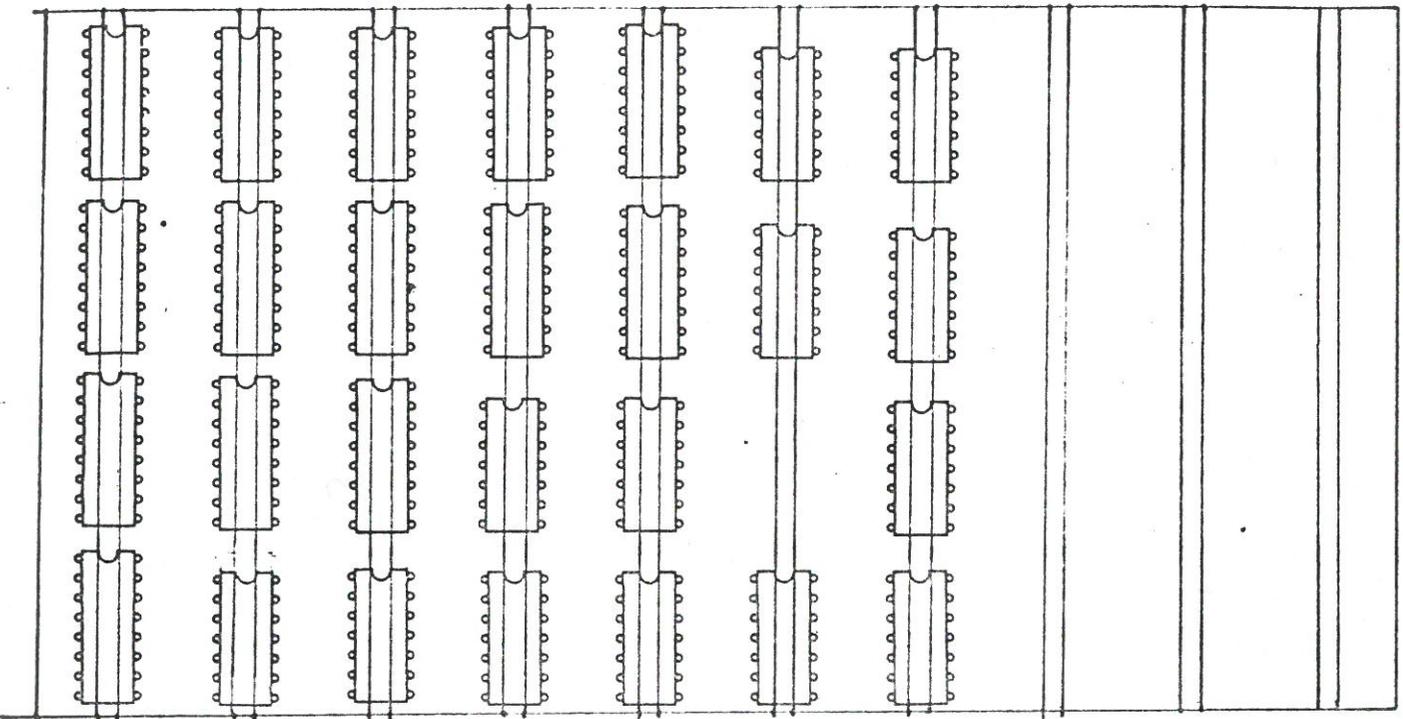
WS57

WS62

WS67

WS71

WS78



4.- Connections inter cartes :

Les connections entre les différentes cartes sont assurées par des limandes de 12 fils reliant des connecteurs miniatures à éléments empilables et des connecteurs 2 fois 40 broches.

La transmission du signal analogique converti est assurée par un cable bifilaire gainé.

IV - TESTS

A.- Tests hardware :

Les cartes ont été testées séparément, fonction par fonction, en dehors du calculateur, pour vérifier le cablage et la transmission des signaux. Un boîtier test a été réalisé avec une alimentation + 5 V, des signaux de commande par interrupteur délivrés en sortie, réception des signaux captés avec visualisation par diodes luminescentes.

B.- Tests software :

Un logiciel de test a été défini pour les essais du système de conversion couplé à l'ordinateur et à la chaîne HI-FI.

