

46/82

DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE ET D'ELECTROTECHNIQUE

FILIERE D'INGENIEUR EN

200

ELECTRONIQUE



PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET : ETUDE ET REALISATION D'UN APPAREIL DE MESURE
A MICROPROCESSEUR POUR GENERATEURS
PHOTOVOLTAÏQUES

PROPOSE PAR : M. HADDADI

SUIVI PAR : P. CHABROL

J U R Y

Président : Mr CHEKHOVTSOV
Assesseurs : - Melle KAOUA
- Mr HADDADI

REALISE PAR : RACHIDI . ASSAAD



UNIVERSITE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE D'ALGER

DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE ET D'ELECTROTECHNIQUE

FILIERE D'INGENIEUR EN

—|||ELECTRONIQUE|||—

PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET : ETUDE ET REALISATION D'UN APPAREIL DE MESURE
A MICROPROCESSEUR POUR GENERATEURS
PHOTOVOLTAÏQUES

PROPOSE PAR : M. HADDADI

SUIVI PAR : P. CHABROL

J U R Y

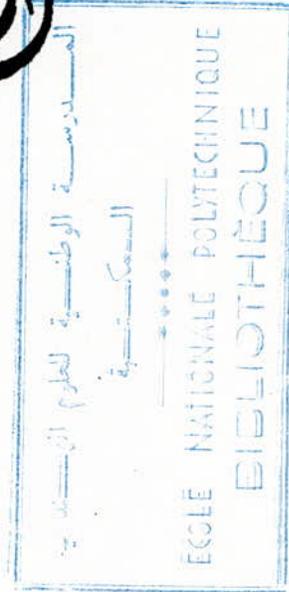
Président : Mr CHEKHOVTSOV
Assesseurs : - Melle KAOUA
- Mr HADDADI

REALISE PAR : RACHIDI . ASSAAD

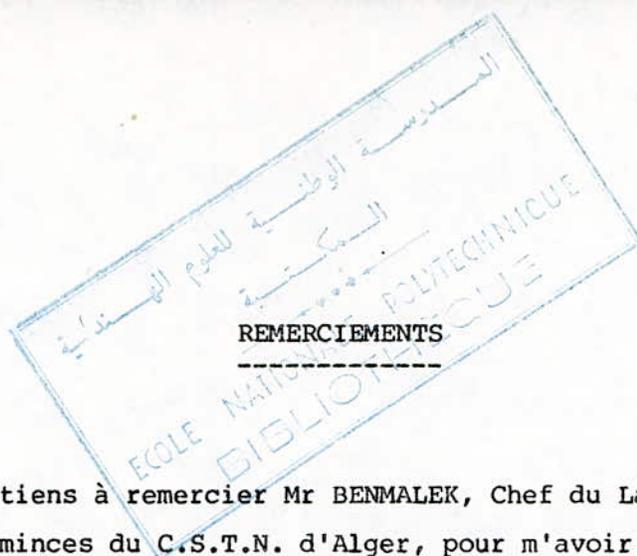
((وقل اعطوا فسيري الله عطكم ورسوله والمؤمنون))

- آية كريمة -

الإهداء



الى سعبنا المرزي الفاسطيني
رَمز النضية والفداء



REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier Mr BENMALEK, Chef du Laboratoire Cristaux et Couches minces du C.S.T.N. d'Alger, pour m'avoir accueilli dans son laboratoire, pour ses conseils et ses encouragements. Je voudrais dire aussi toute ma sympathie pour l'équipe de ce Laboratoire.

Mes remerciements vont également à !

- Mr HADDADI, Professeur à l'ENPA, chargé de recherche au CSTN pour m'avoir proposé ce sujet, ménagé ses conseils judicieux et son aide bienveillante.
- Mr Philippe CHABROL, pour m'avoir suivi dans mon travail et pour les longues heures qu'il a bien voulu consacrer à ce projet.
- Mr BELLIL, Assistant du module de contrôle industriel à l'ENPA, pour son précieux concours et ses remarques judicieuses.
- Mesdemoiselles ZIZI, BERKANI, KAOUA, Assistantes à l'ENPA, pour l'intérêt qu'elles ont porté à ce travail.
- Mr HALIMI, de la division V du C.S.T.N., pour sa serviabilité et son concours.
- Aux amis qui ont bien voulu participer si soigneusement à l'élaboration de ce Mémoire.

Ma sincère gratitude va aussi à tous ceux qui, de près ou de loin, ont participé à la réalisation de ce projet, tout spécialement pour leur aide matérielle et morale.

Ma considération respectueuse au père CLAVERIE, ainsi qu'aux permanents du Centre d'Etudes des Glycines, pour m'avoir offert de bonnes conditions de vie et de travail, et pour leurs encouragements.

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

L'énergie solaire serait une énergie nouvelle; or elle est la plus ancienne de notre monde. Elle est à l'origine de toutes les sources d'énergie dites traditionnelles : bois, tourbe, charbon, gaz naturel, pétrole, énergie du vent. On étudie aujourd'hui de nouvelles utilisations de l'énergie solaire, et on fonde de grands espoirs sur la production d'électricité par des générateurs photovoltaïques, mais ils coûtent cher pour le moment, les perspectives d'avenir de baisse de leurs prix étant cependant très favorables.

Lorsqu'on désire utiliser pratiquement des cellules solaires, il faut tenir compte des six caractéristiques indiquées ci-après :

1° - Courant de court - circuit I_{cc} . Cette grandeur est le courant débité par une cellule en court - circuit pour un éclairement fixe donné.

2° - Tension à vide V_{co} : c'est la différence de potentiel entre les bornes de la cellule, en l'absence de tout débit, pour un éclairement fixé et à une température déterminée.

... / ...

3° - Courant optimum I_M : c'est le courant débité par la cellule au point de fonctionnement optimum dans une charge R_M de valeur optimum, choisie de façon que la puissance électrique soit maximum.

4° - Tension optimum V_M : tension aux bornes de la charge R_M de valeur optimum, choisie aussi de façon que la puissance électrique soit maximum.

5° - Puissance maximum : puissance correspondant à I_M , R_M et V_M .

6° - Le rendement ρ , variant de 5 à 14% environ, est le rapport entre l'énergie lumineuse reçue et l'énergie électrique fournie.

Le premier chapitre permet de présenter les éléments du problème à traiter en rappelant les principales caractéristiques des générateurs photovoltaïques, et en analysant le rôle de l'appareil de mesure.

Le second chapitre décrit le système de mesure et de commande, utilisant le microprocesseur MEK 6802 D5.

Le 3ème chapitre étudie les différents blocs du système de mesure (ampli à gain variable convertisseur CAN et CNA l'ampli de différence, l'intégrateur signaux d'E/S etc ...)

Enfin le 4ème chapitre est consacré au programme de gestion par le microprocesseur et au mode d'emploi de l'appareil de mesure .

C H A P I T R E I

A - GENERATEURS PHOTOVOLTAIQUES

* 1 DEFINITION ET CONSTITUTION

* 2 CARACTERISTIQUES D'UN GENERATEUR PHOTOVOLTAIQUE

2 - 1 CARACTERISTIQUE COURANT - TENSION

2 - 2 CARACTERISTIQUE PUISSANCE - TENSION

2 - 3 MODIFICATION DES CARACTERISTIQUES.

* 3 OBJET DE L'ETUDE.

B - SIMULATEUR D'UN PANNEAU SOLAIRE.

A - GENERATEURS PHOTOVOLTAIQUES

1 - Définition et constitution

Les générateurs photovoltaïques sont réalisés par l'association de plusieurs modules. On désigne sous le nom de "module" une association de photopiles (cellules photovoltaïques) disposées sur une surface plane et connectées en série pour obtenir une tension normalisée sur les bornes.

Pour augmenter la puissance disponible, il est nécessaire d'associer en série et en parallèle des cellules élémentaires. Une association en série permettra une tension de fonctionnement plus élevée au niveau de la charge. Un groupement en parallèle conduira à des courants plus élevés.

Une association de cellules en série, en parallèle ou en série parallèle, permet d'obtenir la puissance :

$$P_t = n P_c$$

où P_t est la puissance totale, P_c est la puissance d'une cellule et n le nombre des cellules.

Le matériau le plus utilisé pour la fabrication des photopiles est actuellement le silicium monocristallin, mais pour des raisons de prix de revient, d'autres voies sont prospectées : silicium polycristallin ou amorphe CdS Cu_2S ...

Parallèlement à la recherche d'un moindre coût, on cherche aussi à améliorer le rendement de ces photopiles :

Ainsi des cellules solaires réalisées avec de l'arséniure de gallium atteignent un rendement supérieur à 20%.

2 - Caractéristiques d'un générateur photovoltaïques

Un générateur photovoltaïque peut être représenté par le schéma de la figure 1 :

Une source de courant ~~schuntée~~ par une diode.

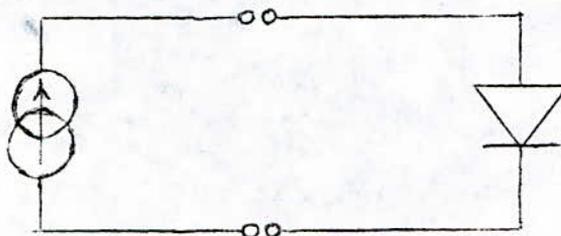


FIG 1 Schema équivalent d'un generateur photovoltaïque.

La source de courant fournit un courant I_0 proportionnel à l'éclairement E et égal à :

$$\begin{aligned} I_0 &= I_D + I_c \\ \text{d'où } I_c &= I_0 - I_D \end{aligned}$$

2-1 Caractéristique courant tension

La caractéristique courant - tension d'un générateur photovoltaïque (Fig 2) résulte donc de la superposition de deux caractéristiques /

- Celle d'un générateur de courant constant (pour un éclairement constant)
- celle d'une diode.

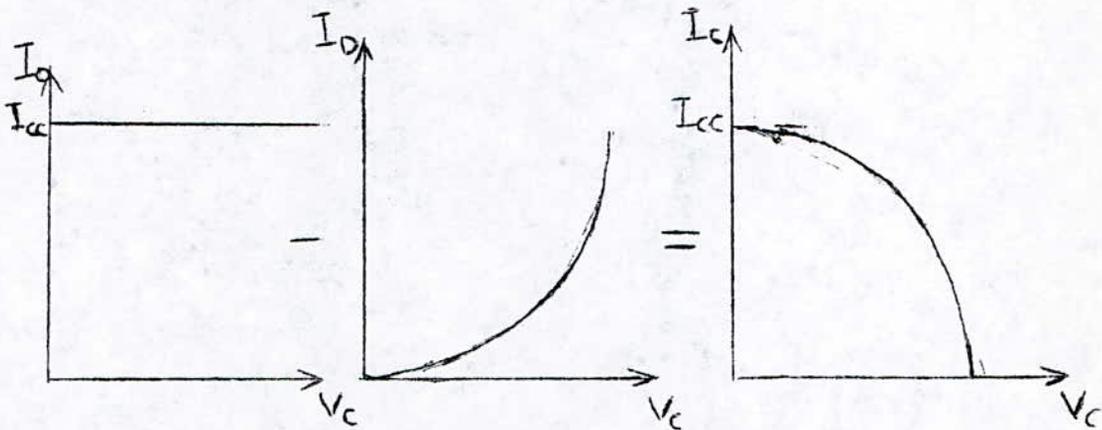


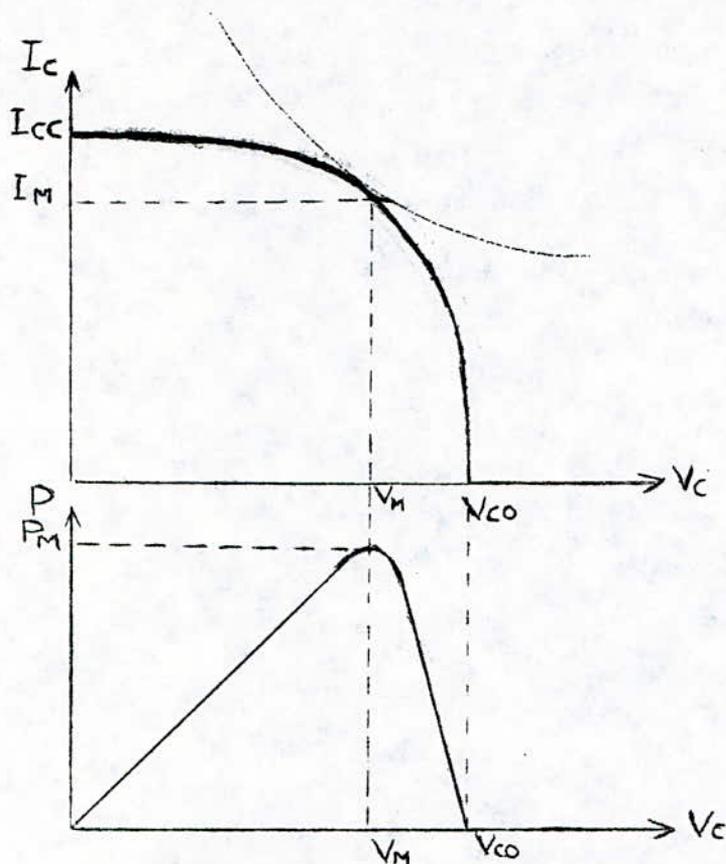
Fig 2 Caractéristique courant -tension d'un générateur P.H..

Le courant direct de la diode varie en fonction de la température selon la formule $I_D = I_S \exp\left(\frac{qV_c}{KT} - 1\right)$

2-2 Caractéristique puissance - tension

la tension photo-voltaïque délivrée par le générateur P.H. est égale à : $V_c = R_c \times I_c$.

D'autre part la puissance électrique délivrée par le générateur P.H. est égale à : $P = V_c \times I_c$



Fg 3 Caractéristique puissance-tension d'un générateur P.H.

La puissance électrique délivrée par le générateur est maximale pour un point de fonctionnement P_{pm} (point de puissance maximum) situé dans le coude de la caractéristique courant - tension .

Le point de fonctionnement du générateur est fixé par la charge R_c connectée à ses bornes.

Si on court-circuite la sortie du générateur P.H. (i.e. pour $R_c = 0$) le point de fonctionnement aura pour coordonnées :

$(I_c, V_c) = (I_{cc}, 0)$. Dans ce cas, la puissance délivrée serait égale à $P = V_c I_c = 0$. $I_{cc} \neq 0$

Pour une charge infinie (circuit ouvert à la sortie) $R_c = \infty$ le point de fonctionnement aura pour coordonnées $(I_c, V_c) = (0, V_{co})$. La puissance délivrée est aussi égale à zéro

$$P = V_c \cdot I_c = V_{co} \cdot 0 = 0$$

Comme $P = V_c \cdot I_c$, alors la puissance délivrée correspond à la surface du rectangle formé par les axes de coordonnées (I_c et V_c) et le point de fonctionnement.