1- Tests des organes asynchrones :

a- Test du MOT2 du GPI 32 :

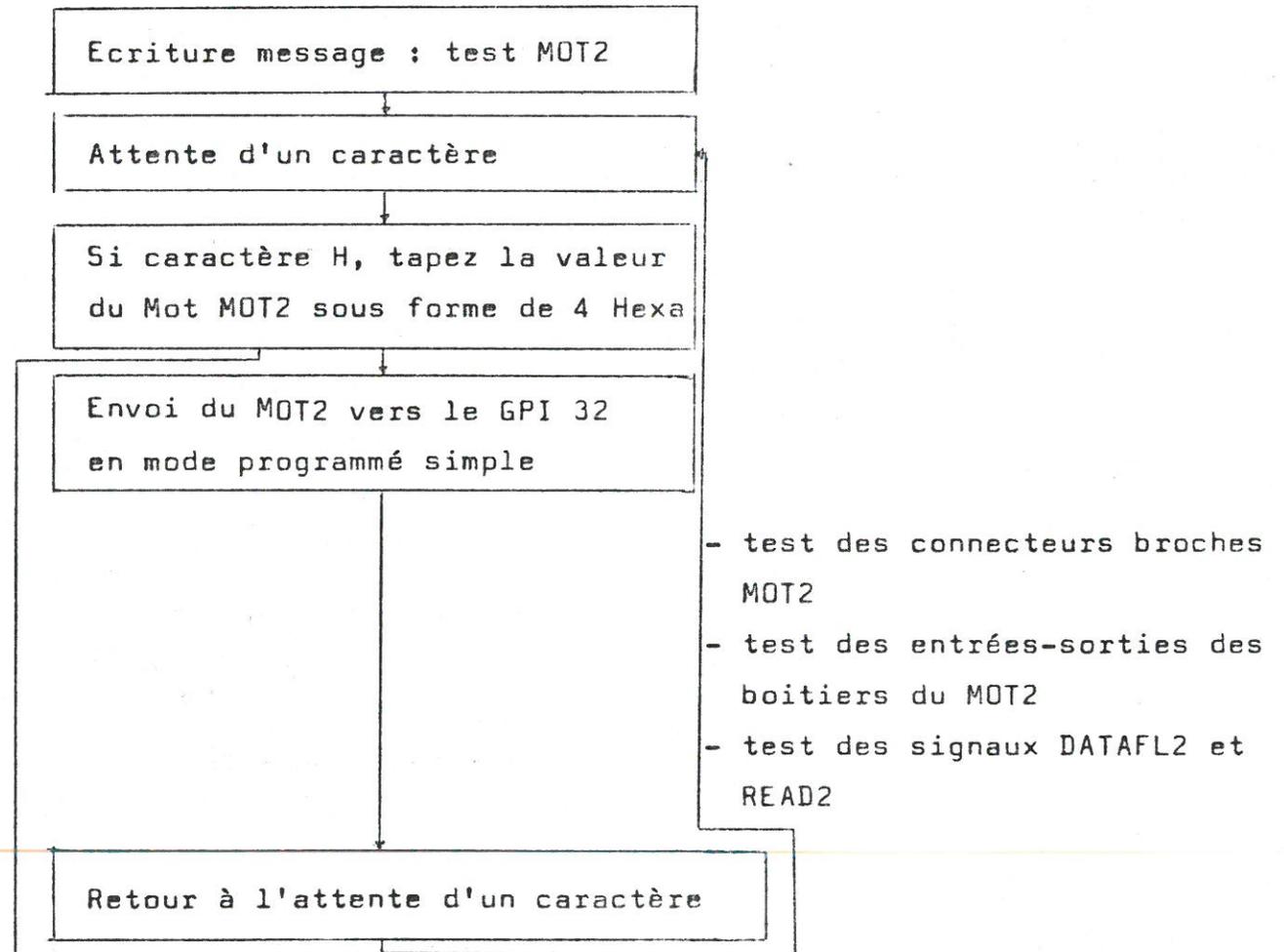
Le MOT2 du coupleur universel est utilisé pour assurer 3 types de fonctions programmables :

L'utilisation actuelle de chaque bit est la suivante :

- Bit 15 et 14 : pour la commande de commutation du système de filtrage
4 états possibles :
00, sans filtre
01, filtre 5,5 KHz
10, filtre 9,5 KHz
11, filtre 16 KHz
- Bit 13 : Validation du MOT1
le bit à 1 est actif et valide le signal RESET1
- Bit 12 : Initialisation entrée asynchrone et mémoire tampon
le bit à 1 est actif, invalide l'entrée asynchrone et met à 0 la mémoire tampon
- Bit 11 : Initialisation sortie synchrone
le bit à 1 est actif et initialise la commande et le registre de sortie
- Bit 10 : Validation de l'horloge programmable pour son utilisation en sortie CNA
le bit à 1 est actif
- Bit 9 : Commande de commutation du bitranscodeur
2 états possibles :
0, binaire pur, utilisation directe ordinateur
1, signe inversé plus valeur absolue, utilisation pour la lecture des bandes écrites pour CNA Off line
- Bit 8 : Initialisation détecteur d'erreur de cadence ou de mémoire tampon vide

Le MOT2 est utilisé en " Mode programmé simple ", le MOT1 étant en " Mode canal ".

Pour assurer un test efficace du hardware, le logiciel de test de ce mot doit suivre l'organigramme fonctionnel suivant en parallèle avec les manipulations de vérification à l'oscilloscope :

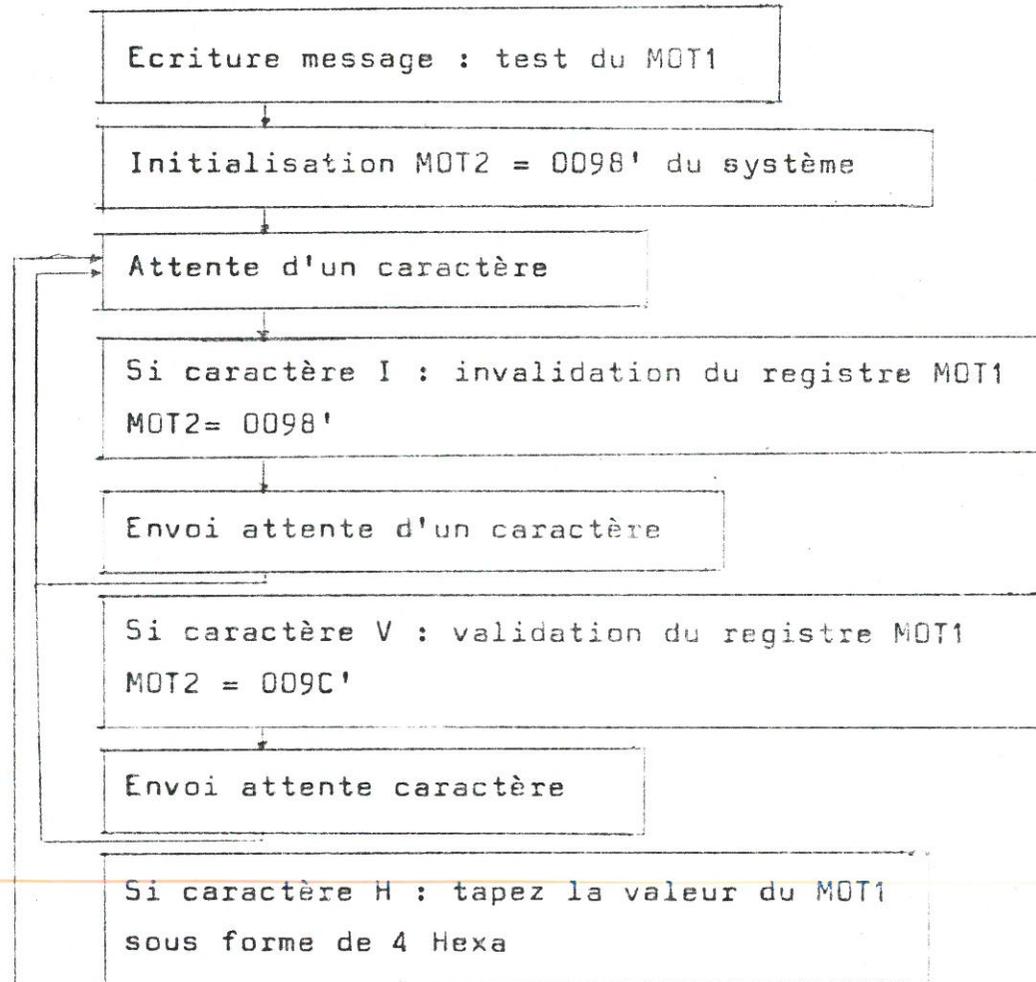