La puissance électrique fournie par le générateur est maximale au point de fonctionnement PM, elle correspond au rectangle de surface maximum, correspondant à une valeur R_p de R_c (Fig 4)

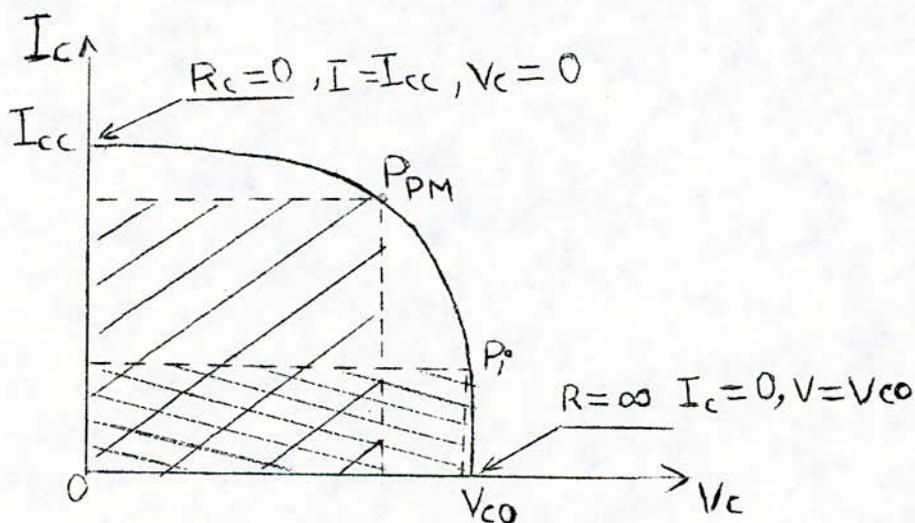
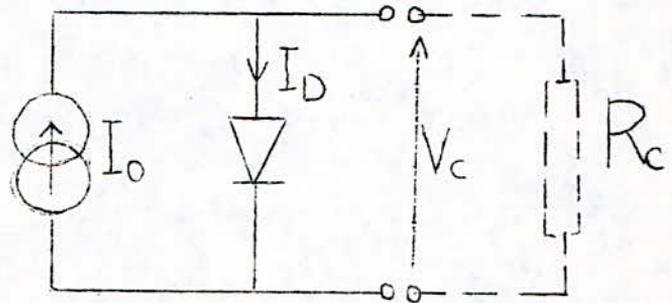


Fig 4 Représentation du point extrême de fonctionnement

2 - 3 Modification des caractéristiques d'un générateur photovoltaïque

Comme on a dit, le courant direct de la diode varie en fonction de la température selon la formule:

$$I_D = I_S \exp\left(-\frac{qV}{KT} - 1\right)$$



donc pour une charge et un éclairement invariables, la tension V_c varie en fonction de la température.

$$V_c = R_c I_c = R_c (I_0 - I_D) = R_c \left(I_0 - I_S \left(\frac{qV}{KT} - 1 \right) \right)$$

Donc les caractéristiques du générateur P. H dépendent essentiellement de deux paramètres : l'éclairement et la température (Fig 5 - a et 5 - b) .

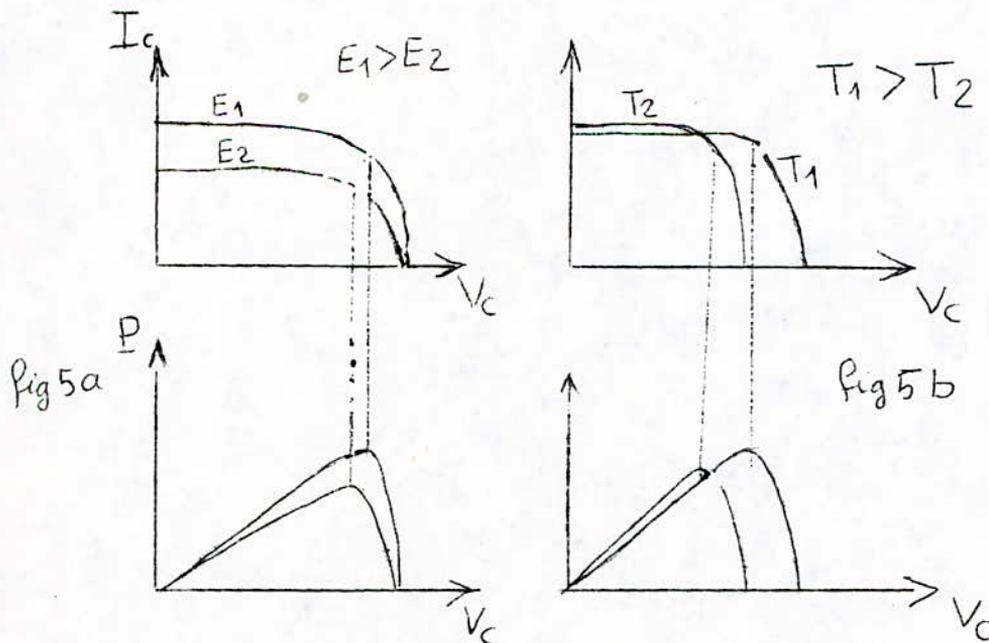


Fig 5 Modification des caractéristiques d'un générateur P.H en fonction
a - de l'éclairement.
b - de la température.

La modification des caractéristiques mène à une variation de la valeur de la puissance électrique délivrée et à une variation de la position du point de puissance max PpM.

Pour que la puissance fournie par le générateur soit toujours maximale, on règle de façon permanente la valeur de la charge en faisant appel à un système de régulation.

La position du PpM sera fixée après avoir indiqué les valeurs de V_m et de I_m , sur la caractéristique du générateur P.H., qui varient en fonction de l'éclairement, de la température et du vieillissement du générateur.

3 - Objet de l'étude

L'objet de ce travail est l'étude et la réalisation d'un système de mesure des caractéristiques d'un panneau photovoltaïque et en particulier de V_{co} , I_{cc} , V_m , I_m et de P_m .

B Simulateur d'un panneau solaire

En laboratoire, il est plus facile de travailler avec un simulateur d'un panneau solaire ; l'appareil réalisé a, pratiquement, pour caractéristiques :

- tension à vide pouvant atteindre 30V
- courant de court-circuit pouvant aller jusqu'à 2A
- valeur de I_{cc} réglable manuellement, ou de façon automatique en fonction de la luminosité reçue par la photoresistance (voire planche 1).
- valeur de V_{co} réglable manuellement.

Le système est simple, il s'agit d'un générateur de courant qui débite dans la base d'un transistor de puissance.

Le courant émetteur diminue si on fait augmenter la charge. En court - circuit il est égal à I_{cc} .

Le potentiel de l'émetteur varie dans le même sens avec les variations de la valeur de la charge (pour I_{cc} et V_{cc} fixées). Pour une charge très élevée, le potentiel de l'émetteur serait égal à V_{cc} .

Nous obtenons ainsi les caractéristiques statiques dans le plan (I,V) (... fig 6) similaires à celles d'un générateur photovoltaïque.

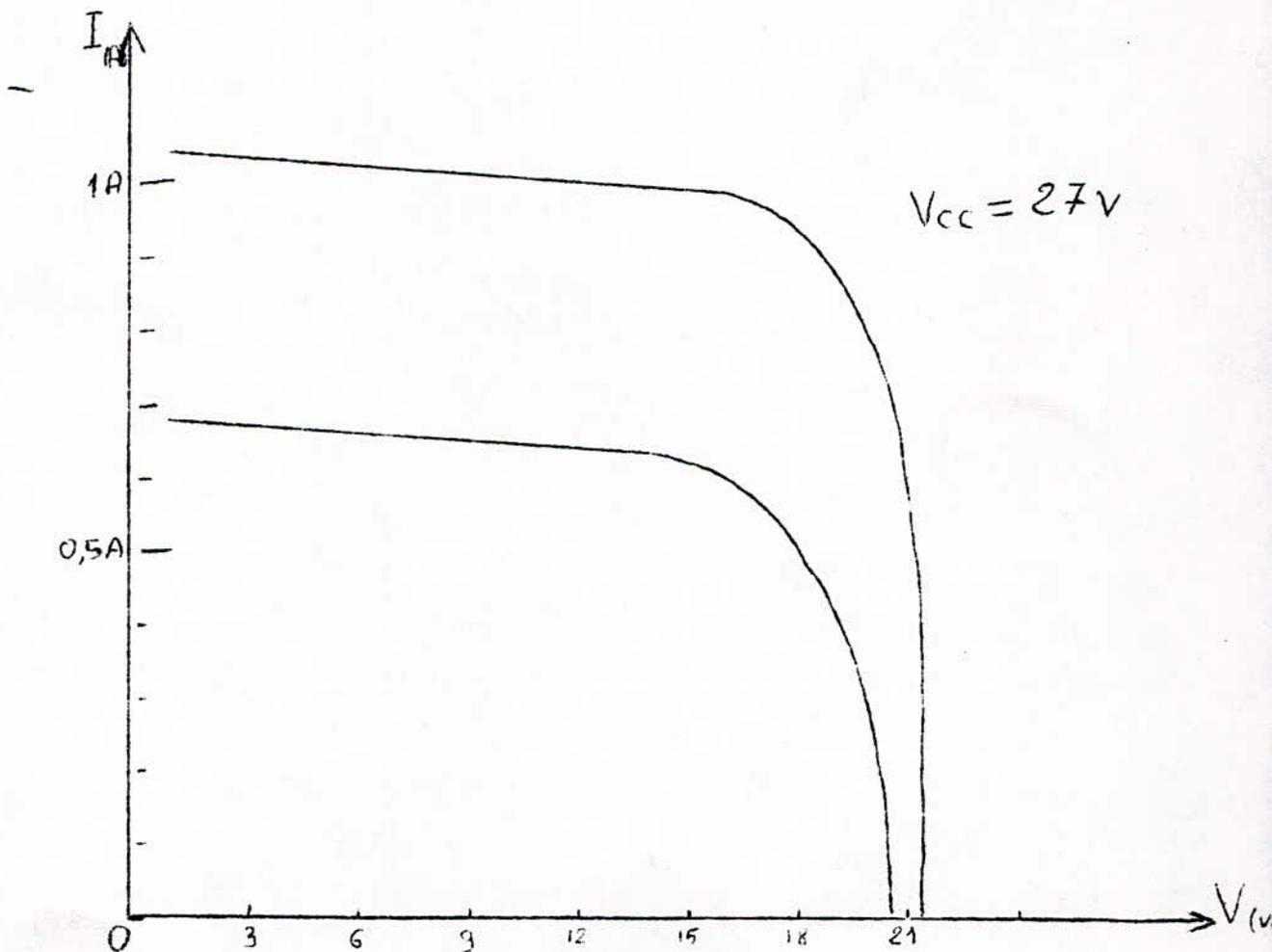


Fig 6 - COURBE CARACTERISTIQUE DU SIMULATEUR DE P.S.

- 5 - MISE EN OEUVRE
- 4 - BLOC DE MESURE
- 3 - BLOC DE COMMANDE
- 2 - ETUDE DU SCHUNT
- 1 - ELEMENTS DU SYSTEME

ETUDE GENERALE DU SYSTEME

C H A P I T R E II

CHAPITRE II

ETUDE GENERALE DU SYSTEME

1 - Elements du système

Le système est formé de deux parties :

- Asservissement du point de fonctionnement
- Mesure des caractéristiques du point de fonctionnement.

La partie asservissement est constituée par le schunt et le bloc de commande.

Le générateur panneau solaire débite dans le schunt. La valeur ohmique du schunt est commandée par une tension de commande notée V_{sh} délivrée par un bloc de commande.

Le bloc de commande reçoit une tension de consigne V_c imposée par le microprocesseur, il fonctionne en boucle fermée et délivre à sa sortie la tension V_{sh} qui dépend de V_c .

Le courant I passe par une résistance de faible valeur dans le but de le lire sous forme de tension .
La tension et le courant du panneau solaire sont lus par le MPU au moyen d'un convertisseur analogique numérique.

2 - Etude du Schunt

Lorsque le générateur panneau solaire débite dans une charge variable, entre zéro et l'infini, son point de fonctionnement passe par tous les points de la caractéristique :

I_{cc} , le courant de court-circuit

V_M et I_M correspondant au PPM

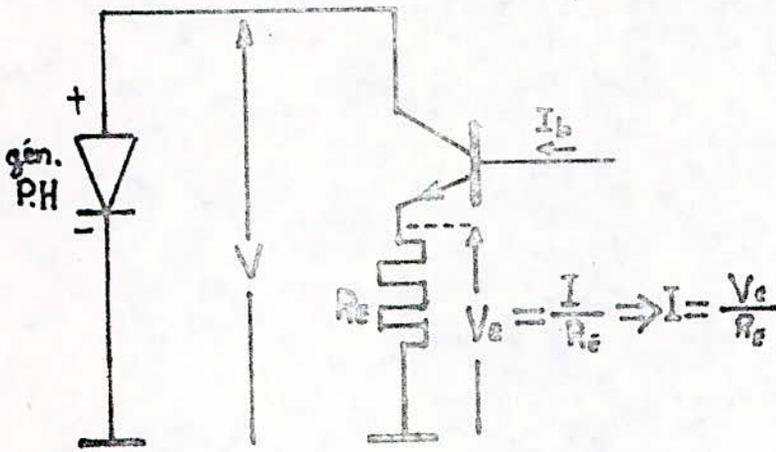
V_{CO} , la tension en circuit ouvert.

Pour avoir cette charge variable, on a choisi un dispositif constitué d'un transistor de puissance monté sur un radiateur, capable de dissiper P_{max} , et présentant une résistance R_s variable selon le courant qui traverse sa base (Fig 1).

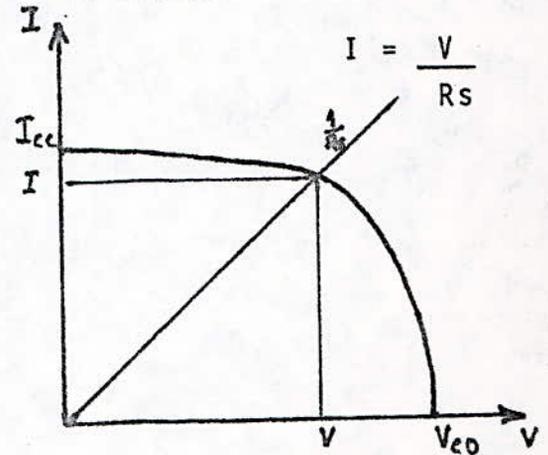
Le point de fonctionnement est à l'intersection de $I = F(v)$ et de la droite.

$$I = \frac{V}{R_s} = \frac{V}{KI_B} \quad (\text{fig 2}).$$

(fig 1) Le Schunt variable



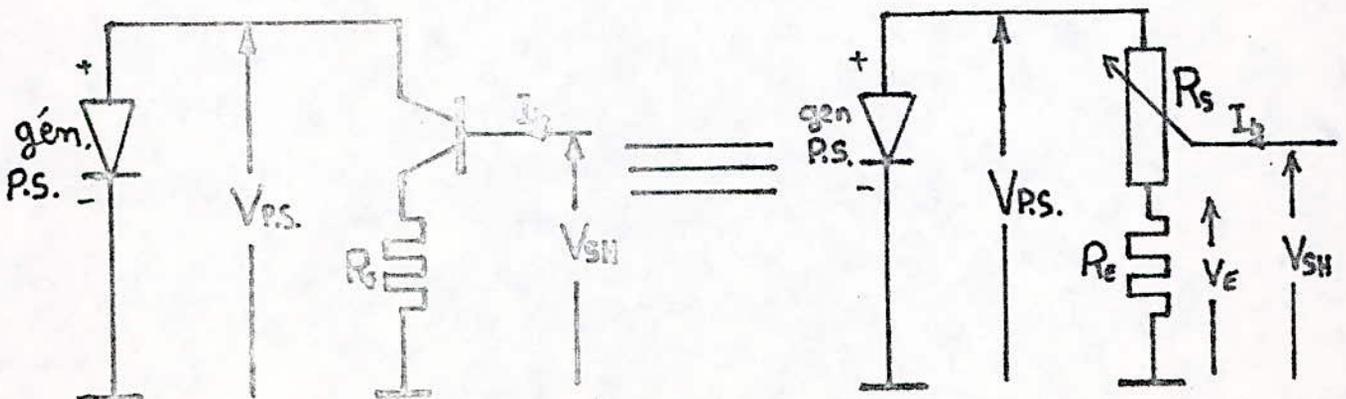
(fig 2) Representation du point de fonctionnement correspondant à la valeur du schunt



La mesure de la tension du point de fonctionnement se fait entre la sortie du generateur panneau solaire et la masse.