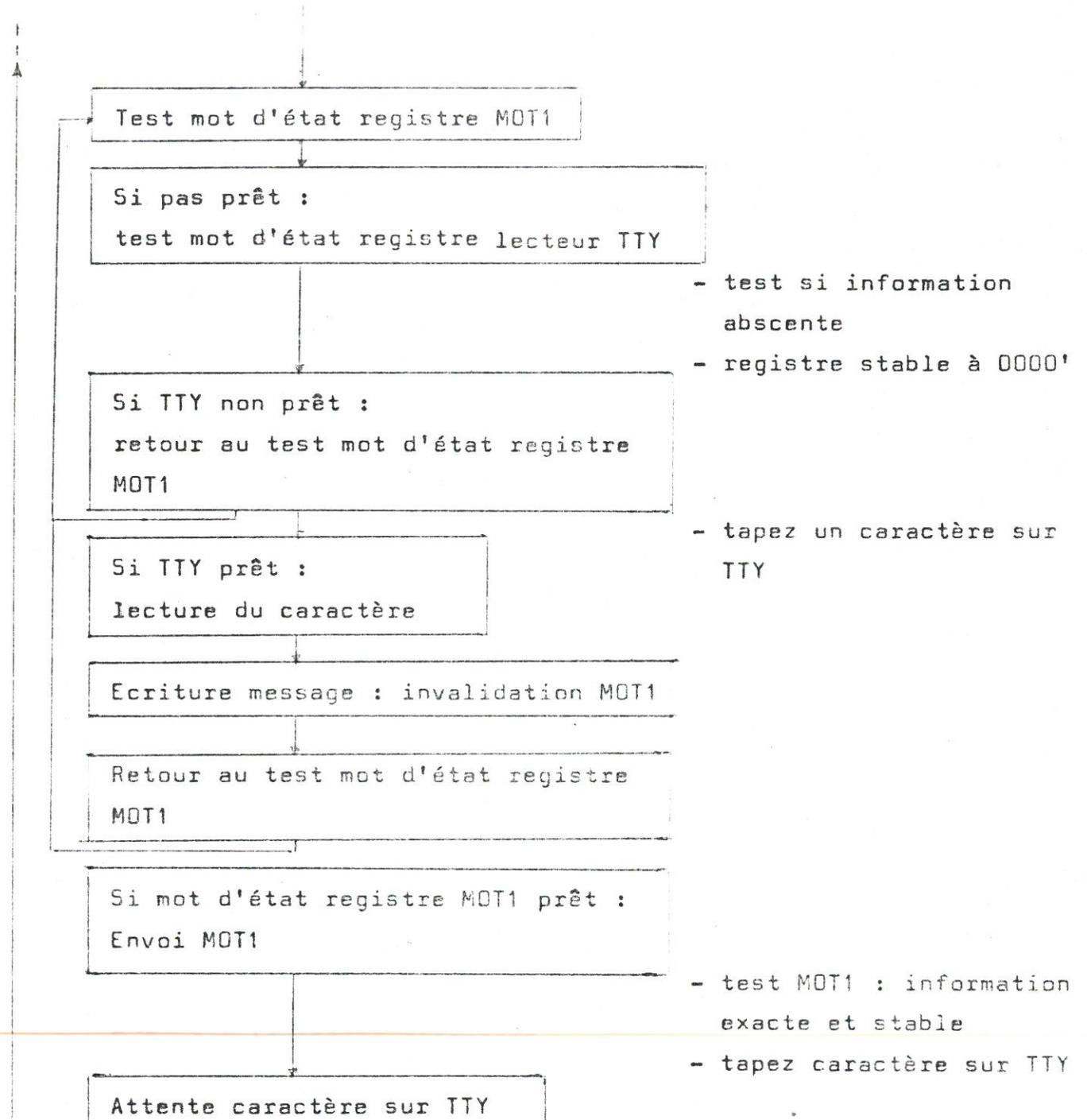
b- Tests du MOT1 :

Le coupleur GPI 32 doit présenter un mot stable MOT1, représentant un échantillon, dans un registre.

Ce registre est validé par le MOT2.