Le courant du point de fonctionnement est le courant qui traverse R_s (Fig 3) il est égal à $\frac{V_E}{R_E}$. R_E est une resistance de faible valeur ($0,43 \Omega$).

(Fig 3)



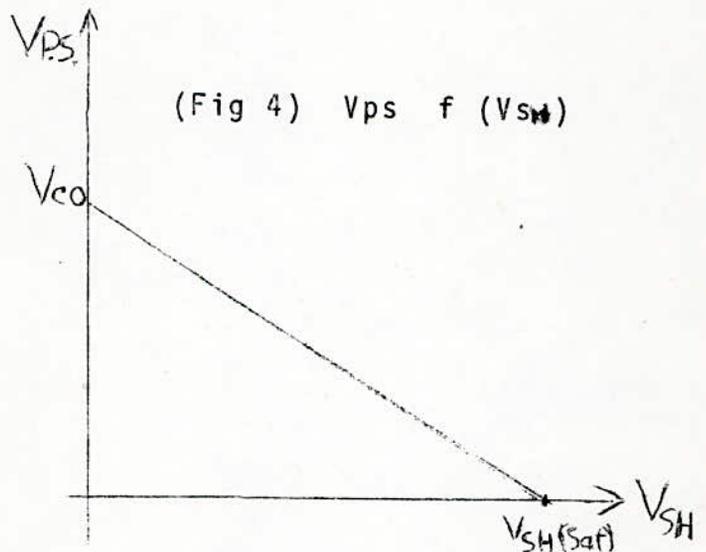
Conclusion

Pour une valeur imposée de V_{SH} on fixe le point de fonctionnement V_{PS} , ce qui nous permet par le moyen de ce schunt de choisir le point de fonctionnement désiré en fonction de V_{SH} .

3- Bloc de commande

V_{SH} étant la tension de commande du schunt, V_{PS} la tension délivrée par le panneau solaire aux bornes du schunt (Fig). Si la tension V_{SH} augmente, alors I_b augmente ce qui fait augmenter I_c (la valeur ohmique du schunt diminue) I_c étant le courant délivré par le panneau solaire alors V_{PS} diminue.

V_{PS} varie donc en fonction de V_{SH} suivant l'allure de la courbe (Fig 4)



$$V_{ps} = V_{co} - K V_{sH}$$

La tension délivrée par le panneau solaire sera imposée par une tension de consigne V_c (fournie) par un convertisseur numérique analogique et un gain variable G_n , suivant le système bouclé ci dessous :

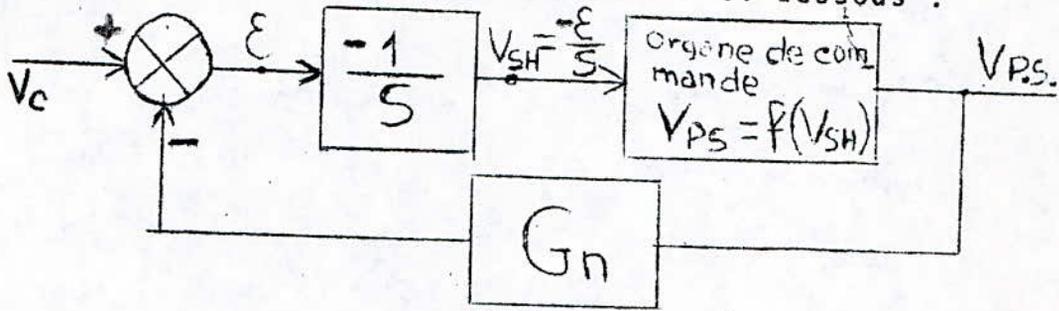


Fig (5) structure de l'asservissement du point de fonctionnement

$$V_{ps} = V_{co} - K V_{sH}$$

$$V_{ps} = V_{co} + K \frac{\epsilon}{s}$$

$$V_{ps} = V_{co} + K \frac{1}{s} (V_c - G_n V_{ps})$$

$$V_{ps} \left(1 + \frac{K}{s} G_n \right) = V_{co} + \frac{K}{s} V_c$$

$$V_{ps} = \frac{K}{K G_n + s} V_c + \frac{s}{K G_n + s} V_{co}$$

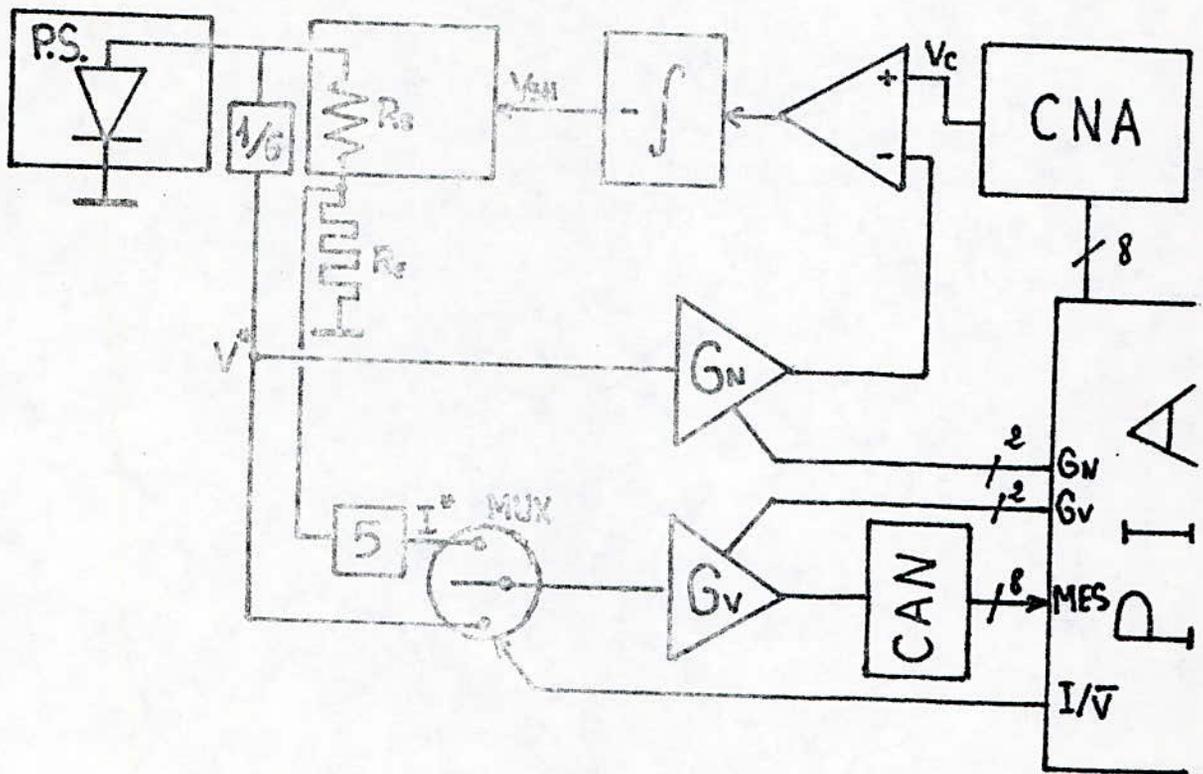
Lorsque le temps tend vers l'infini

i.e $s \rightarrow 0$

$$\Rightarrow V_{ps} = \frac{V_c}{G_n}$$

On note par V^* une valeur proportionnelle à la tension délivrée par le panneau solaire.

V^* passe par l'ampli variable dont le gain est commandé par le MPU.



(Fig6) Asservissement et mesure du point de fonctionnement.

L'ampli de difference aura à ses entrées :

V_c à son entrée (+)

$G_n \cdot V_{ps}$ à son entrée (-)

A sa sortie, il aura $\mathcal{E} = V_c - G_n V_{ps}$ qui represente l'écart entre la tension de consigne et la tension de fonctionnement.

Cet écart de tension sera intégré, à la sortie de l'intégrateur on aura :

$$V_{sh} = -\int \mathcal{E} dt = -\mathcal{E} \cdot t + \mathcal{E}_0$$

Si le schunt a une valeur ohmique très élevée et qu'on impose une valeur V_c , il y aura création d'une valeur V_{sh} correspondante à la valeur imposée de V_c .

V_{sh} va modifier la valeur du schunt ce qui fait que la tension délivrée par le panneau solaire sera modifiée dans le sens où l'écart \mathcal{E} diminue.

Le processus continue jusqu'à ce que \mathcal{E} devienne nulle i.e. $V_c = V_{ps} G_n$ (pour $t \rightarrow \infty$).

Dans le cas où les perturbations extérieures (variation de luminosité, de température etc...) modifient la valeur de V_{ps} , l'écart ne serait plus nul, alors le processus d'asservissement se refait jusqu'à ce que V_{ps} revienne à la valeur correspondante à la tension de consigne imposée et \mathcal{E} s'annule.

La tension de consigne V_c imposée numériquement par le microprocesseur, passe par un CNA qui la convertit en grandeur analogique.

La valeur maximale de la tension de consigne est de 5,94 V (Voir le calcul dans le Chapitre III, partie CNA), elle correspond à une valeur FF (en hexadécimal) à son entrée.

Le pas le plus faible que peut avoir V_c est égal à la tension de l'échelon correspondant au bit du poids le plus faible (LSB) et égale à :

$$e = \frac{U_{ref}}{2^n} = \frac{5,94}{256} = 23,2 \text{ mV}$$

Pour un panneau solaire, dont la tension à vide peut aller jusqu'à 30V, le plus petit pas de variation de tension de fonctionnement serait :

$$e_{ps}(\text{min}) = \frac{30 \cdot \frac{5,94}{246}}{5,94} = 117 \text{ mV}$$

4 - Bloc de mesure

Comme on l'a vu les valeurs de I et de V sont lues par le microprocesseur au moyen d'un convertisseur analogique numérique.

L'échelle de mesure est ajustée au préalable en injectant la tension à mesurer (representant I ou V) dans un amplificateur à gain variable.

Le choix de I ou V, s'effectue par un multiplexeur analogique (Fig 6).

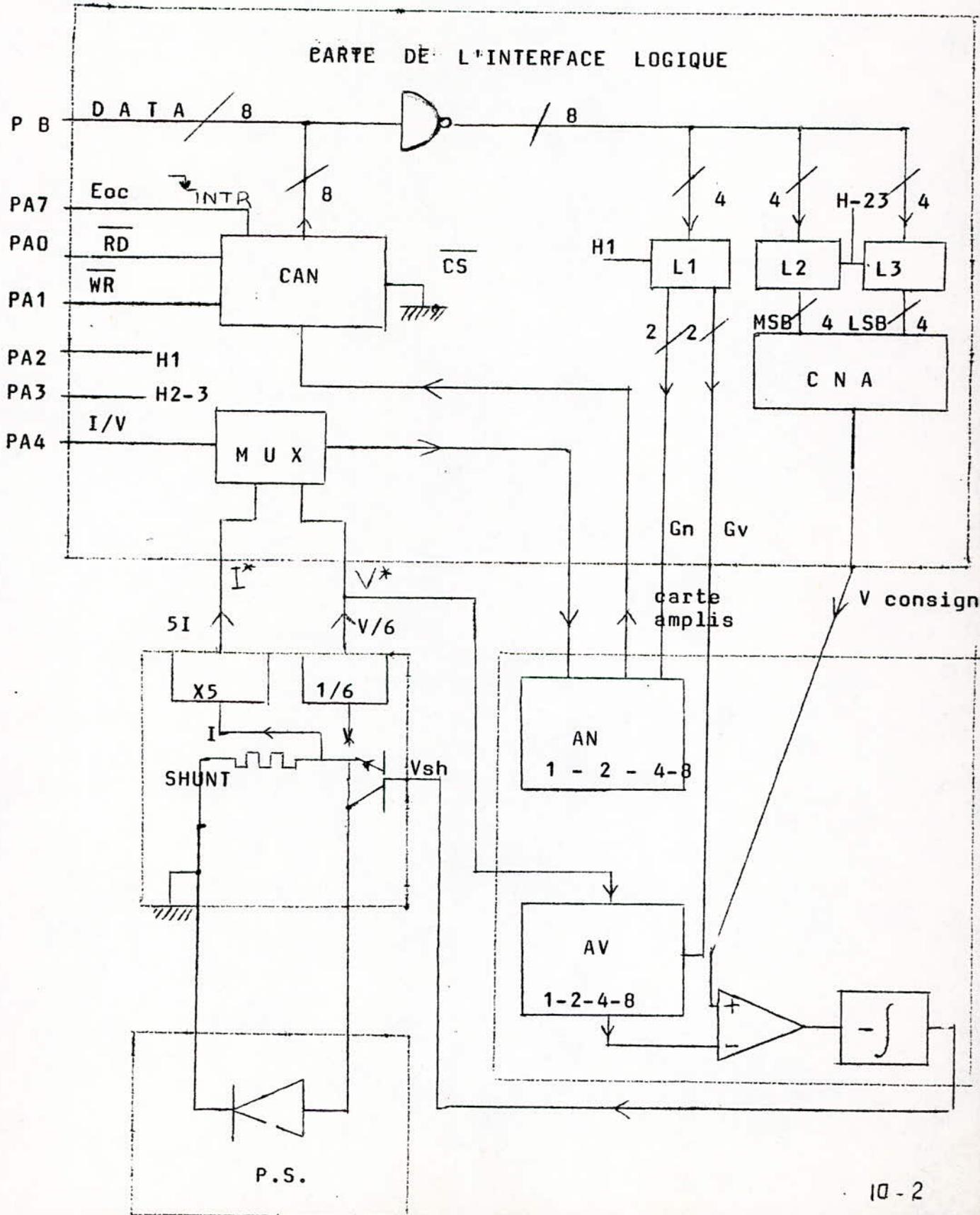
La commande du CAN (lancement de conversion et validation des amplis de sortie) du gain de l'ampli de mesure et du multiplexeur est réalisée par l'intermédiaire du port A du PIA utilisateur.

5 - Mise en oeuvre

Pour mesurer les paramètres d'un point de fonctionnement imposé, le microprocesseur sélectionne V, il fixe le gain des amplis, il lance l'opération de conversion et stocke la grandeur de mesure et de gain dans des mémoires.

Puis il sélectionne I et effectue les mêmes opérations. Il exécute ensuite le calcul de $P = V \cdot I$ et stocke le résultat dans d'autres positions mémoire.

ORGANISATION DU SYSTEME DE MESURE



C H A P I T R E _ I I I

A - ETUDE DE LA CARTE D'INTERFACE

- 1 - CONVERSION ANALOGIQUE NUMERIQUE
- 2 - CONVERSION NUMERIQUE ANALOGIQUE
- 3 - LES LATCHES ET PORTES NAND
- 4 - LE MULTIPLEXEUR

B - ETUDE DE LA CARTE ANALOGIQUE

- 1 - L'AMPLI DE MESURE A GAIN VARIABLE
- 2 - L'AMPLI D'ASSERVISSEMENT A GAIN VARIABLE
- 3 - L'AMPLI DE DIFFERENCE ET L'INTEGRATEUR

C - ETUDE DE LA CARTE "SCHUNT".