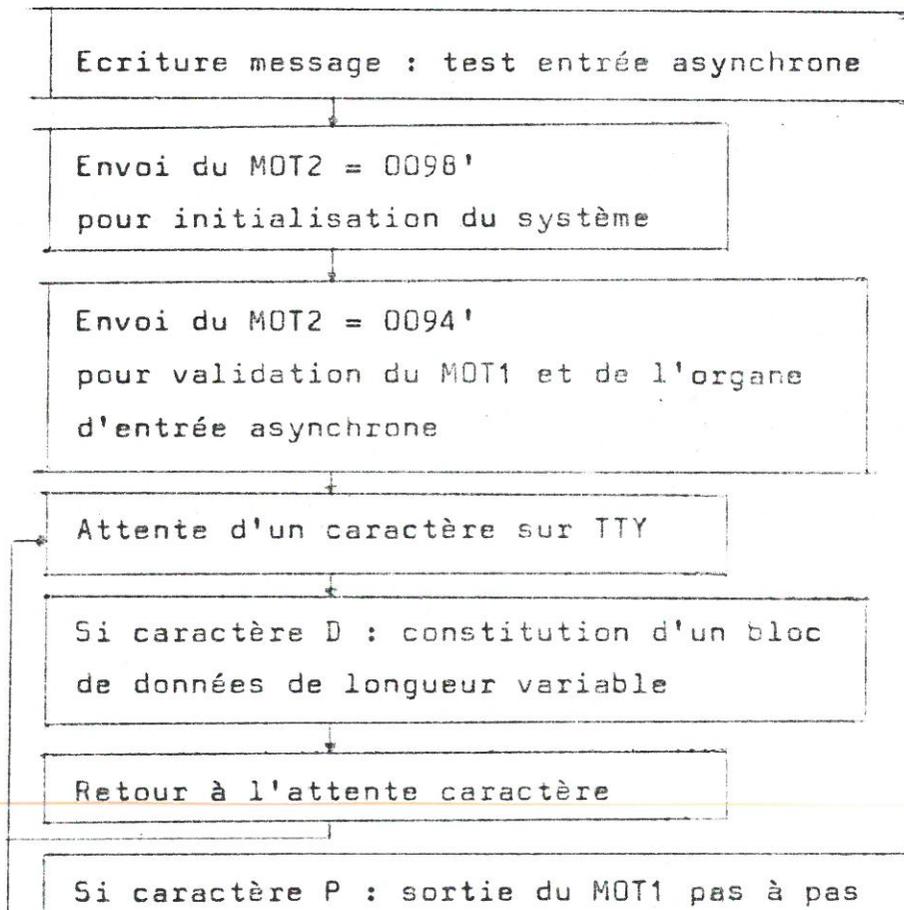
L'organigramme fonctionnel est le suivant :