CHAPITRE III

A - Etude de la carte d'interface

1 - Conversion analogique numérique

Le convertisseur analogique numérique utilisé est le ADC 0804, il était convenable pour notre système pour sa vitesse de conversion, sa souplesse, sa facilité de programmation et son faible prix de revient. Ses caractéristiques sont :

- Une tension de référence de +5V
- Un temps d'accès de 135 ns
- Un temps minimum de conversion de 135 μ s
- Pour une bonne stabilité de tension de référence,

l'erreur commise sur la conversion est égale à :

$$\epsilon_c \leq \frac{1}{2} \frac{U_{ref}}{2^n} \Rightarrow \epsilon_c \leq 9,76 \text{ mV}$$

La conversion est effectuée sous le contrôle du microprocesseur (sous-routine CONV).

Le lancement s'effectue en envoyant une impulsion sur \overline{WR} :

1 - 0 - 1

La conversion démarre quand \overline{WR} repasse à "1".

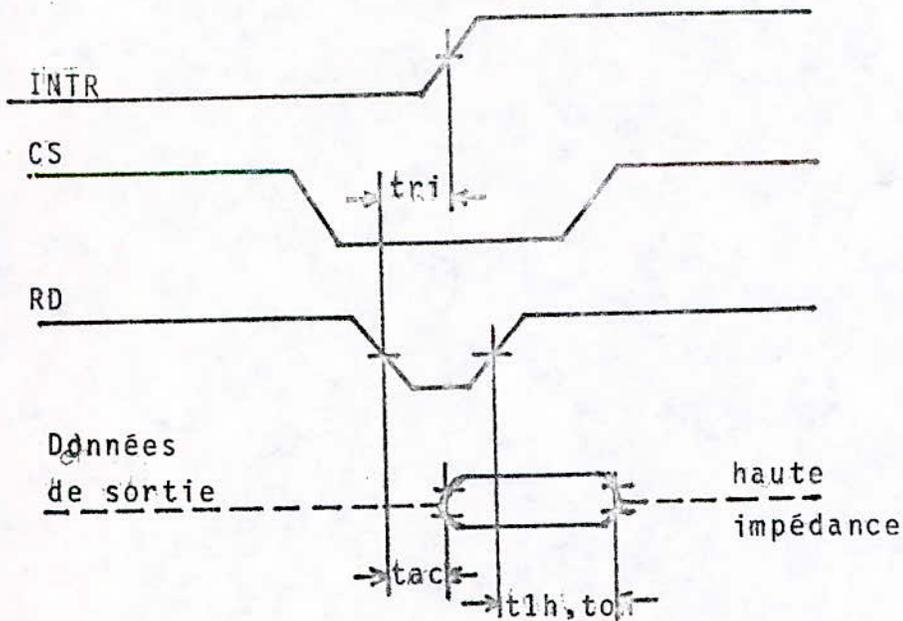
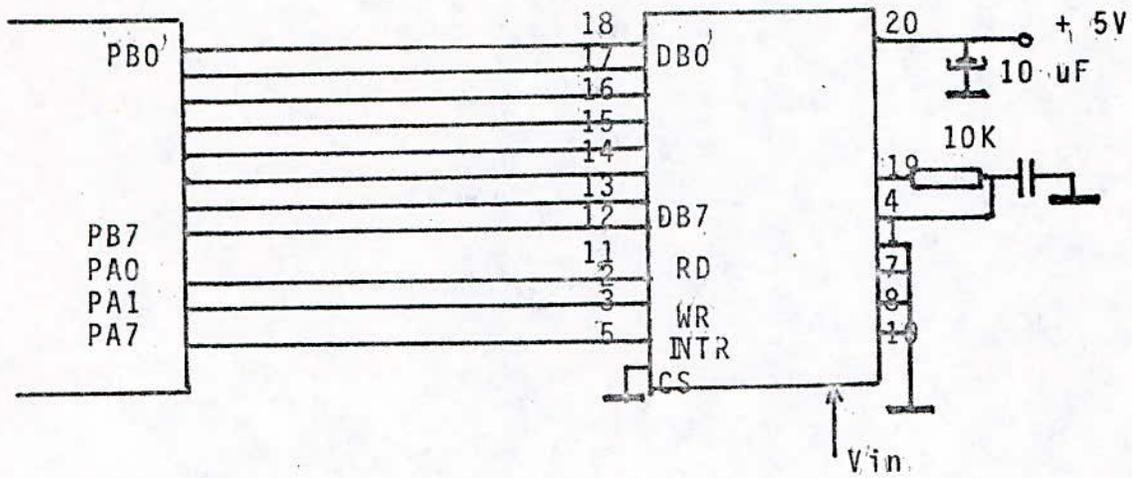
Pendant la conversion le signal \overline{INTR} (connecté à PA 7) est maintenu à "1". La fin de conversion est détectée par le programme lorsque PA 7 passe à "0".

Le MPU valide alors les amplificateurs de sortie du CAN après avoir programmé le port B du PIA en entrée. Il lit le résultat de la conversion sur le port B et stocke le résultat en mémoire.

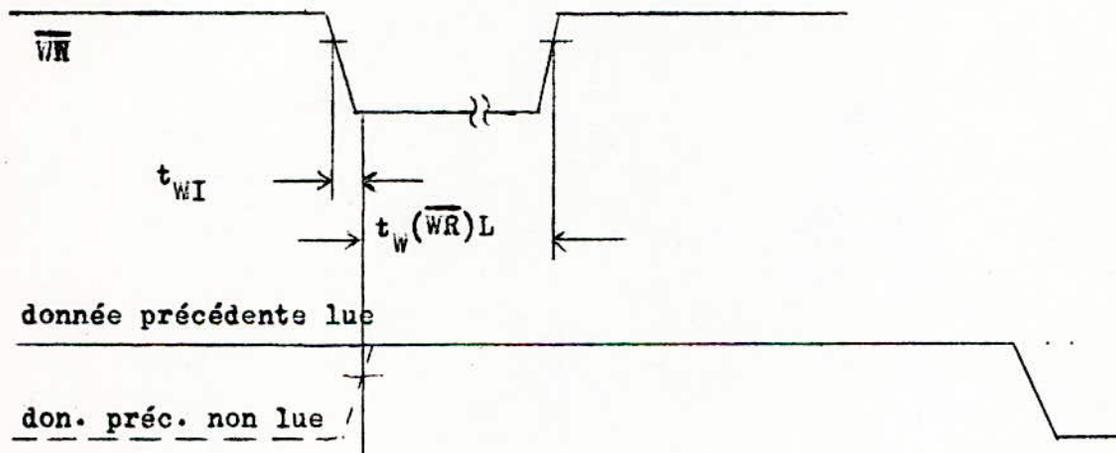
Séquence de conversion analogique numérique

- PRB en entrée,
- Impulsion sur \overline{WR} 1 - 0 - 1,
- Attente de la fin de conversion
- validation du CAN
- Lecture et stockage du résultat.
- Devalidation du CAN
- PRB en sortie.

SCHEMA DE MONTAGE DU CAN :



Signaux de fonctionnement du convertisseur donnés par le constructeur.



LANCEMENT DE LA CONVERSION

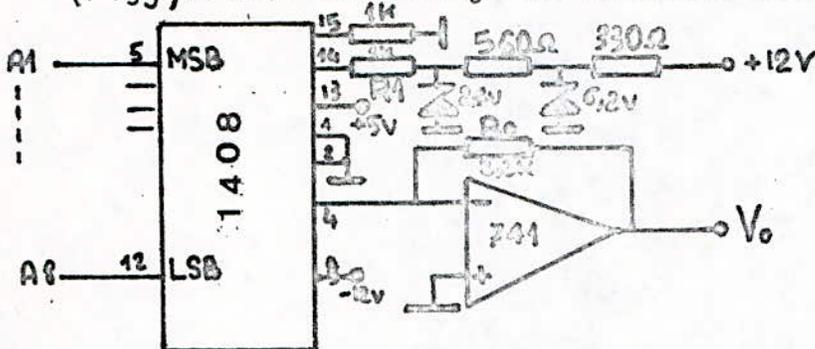
A - 2 Conversion numérique analogique

Le DAC 1408 est un convertisseur digital - analogique de 8 bits, sa sortie (en courant) attaque un amplificateur operationnel utilisé en convertisseur courant tension.

La tension de sortie est alors :

$$V_s = - I \times R_o$$

(Fig3) Schéma de montage de la conversion en tension



La tension max de sortie V_o depend des valeurs de R_o , R_f et de V_{ref} .

$$V_o = \frac{2.7V}{1K\Omega} \cdot 2.2K\Omega \cdot \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} + \frac{1}{32} + \frac{1}{64} + \frac{1}{128} + \frac{1}{256} \right)$$

$$= 5,94 \cdot \frac{255}{256} = 5,917 V$$

Pour une tension de référence stable et pour une bonne stabilité de R_o et de R_f , l'erreur de conversion serait de :

$$\epsilon_c \leq \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2^8} = 9,76 \text{ mV}$$

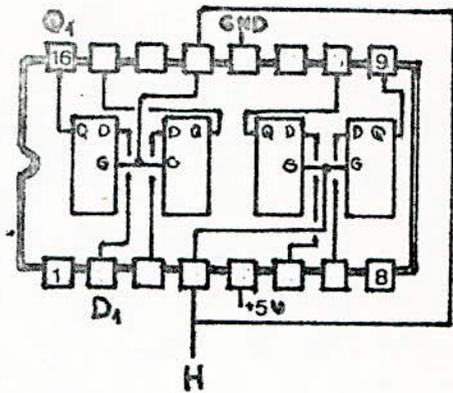
Les deux diodes zeners utilisées assurent une assez bonne stabilité de la tension de référence.

A - 3 LES LATCHS ET PORTES NAND

Table de vérité des latches

ENTREES		SORTIES	
D_i	H	Q_i	\bar{Q}_i
0	1	0	1
1	1	1	0
X	0	Q_{i0}	\bar{Q}_{i0}

Schema de brochage des taches



Pour n'utiliser qu'un seul PIA, on était contraint d'affecter le port B (des données) à la fois au CAN (8 bits en entrée) et aux circuits de commande des gains des amplis (4 bits en sortie) et aux données numériques du CNA (8 bits en sortie).

Ces 12 bits, (programmés en sortie) seront donc chargés en plusieurs étapes dans des latches dont les signaux de commande viennent du port A.

H1 (connecté à PA2) commande le latch des données des gains des amplificateurs (CS1 à CS4).

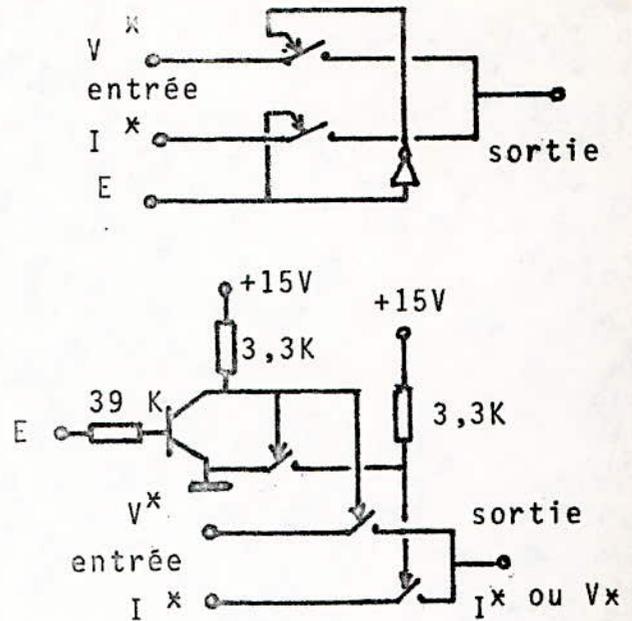
H2-3 (connecté à PA3) commande les latches dans lesquelles sont stockées les données numériques du CNA.

Les portes NAND sont utilisées comme buffers pour ne pas surcharger le PIA.

A - 4 Le multiplexeur analogique

C'est un circuit qui a 2 entrées (I^* et V^*) et une sortie, il sélectionne à la sortie une de ses 2 entrées suivant la valeur logique de l'adresse E.

La réalisation du multiplexeur se fait au moyen d'un circuit intégré 4066. C'est un CMOS contenant quatre relais électronique dont on utilise trois.



(Fig) Schéma électrique

Un interrupteur ouvert présente une résistance très élevée.

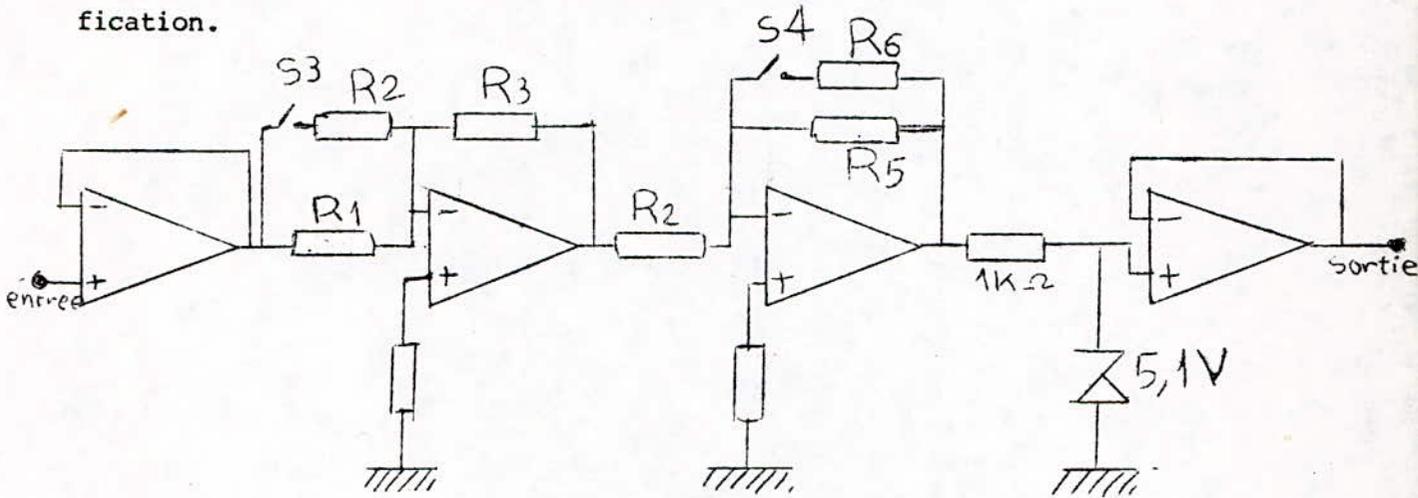
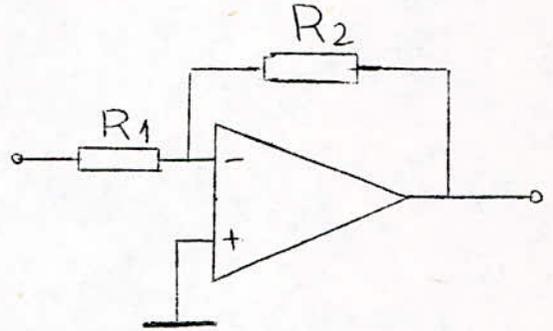
Un interrupteur fermé présente une résistance de 80 ohms environ.

On alimente le circuit avec + 15 volts pour avoir une résistance minimum quand un interrupteur est fermé.

L'ampli de mesure à gain variable

Le principe de variation de gain d'un amplificateur formé par un ampli opérationnel est basé sur la variation du rapport R_2 / R_1 du circuit (fig.)

Le montage de l'ampli de mesure est représenté (fig.). D'après la position des deux interrupteurs S3 et S4 on peut avoir quatre valeurs différentes d'amplification.



$$R_1 = R_2 = R_3 = 10K; \quad R_4 = 47K; \quad R_5 = 220K; \quad R_6 = 68K$$

Le choix ci-dessus des valeurs des résistances nous permet d'avoir des gains différents égaux approximativement à 1; 2; 4; et 8. Réellement ces gains sont égaux à 1,05 2,10 4,68 et 9,36

Tableau de variation approximatif du gain par rapport à la position des interrupteurs :

G tot= G1G2

S3 4	G1	G2	Gtot
0 1	1	1	1
1 1	2	1	2
0 0	1	4	4
1 0	2	4	8

Les interrupteurs S3 et S4 sont formés par des relais électroniques (le C MOS 40 66) et commandés respectivement par CS3 et CS4 .

A l'état fermé, les interrupteurs possèdent une résistance de 80Ω environ, qui est une valeur négligeable devant celle des résistances connectées en série, la présence des transistors (BC 237) permet d'attaquer les relais par une tension de + 15 V , ce qui diminue la valeur ohmique des interrupteurs.

A l'état ouvert les interrupteurs possèdent une résistance élevée de 10 à 100 Giga ohms.

Les temps d'ouverture et de fermeture (quelques centaines de nano secondes) sont totalement négligeables devant les temps de mesure.

La diode zener de 5,1 V protège le convertisseur CAN.

Le premier ampli suiveur permet d'avoir une forte impédance d'entrée de l'ampli de mesure .

Le second ampli suiveur permet :

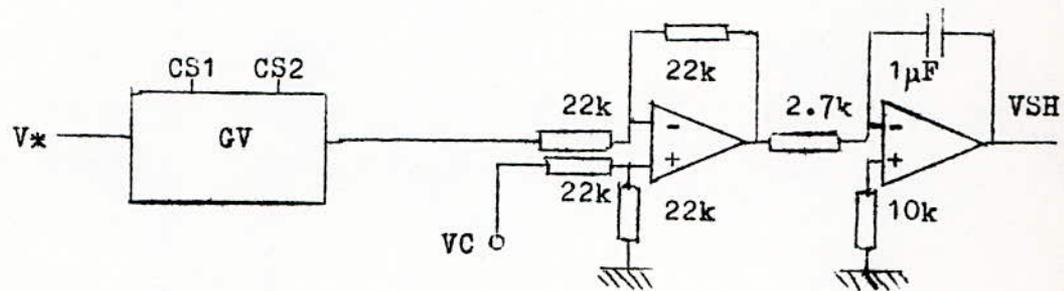
- de diminuer l'impédance de sortie de l'ampli de mesure.
- de faire suivre la résistance de polarisation de la zèner par une impédance élevée (pas de chute de tension dans la résistance).

2- La chaîne d'asservissement de la tension du panneau

La tension VPS prélevée sur le panneau est envoyée sur un atténuateur donnant $V^* = 5 \text{ V}$ pour la valeur maximale de VPS.

V^* passe ensuite par un ampli à gain programmable GV (interrupteurs S1 et S2) identique à l'ampli de mesure.

Le signal VSH de commande du shunt est obtenu en intégrant la différence $GV \times V^* - VC$, où VC est la tension de consigne venant du CNA .



C- ETUDE DE LA CARTE SHUNT

Le signal VSH délivré par l'intégrateur ayant une faible puissance, passe par deux étages d'amplification de courant permettant d'attaquer la base du transistor de puissance 2N3055.

Le premier étage est un préampli formé de 2 transistors complémentaires en classe B (2N1711 et 2N2905)

Le deuxième étage fonctionne suivant le même principe mais délivre un courant plus important.

Si $VSH > 0$ le 2N1711 conduit et débloque le BD433 alors que le 2905 et le 434 sont bloqués. On injecte donc un courant dans la base du transistor shunt (2N3055) ce qui permet de faire circuler un courant dans le panneau.

Si $VSH < 0$ le 2905 conduit ainsi que le 434. Le transistor shunt est donc bloqué et le courant débité par le panneau est nul.

Les informations I et V sont prélevées au niveau de la carte shunt:

V^* est mesurée au milieu du pont atténuateur

$$V^* = \frac{3.3}{22 + 3.3} V = V / 7.67$$

I est mesurée aux bornes de la résistance de 0.43Ω située dans l'émetteur du transistor shunt puis amplifiée par un ampli non inverseur de gain $220k / 39k = 5.64$

$$I^* (\text{Volts}) = 5.64 \times 0.43 \times I (\text{Ampères})$$

$$I^* (V) = 2.43 I (A)$$

Chapitre IV

SYSTEME DE MESURE

ETUDE DU LOGICIEL

1 - Généralités

2 - Le Moniteur utilisateur

Affichage

Clavier

Gestion du système

Organigramme du moniteur.

3 - Le système de mesure

3.0 Présentation - Affectation des lignes du PIA

3.1 Imposition du point de fonctionnement

- Amplis

- Tension de commande.

3.2 Mesure d'un point de fonctionnement.

3.2.1 Mesure d'un paramètre.

3.2.2 Calcul d'un paramètre.

3.2.3 Calcul de la puissance.

3.3 Mesure des 5 paramètres

3.3.1 Mesure de VCO

3.3.2 Mesure de ICC

3.3.3 Mesure de Popt - Vopt - Iopt

4 - Liste des sous programmes

- 5 - Tables des messages
- 6 - Liste des variables
- 7 - Mode d'emploi
- 8 - Conclusion

1 - Généralités

Le système est organisé autour du Kit 6802 DS auquel sont connectées les 3 cartes d'interface (schunt réglable, amplificateurs programmables et interfaces analogique - numérique, numérique analogique).

Les interfaces sont sous contrôle du microprocesseur par l'intermédiaire du PiA utilisateur (E4 80).

Le programme qui a été développé permet de mesurer les cinq caractéristiques d'un panneau à un moment donné et de présenter les résultats désirés par l'opérateur sur les afficheurs du kit en unités électriques.

2 - Le moniteur utilisateur

Il se substitue un moniteur système lors de l'initialisation de l'appareil de mesure.

Il prend en charge la gestion du clavier (détection et décodage des touches enfoncées) et de l'affichage en utilisant des sous programmes du moniteur système accessibles en mémoire morte . Pour faciliter la mise au point, le système de mesure a été divisé en de nombreux sous programmes écrits et testés individuellement.

Le moniteur utilisateur est le lien entre tous ces sous programmes.

l'affichage peut se présenter sous trois formes :

- éteint : Le système effectue la mesure des paramètres électriques et n'assure plus le rafraichissement des afficheurs.
- numérique : le moniteur utilisateur présente sous forme décimale, une des 5 variables choisie par l'opérateur.
- alphanumérique : le moniteur affiche un message pouvant être le message initial (Mon PS), un message d'erreur ou le nom de la variable sélectionnée.

Les touches du clavier sont affectées de la façon suivantes :

- 0 : lancement d'une mesure des 5 paramètres V_{co} , I_{cc} , V_{opt} , I_{opt} , P_{opt} .
- 1 : sélection de V_{co}
- 2 : " " I_{cc}
- 3 : " " V_{opt}
- 4 : " " I_{opt}
- 5 : " " P_{opt}
- 6 : Passage de l'affichage numérique à l'affichage alphanumérique et réciproquement.

Toute autre touche est ignorée par le moniteur.

Après une mesure, chacune des 5 variables est stockée en mémoire vive sous forme binaire sur 2 octets.

Quand l'opérateur désigne une variable au clavier, deux cas peuvent se présenter :

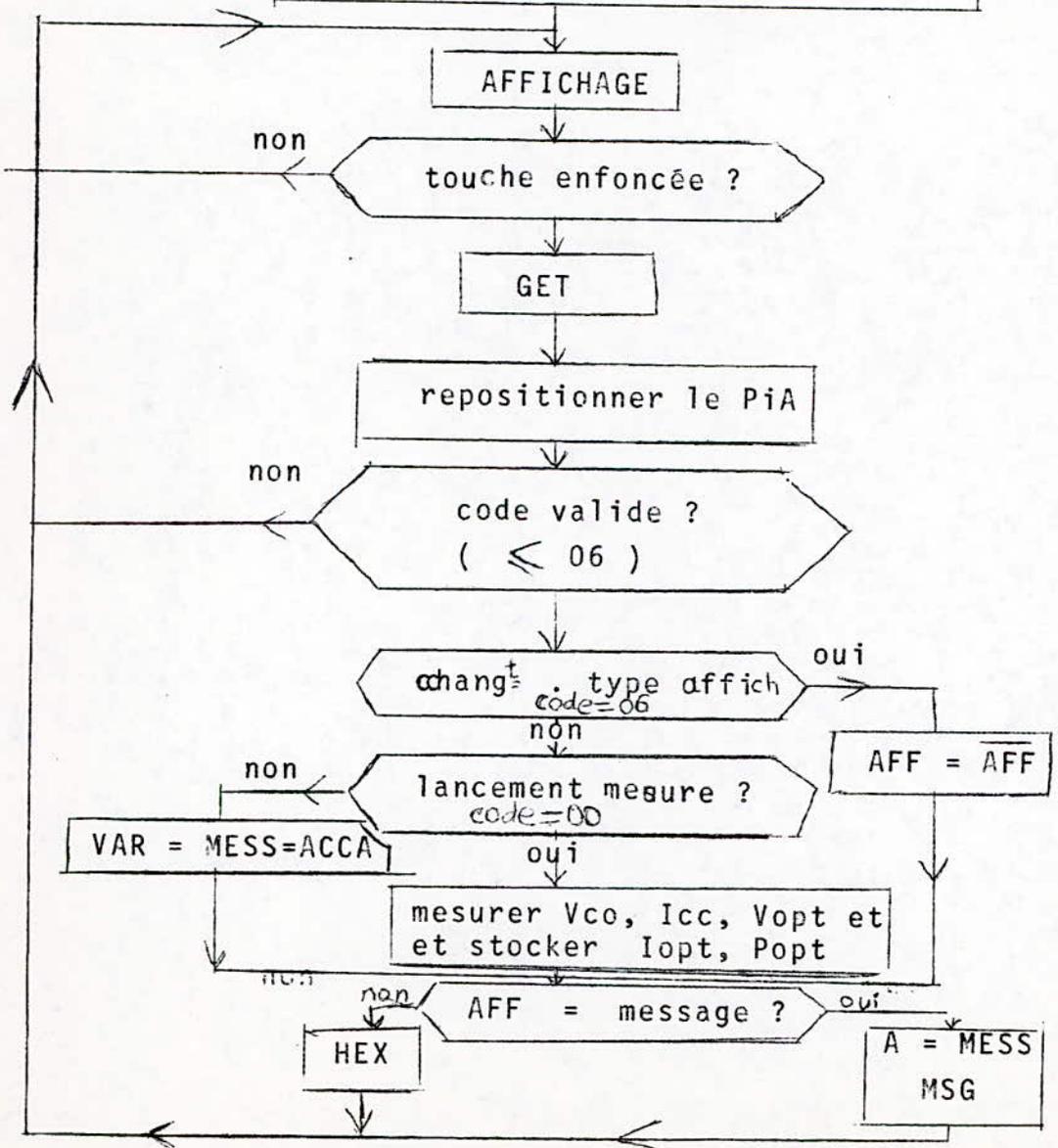
- L'affichage est en mode alphanumérique : le moniteur appelle MSG et affiche le nom de la variable choisie.

- L'affichage est en mode numérique : le moniteur recherche la variable en mémoire (2 octets hexadécimaux) le convertit en décimal (3 octets BCD soit 6 digits), positionne la virgule et génère les codes 7 segments par BYSCOD (moniteur D5)

Les routines utilisées dans cette section sont HEX - COND - DMUL - CBD (cf liste détaillée des sous programmes).

Organigramme du moniteur utilisateur

- masquer CBI clavier
- AFF mode message
- VAR : VMAX
- initialiser DISBUF avec Mon PS
- PROGMON = subroutine active de PUT



Moniteur du système de mesure

E240	B6 E4 87	Prog Mon	LDA	A	CRBSYST	
3	28 01		BMI	TRAIT		Touche détectée
5	39		RTS			
6	BD F0 4E	Trait	JSR	GET		
9	F6 E4 86		LDA	B	PBSYST	Clear flags
C	C6 FF		LDA	B	#FF	liques clavier
E	F7 E4 86		STA	B	PBSYST	autorisées
E251	81 06		CMP	A	#06	Code valide ?
3	23 01		BLS	AFGHG		
E255	39		RTS			
6	26 05	AFCHG	BNE	NONCHG		= 6 ?
8	73 00 20		COM	AFF		Changement
B	20 0C		BRA	SEGM		Type affichage
D	4D	NONCHG	TST	A		
E	26 05		BNE	VRB		= 0 ?
E260	BD E2 A0		JSR	CARACT		Lancement mesure
3	20 04		BRA	SEGM		
5	97 21	VRB	STA	A	VAR	Changement
7	97 22		STA	A	MESS	Variable
9	7D 00 20	SEGM	TST	AFF		Positionnement de
						DISBUF
C	26 05		BNE	NUM		
E	96 22		LDA	A	MESS	
E270	7E E1 B0		JMP	MSG		
E273	7E E1 E0	NUM	JMP	HEX		

3 - Le système de mesure

3-0 Présentation

Les variables fournies à l'affichage et au moniteur sont obtenues par la section de mesure et de calcul qui réalise la commande des interfaces et la mise en forme des résultats.

Les modules de base de cette section sont les routines permettant :

a d'imposer un point de fonctionnement du panneau ($V = Cte$)
— AMPLIS et VCOM.

b de mesurer les valeurs de I et V et de calculer P pour ce point de fonctionnement: CONV - MES - POINT - SMUL - DMUL-PUISS

Ces programmes sont utilisés par les programmes spécifiques effectuant la recherche des paramètres principaux :

Vco : mesure de la tension à vide

Icc : Mesure du courant de court circuit

P_{MAX} : mesure de V_{opt} I_{opt} et P_{opt}

Affectations des lignes du PiA

Toutes les interruptions (PiA système et PiA utilisateur) sont inhibées par initialisation convenable des registres de contrôle.

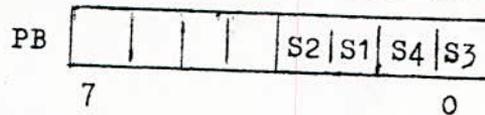
Le port A est utilisé comme port de commande :

7 lignes sont programmées en sortie et une en entrée (PA7)

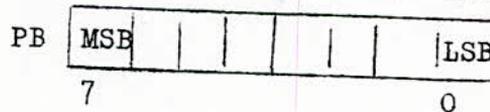
- PA 0 - \overline{RD} activation des sorties du CAN
- PA 1 - \overline{WR} lancement du CAN
- PA 2 - H1 contrôle du latch L1
- PA 3 - H23 contrôle des latches L2 et L3
- PA 4 - I/\sqrt{V} commande du multiplexeur analogique
- PA 5 -
- PA 6 -
- PA 7 - INTR signal de fin de conversion

Le port B est utilisé comme port de données et peut être programmé alternativement dans les deux sens :

en sortie : - pour charger les commandes des switches sur L1



- pour charger la valeur de la consigne sur L2 et L3



en entrée : pour lire le résultat de la conversion analogique
numérique

Les sous programmes sont écrits pour éviter à tout moment un conflit entre PB et le CAN.