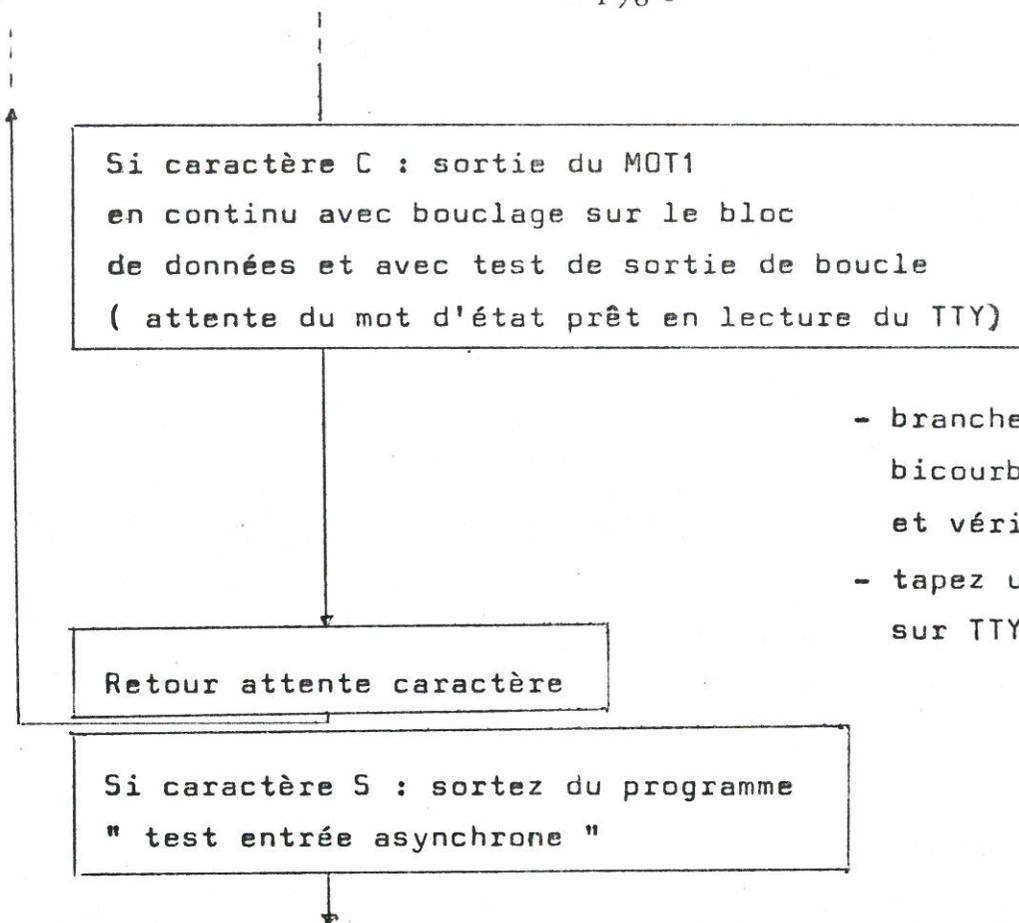




c- Test entrée asynchrone :

Cet organe de commande assure l'entrée dans la mémoire tampon des informations délivrées par le MOT1 du coupleur GPI 32. L'utilisation du MOT1 se fait en temps usuel en "Mode canal" mais des tests à vitesse lente sont nécessaire pour les organes de commande. Ils se font donc en " Mode programmé simple ". Dans ce cas l'organigramme fonctionnel est le suivant :





- branchez oscillo bicourbe sur 2 bits et vérifiez l'exactitude
- tapez un caractère sur TTY pour arrêt

La constitution du bloc de données doit pouvoir se faire de plusieurs façons :

- Entrée de la valeur d'un mot de 16 bits avec répétition du mot N fois
- Même chose que précédemment mais avec incrémentation successive à pas donné
- Génération d'un bloc sinus.

2- Test de la sortie synchrone :

L'horloge programmable n'étant pas encore livrée en Janvier 77, une horloge simple externe a servie aux premiers essais.

Le MOT2 commande la validation de l'horloge (bit 10 à 1) et celle de la sortie synchrone (bit 11 à 0), après initialisation de la commande et du registre de sortie (bit 11 à 1).

Les " premiers cris " du système de conversion ont eu lieu avec succès après quelques problèmes de faux contacts.

Un câblage différent de la sortie analogique a été nécessaire (liaison analogique éloignée des liaisons numériques), afin d'éviter une erreur systématique au niveau du zéro dans le signal de sortie.

Le système de conversion a été terminé récemment par un ingénieur du CNET-Lanion, après la livraison de l'horloge programmable.

CONCLUSION

Quand un projet commence à voir le jour, un sentiment d'apaisement empli l'esprit mais un besoin de réflexion se fait sentir et devant un champ d'expérience comme celui-ci, quelques remarques s'ébauchent, exprimées ici comme une autocritique :

- les grandes idées doivent toujours prendre appui sur les petites réalités techniques pratiques
- la lenteur apparente d'un travail donné est souvent une mauvaise estimation de sa durée d'exécution
- il ne faut pas fixer une date souhaitée mais un délai possible
- quand on compte sur les autres, il ne faut pas toujours compter le temps
- la simplicité théorique se termine souvent par une complexité pas très pratique
- capacité de travail et qualité humaine ne vont pas l'une sans l'autre
- les déceptions d'un jour ne détruisent pas l'enthousiasme des années
- se connaître, c'est un peu connaître les autres.

Déjà, le festival de BONN a montré que les spectateur sont arrivés très curieux et enthousiastes, certains même rêveurs. Mais la démonstration, peu démonstrative, a tout de même montré les difficultés de l'établissement d'un logiciel sur mini-ordinateur dans un domaine aussi complexe : prévision de toute les fausses manipulations d'un opérateur peu initié, et le temps de calcul d'une production intéressante trop long pour assurer le feedback correctif du compositeur.

Les problèmes posés, que prévoit l'Avenir ?

Un projet de Société, dite de Mécénat, est en cours de réalisation. Cette Société, la D.E.F.A.C. aura pour but de Diffuser, Enseigner, et Formaliser l'Acte Compositionnel, à l'aide des techniques modernes à des coûts réduits. Elle sera chargée de concevoir, réaliser et construire, tous les systèmes numériques ou/et analogiques pour le travail en laboratoire ou l'exécution en extérieur. Elle fera profiter les compositeurs, officiellement et officieusement, de ses moyens de création dans le domaine Artistique. Elle assurera son financement et son développement par ses propres activités commerciales.

Alors, pensons à l'Avenir !