L'état normal du système est :

PB en sortie

PAØ = RD = 1 (amplis de sortie du CAN en haute impédance)

Pour la conversion analogique numérique, le microprocesseur exécute la séquence suivante :

- PB en entrée
 - exécution de la conversion
 - RD = 0 : activation des amplis du CAN
 - lecture PB
 - RD = 1
 - PB en sortie
- 3-1 Imposition d'un point de fonctionnement

Les 2 amplificateurs programmables contiennent chacun 2 interrupteurs CMOS (S3 et S4 pour l'ampli de mesure S1 et S2 pour l'ampli d'asservissement de tension).

L'état de chaque amplificateur est conservé en mémoire sous forme de 1 oct et dont seulement 2bits sont pris en compte (variables S12 et S34)

a Les gains des 2 amplis sont fixés en chargeant et en bloquant les 4 bits CS2, CS1, CS4, CS3 sur le latch L1 (subroutine AMPLIS).

b Le point de fonctionnement du panneau est imposé en 2 étapes (subroutine VCOM).

- réglage de la gamme par programmation du gain de l'ampli d'asservissement (S12).

- génération de la tension de consigne V_c comprise entre 0 et 5V à l'aide du convertisseur numérique-analogique 1408 .

La valeur numérique de V_c est chargée et bloquée sur les latches L 2 et L3.

3-2 Mesure d'un point de fonctionnement

L'état du panneau ayant été fixé comme indiqué plus haut, on procède à la mesure de I et V puis au calcul de P.

La chaîne de mesure étant unique (ampli programmable et CAN) on utilise un multiplexeur analogique permettant de sélectionner successivement I et V.

3-2 1 Mesure d'un paramètre

La routine MES est le module de base de la section de mesure. Le choix de la variable à prélever est fait avant l'appel de MES en positionnant le signal I/V.

En sortie, MES fournit le résultat de la conversion dans VAL (03) ainsi qu'un coefficient représentant la gamme de mesure : GAM (0F).

MES utilise le tableau TABGN dans lequel sont stockées, pour des gains croissants de l'ampli de mesure, les valeurs de :

S34 : : Position des switches S3 et S4
GAMV : coefficient multiplicateur pour V
GAMI : " " " I.

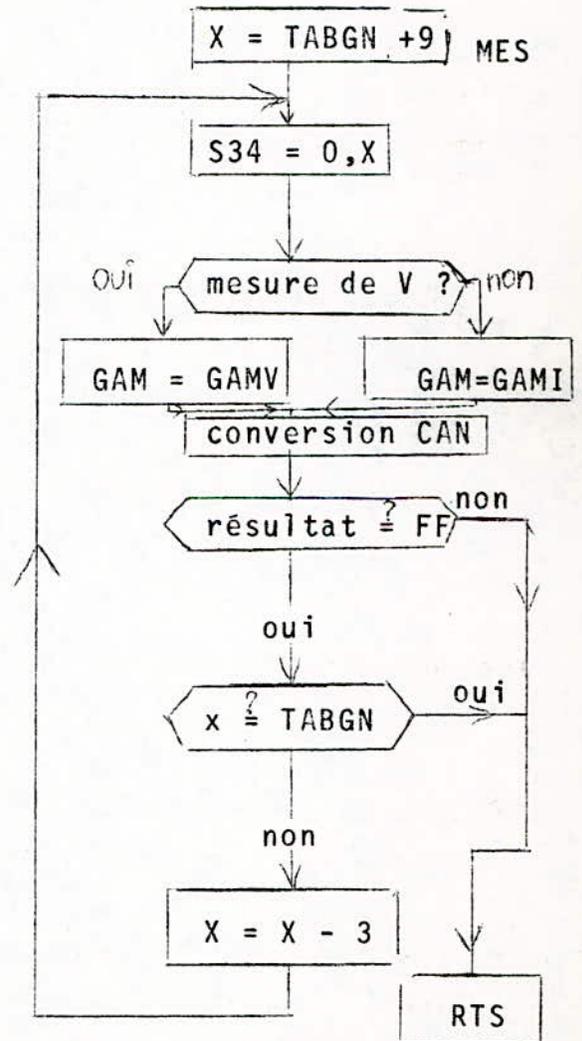
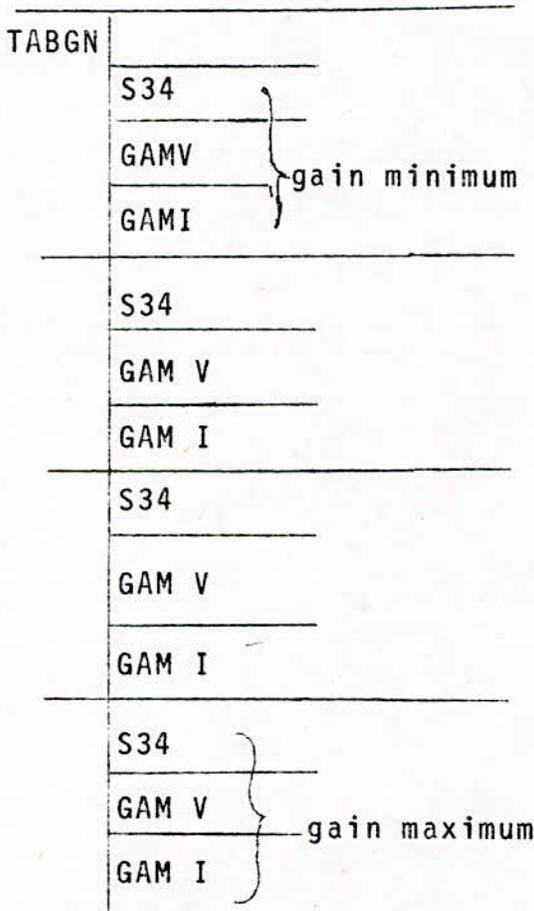
Le programme charge la valeur de S34 correspondant au gain maximum puis lance le CAN.

Si le résultat de conversion est inférieur à $\$ FF$ la mesure est terminée et le résultat est dans VAL et GAM.

Si le CAN donne $\$ FF$, le gain de l'ampli était trop fort et le programme relance une conversion avec le gain immédiatement inférieur.

La boucle s'arrête si le résultat de conversion est inférieur à $\$ FF$ ou si le gain le plus faible a été essayé.

Dans le deuxième cas, la routine MES donne $VAL = \$ FF$ et on peut conclure à un dépassement de la gamme de mesure pour la variable étudiée.



3-2 2 Calcul d'un paramètre (subroutine SMUL)

Le calcul de I ou V s'effectue avec les résultats fournis par MES par produit de VAL et GAM.
La liste des coefficients GAM V et GAMI a été établie pour tenir compte des gains de l'ampli de mesure.

Après multiplication on a pour V ou I un nombre sur 2 octets dont l'équivalent décimal est le résultat de la mesure en volts ou en ampères.

Exemple

$$\text{VAL} = \text{\$ } D5 = 213_{(10)}$$

$$\text{GAM V} = \text{\$ } 88 = 128_{(10)}$$

$$V = \text{VAL} \times \text{GAMV} = \text{\$ } 6A80 = 27264_{(10)}$$

$$V = 27.3 \text{ V}$$

3-2 3 Calcul de la puissance (subroutines PUISS et DMUL)

La puissance au point de fonctionnement est obtenue sur 2 octets.

$$\text{On a donc } P = V \times I / 65536 = V \times I / 2^{16}$$

Or si l'on désire obtenir la puissance en Watts (à la position de la virgule près) on doit avoir $P = V \times I / 10^n$

On introduit donc un facteur constant FACTP permettant de calculer une nouvelle expression de P

$$P = V \times I / 65536 \quad (E1)$$

$$P^* = P \times \text{FACTP} / 65536 \quad (E2)$$

$$P^* = V \times I \times \text{FACTP} / 2^{32}$$

$$\Rightarrow \text{FACTP} / 2^{32} = 10^{-n} \quad \text{avec} \quad 0 \leq \text{FACTP} \leq 2^{16} - 1$$

$$0 \leq \text{FACTP} / 2^{32} < 2^{16} / 2^{32} = 2^{-16}$$

$$0 \leq \text{FACTP} / 2^{32} < 1.53 \cdot 10^{-5}$$

Pour garder la précision maximum, on choisit FACTP maximum donc

$$\text{FACTP} / 2^{32} = 10^{-5}$$

$$\text{ET } \text{FACTP} = 2^{32} \cdot 10^{-5} = 42949.67$$

$$\text{FACTP} \simeq 42950_{(10)} = \text{§ } A7C6$$

En résumé, le résultat P^* est obtenu en utilisant les équations E1 et E2, FACTP étant une constante dans le programme .

3-3 Mesure des cinq paramètres d'un panneau

Les routines spécifiques permettant la mesure des caractéristiques du panneau font appel aux modules décrits en 3-1 et 3-2.

Les mesures de I_{cc} et V_{co} ne concernent qu'un point de fonctionnement.

Par contre, la recherche de la puissance maximum nécessite l'étude de plusieurs points de fonctionnement et la comparaison des puissances mesurées en ces points.

3-3 1 Mesure de V_{co}

Le panneau est forcé à sa tension maximum si on impose le gain minimum à l'ampli d'asservissement ($S_{12} = 0,08$) en même temps que la valeur maximum pour la tension de commande

$$(V_c = 8 \text{ FF})$$

V_{co} est obtenu par mesure des paramètres du point de fonctionnement correspondant à S_{12} et V_c .

Les positions des switches 1 et 2 en fin de mesure correspondent à la gamme utilisée pour mesurer V_{co} .

Cette gamme sera imposée à l'ampli d'asservissement pendant la recherche de P MAX car les valeurs de V_{co} et de V_{opt} sont voisines.

3 - 3 - 2 Mesure de I_{cc}

Le panneau est mis en court circuit en imposant une tension de commande minimum ($V_c = \$00$) et un gain maximum pour l'emploi d'asservissement ($S12 = \$04$)

Le programme mesure les paramètres du point de fonctionnement et stocke la valeur de I à la place de I_{cc} .

Recherche du point de puissance maximum

Cette recherche nécessite l'étude de plusieurs points de fonctionnement.

Pour V_c et $S12$ donnés, la subroutine PUISS mesure I et V , calcule P et stocke les trois paramètres.

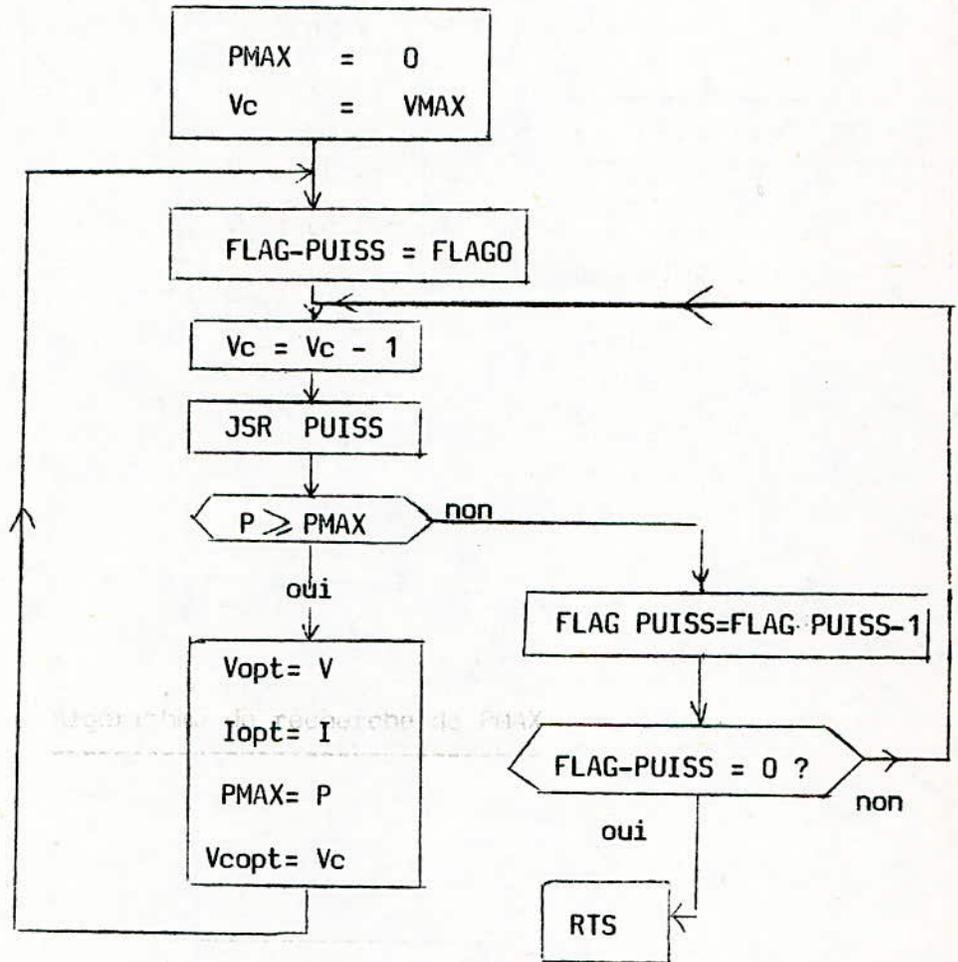
P est alors comparée à la valeur maximum des puissances relevées pour les points précédents ($PMAX$)

- Si P est supérieure à $PMAX$, le programme réactualise $PMAX$ et conserve les coordonnées du point étudié ($PMAX = P$, $V_{opt} \hat{=} V$, $I_{opt} = I$, $V_{copt} = V_c$)

La valeur de V_c est alors modifiée pour permettre la mesure du point suivant,

- Si P est inférieure à $PMAX$, le point de fonctionnement optimum a été dépassé et le retour de subroutine s'effectue avec les coordonnées (V_{opt} , I_{opt} , $PMAX$, P_{opt}).

Algorithme de recherche de P_{MAX}



LISTE DES SOUS PROGRAMMES

E000 - E00B	TABGN
E00C- E013	TABGV (<i>Tableaux</i>)
E020 - E036	AMPLIS
E037 - E049	VCOM
E050 - E06C	INIT
E070 - E099	CONV
E0A0 - E0CD	MES
E0D0 - E0F4	MUL
E100 - E13A	CBD
E140 - E159	POINT
E170 - E1AA	MESSAGES (<i>tableau</i>)
E1B0 - E1D8	MSG
E1E0 - EIF8	HEX
E200 - E20E	COND
E210 - E275	MON-PROGMON
E280 - E28F	SMUL
E290 - E29A	DMUL
E2A0 - E2B4	VCO
E2C0 - E2C9	CARACT
E31F - E339	ICC
E340 - E356	PUISS
E360 - E372	COMPAR
E380 - E3B3	PMAX
E3B4 - E3CF	DECAL
E3D0 - E3E5	ADEC
E3E6 - E3FA	VIRGULE

E000 - E00B TABGN

E00C - E013 TABGV

E020 - E036 AMPLIS

programmation des 2 amplis
S2 S1 S4 S3 et blocage
des gains

ampli de ampli de
commande mesure

entrée : S12 (00) S34 (02)
PA 0 - 6 et PB07 sorties

E037 - E049 VCOM génération de la tension
de commande.

entrée S12 (00) S34 (02) Vc (01)
PA 0 - 6 et PB0 - 7 sorties

S.P. appelé : AMPLIS

E050 - E06C INIT initialisation PiA utilisateur
(E480)

PA0 - PA6 = sorties PA7=entrée

PB0 - PB7 = sorties

RD = WR = 1 (CAN)

interruptions PiA masquées

E070 - E099 CONV

conversion analogique -
numerique

entrée I/V (04) = § 10 ou § 00
PA0 - 6 out PA7 = in

sortie résultat dans VAL (03)

E0AO - E0CD MES *Mesure analogique avec réglage automatique de gamme*

entrée : I/V (04) = § 10 ou § 00

sortie : VAL (03) = GAM (0F)

(§1? non modifié)

SP appelés : AMPLIS - CONV

E0DO - E0F4 MUL *Multiplication 2octets X 2octets - 2 octets*

entrée (DM₁ H , DM₁ L) = (09.0A)

(DM₂H , DM₂ L) = (0B.0C)

sortie (DH , DL) : (07.08)

DM₁ et DM₂ perdus

Remarque D = DM₁ . DM₂ / 65536

E100 - E 13A CBD *Conversion binaire -décimal*

entrée : (DH .DL) = (07.08) binaire

sortie : (RH, RM, RL) = (0C.0D.0E) BCD

intermédiaire (AH.AM.AL) : (09.0A.0B)

E140 -E159 POINT *Mesure des paramètres d'un point de fonctionnement*

entrée : paramètres de VCOM : (S₁₂ VC) = 00.01)

sortie : I (12.13) V(10.11)

S₃₄ (0?) VAL (03) GAM (0F) : paramètres de V

SP. appelés : PNT - MES - SMUL.

19/4

E14F - E159 PNT *Mesure d'une caractéristique d'un point de fonctionnement*

entrée : I/V = § 10 ou § 00 dans ACCA

Sortie : résultat dans X

SP. appelés : MES . SMUL

E170 - E1AA MESSAGES *Liste des messages alphanumériques
10 messages codes chacun sur 6 caractères
(6 caractères de 7 segments).*

E1B0 - E1D8 MSG *Ecriture d'un message dans DISBUF*

entrée : ACCA = n° de message (01)

Sortie : DISBUF : E41D = E4??

sous forme 7 segments)

intermédiaires : DIS (07.08) MES (05.06)

E1E0 - E1F8 HEX *Ecriture d'un nombre dans DISBUF*

entrée : VAR (21) : n° de la variable à afficher

*Sortie : DISBUF : représentation 7 segments du
nombre BCD correspondant à la
variable linéaire*

SP. appelés : COND -- CBD - DISCOD.

E 200 - E20E COND Recherche d'une variable de la liste
VCO ICC VOPT IOPT POPT

entrée : VAR (21) = 1.....5
sortie : D (07.08)

E 210 - E22F MON Initialisation moniteur utilisateur

- masquage CBI clavier
- ~~init~~ PIA utilisateur
- affichage message de début
- sélection de VMAX pour affichage
- désigner PROGMON comme sous-programme
actif de PVT (affichage système)

S.P appelés : INIT - MSG - PVT.

E 240 - E 273 PROGMON Moniteur utilisateur

S.P appelés : GET - CARACT -- MSG - HEX.

21/4

E280 - E28F	SMUL	Multiplication 1octetX10ctet → 2octets
entrée		VAL (03) - GAM (0F) (non modifiés)
sortie		D (07.08) = VAL x GAM
S.P. appelé		MUL
E290 - E29A	DMUL	multiplication 2 octets X 2octet
entrée		V (10 - 11) - I (12 - 13)
		(non modifiés)
sortie		D (07 - 08) = V x I /65536
S.P. appelé		MUL
E340 - E356	PUISS	Mesure des 3 paramètres V.I.P d'un point de fonctionnement .
entrées		Paramètres de VCOM (S12,Vc) =(00,01)
sorties		V (10 -11) I (12-13) P (14-15)
		Rq - les gammes de V,I et P sont prises en compte
		donc les 3 paramètres sont directement convertibles sous forme décimale
S.P. appelés		POINT - DMUL - MUL
E360 - E372	COMPAR	Comparaison de Popt et P
entrée		Popt (1E , 1 F) - P (14 - 15)
		(non modifiés)
sortie		ACC A = 8 FF si P ≥ Popt
		ACC A = 8 00 si P < Popt

- E380- E3B3 PMAX Recherche de la puissance maximum
- Sortie : Vopt (1A,1B) Iopt (1C,1D) Popt (1E,1F)
- S.P. appelés : PUISSANCE, COMPARE
-
- E3B4- E3CF DECAL Positionnement de la virgule sur un nombre décimal sous forme 7 segments dans DISBUF
- Les zéros à gauche du premier chiffre non nul sont éliminés
- S.P. appelés : VIRGULE, ADEC, DYSCOD
-
- E3D0-E3E5 ADEC Décalage à droite de N digits sur un nombre hexadécimal dans HEXBUF
- Entrée : ACCA=N nombre de décalages
 MEXBUF E42C-E42F
- Sortie : HEXBUF
-
- E3E6-E3FA VIRGULE Calcul du nombre de décalages en fonction du type de variable (V,I,P)
- Entrée : VAR
- Sortie : ACCA = 0 si VAR= 5 P
 = 1 si VAR= 1 ou 3 V
 = 2 si VAR= 2 ou 4 I

5 -

TABLE DES MESSAGES

E170	3E 58	Uco	(1)
2	5C 00		
4	00 00		
E176	30 58	Icc	(2)
8	58 00		
A	00 00		
E17C	3E 5C	Uopt	(3)
E	73 78		
O	00 00		
E182	30 5C	Iopt	(4)
4	73 78		
6	00 00		
E188	73 5C	Popt	(5)
A	73 78		
C	00 00		
E18E	37 5C	Mon PS	(6)
O	54 00		
2	73 6D		
E194			(7)
6			
8			
E19A			(8)
C			
E			
E1A0			(9)
2			
4			
6			(10)
8			
E1AA			

6- LISTE DES VARIABLES

Adresse	Variable	nombre d'octets
00	S12	1
01	VC	1
02	S34	1
03	VAL	1
04	I/V	1

05	SAVX	2
07	D	2
09	A	3
09	DM1	2
0B	DM2	2

0C	R	3
0F	GAM	1
10	V	2
12	I	2
14	P	2

16	VCO	2
18	ICC	2
1A	Vopt	2
1C	Iopt	2
1E	Popt	2

20	AFF	1
21	VAR	1
22	MESS	1
23	FLAGPUISS	1
24	DELTA	1

25	S12opt	1
26	VC opt	1

Quelques variables du moniteur utilisateur

AFF AFF = 00 : affichage en mode message
 AFF = FF : affichage en mode numérique

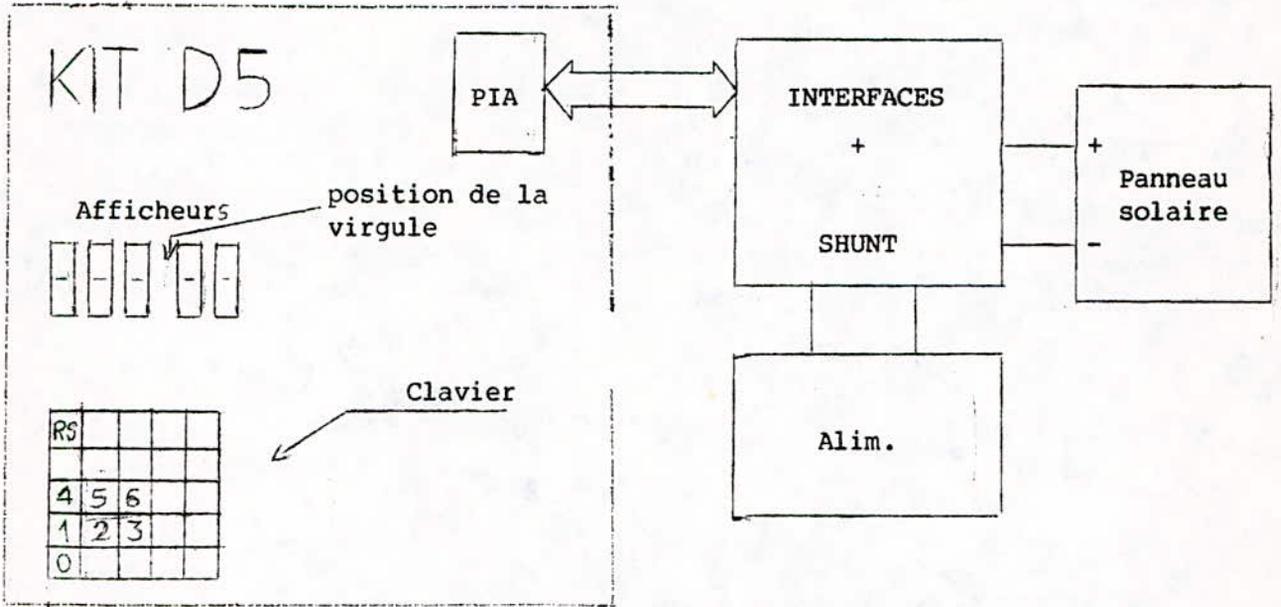
VAR numéro de la variable affichée
 1:VCO 2: ICC 3:Vopt 4:Ipot 5:Popt

MESS numéro du message affiché
 1: Vco ... 5: Popt 6: Mon PS

FLAGPUISS UTILISE par le sous-programme PMAX
 FLAGPUISS est égal à 0 quand le programme a relevé
 5 fois consécutives une puissance inférieure à Popt

7 -

Mode d'emploi de l'appareil de mesure



Une fois les connexions réalisées entre les différents modules, le montage est mis sous tension et le programme est chargé à partir de la cassette (la mise en route serait facilitée si le programme était fixé sur une REPRM).

Le système de mesure est activé en lançant le programme à l'adresse SE210 (début de MON).

Le moniteur indique qu'il est prêt en affichant MON. P.S.

En appuyant sur la touche 0, l'opérateur peut alors à tout moment lancer une séquence de mesure, l'affichage disparaissant pendant toute la durée de la mesure.

Avec les touches 1 à 5 on sélectionne pour l'affichage un des paramètres présents en mémoire vive depuis la dernière mesure (1 pour V_{co} 2 pour I_{cc} etc...

La touche 6 permet le choix du type d'affichage:

- _ numérique (valeur de la variable)
- _ alphanumérique (nom de la variable)

Aucune autre touche n'est prise en compte, sauf la touche RS (Reset) qui réinitialise le Kit D5 et rend le contrôle au moniteur système.

27/4

8 - CONCLUSION

L'appareil qui a été réalisé peut être utilisé sans aucune connaissance en informatique .

L'utilisation d'un microprocesseur a été décidée pour minimiser le nombre et la complexité des circuits électroniques de commande et de mesure et pour transférer les problèmes de mise au point sur la partie logiciel .

En effet la souplesse de ce système est liée à la facilité de modification des programmes qui le contrôlent .

Les extensions que l'on peut réaliser facilement à partir de notre système sont :

- 1- Appareil de mesure pour installations photovoltaïques de puissance
(modification du pont diviseur à l'entrée de l'ampli de mesure et des coefficients GAMV et GAMI du tableau TABGN)
- 2- Enregistreur automatique des paramètres sur magnétophone à cassette
(les données sont stockées temporairement en mémoire vive et envoyées sur la cassette quand le buffer est plein)
- 3- Commande d'un système Générateur Photovoltaïque- Convertisseur DC-DC - Charge

Pour des conditions de température et d'ensoleillement quelconques, le système effectue périodiquement la mesure des paramètres optimaux du générateur .

Le signal de commande du shunt (VSH) est alors utilisé pour commander le rapport cyclique du hacheur intervenant dans le convertisseur DC-DC et recalcr le générateur au point de fonctionnement optimum.

Le travail que nous présentons dans ce mémoire peut être utile dans le cadre de travaux pratiques, comme initiation à la programmation et à l'interfaçage des microprocesseurs 6800 6802 et 6808 dans les domaines suivants :

- Arithmétique binaire et décimale
(multiplications, conversion binaire décimal, positionnement de la virgule en décimal ...)
- Programmation du PIA
- Interfaçage analogique-numérique, numérique-analogique
(génération d'une tension de consigne, mesure analogique avec réglage automatique de gamme, etc ...)

ANNEXES

SCHEMAS ET LISTINGS

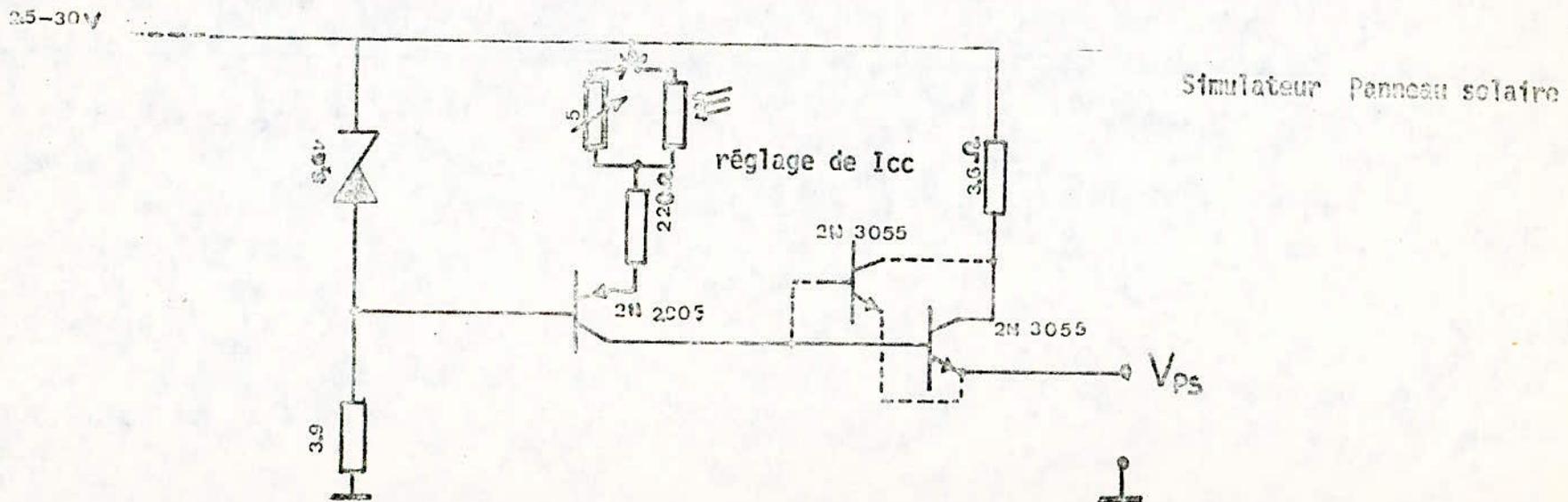
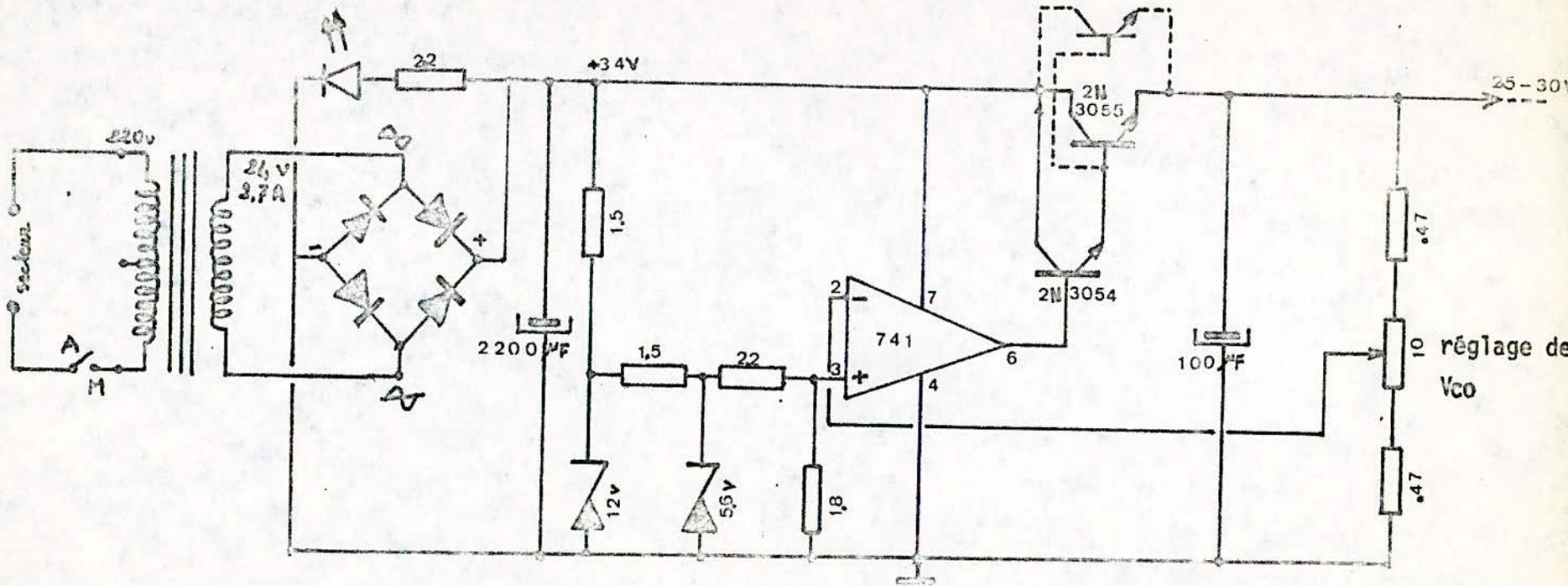


PLANCHE 1

PLANCHE 2

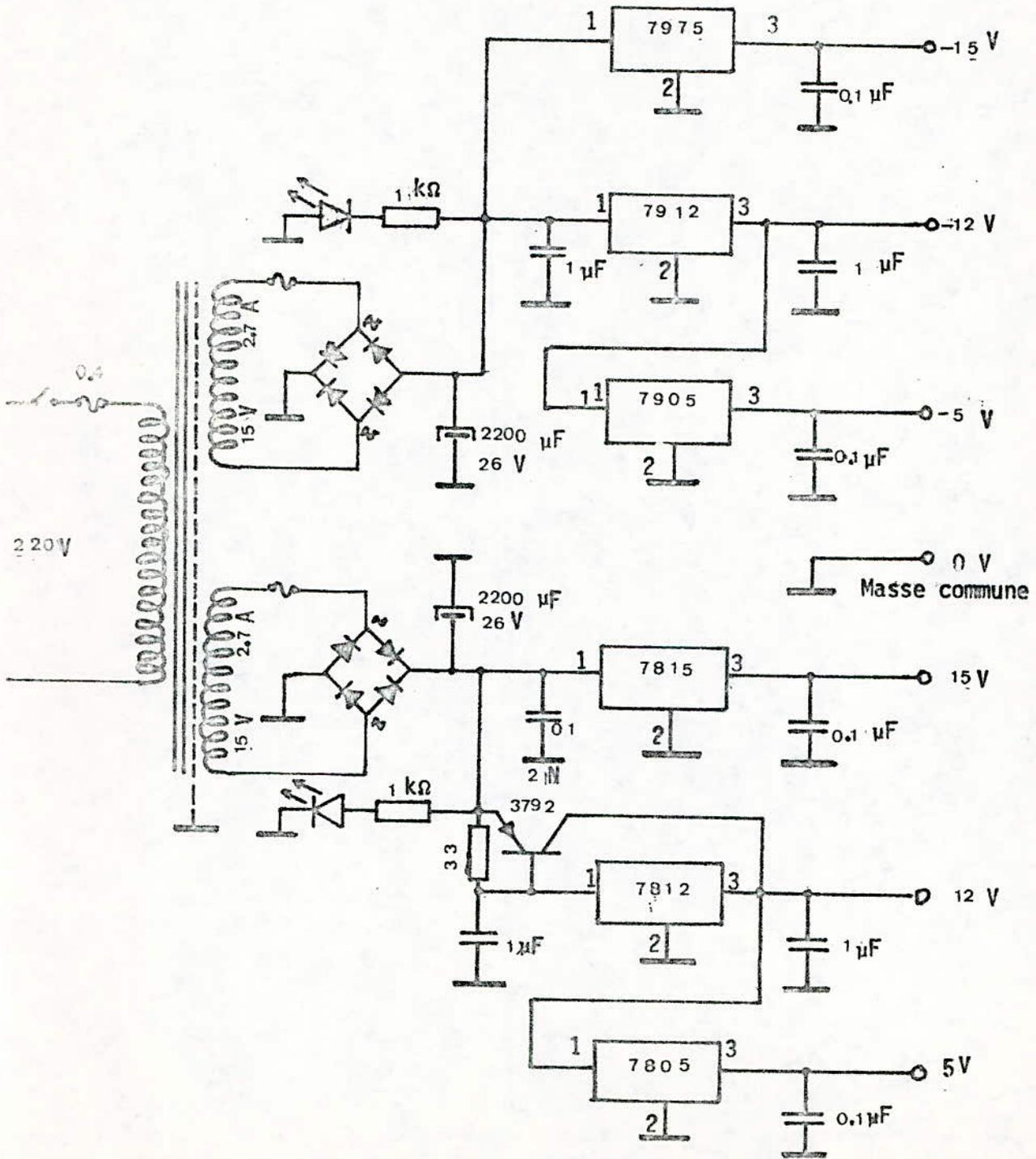


Schéma de l'alimentation générale

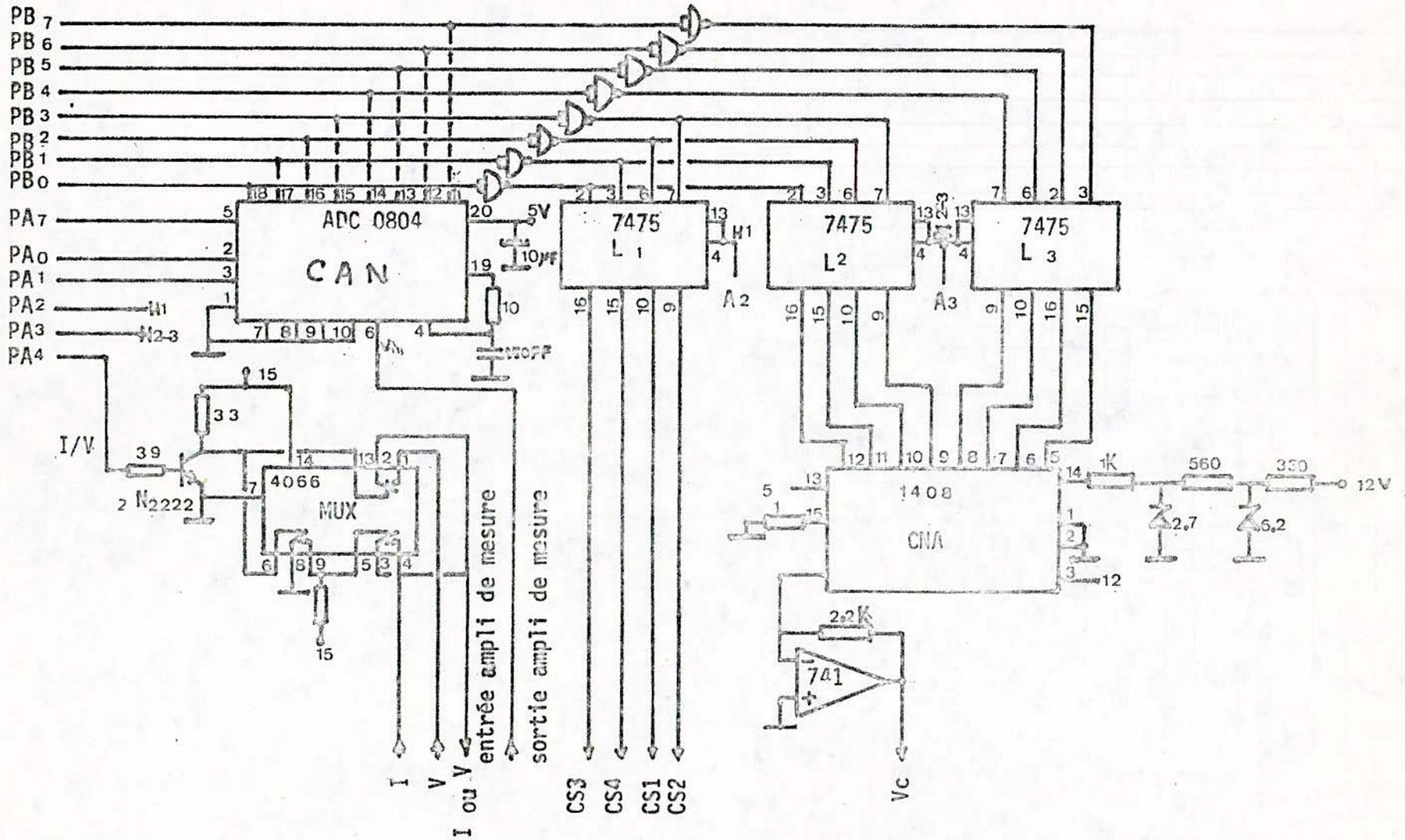
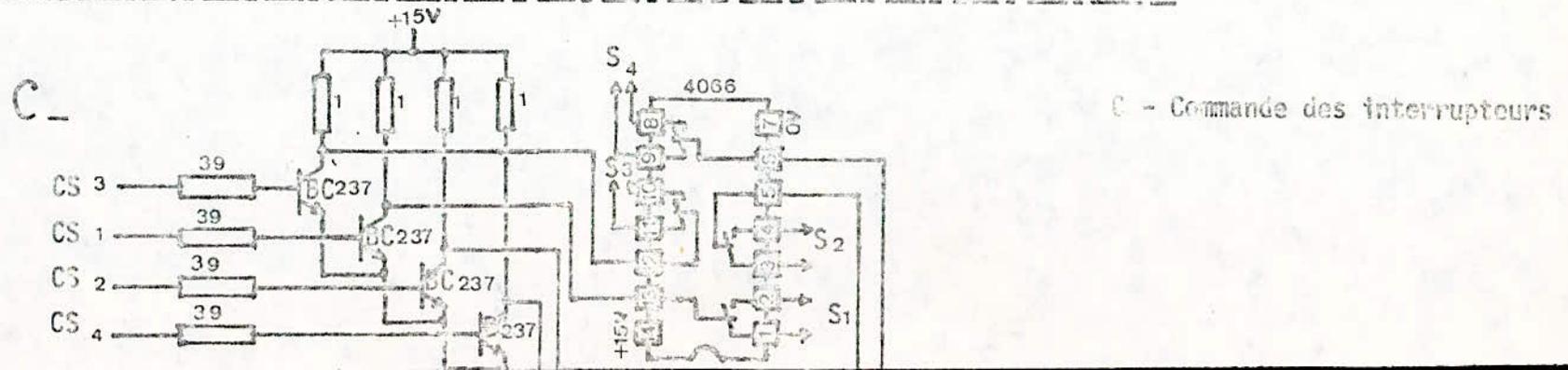
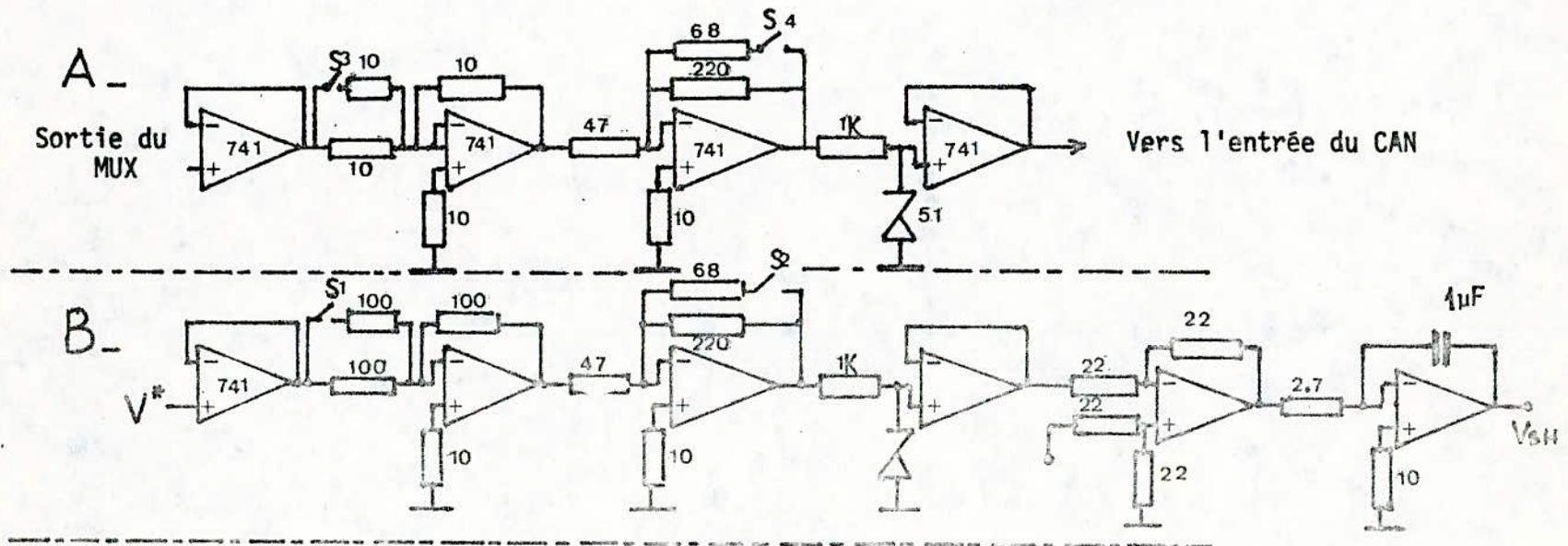


Schéma de l'interface Analogique Numérique, Numérique Analogique

A - Ampli de mesure à gain variable

B - Chaîne d'asservissement de V

PLANCHE 4



C - Commande des interrupteurs

- Programmation des amplificateurs
 - Génération de la tension de commande
-

E020	9600	AMPLIS	LDA	A	S12	
2	840C		AND	A	# \$ 0C	
4	D602		LDA	B	S34	
6	C403		AND	B	# \$ 03	
8	1B		ABA			
9	B7E482		STA	A	PB	
C	8607		LDA	A	H	0000 0 111
E	B7E480		STA	A	PA	
E031	86 03		LDA	A	#	0000 0011
3	B7 E480		STA	A	PA	
6	39		RTS			
E037	8DE7	VCOM	BSR	Amplis		
9	9601		LDA	A	VC	
B	43		COM	A		
C	B7E482		STA	A	PB	
F	860B		LDA	A	#	0000 1011
E041	B7E480		SJA	A	PA	
4	8603		LDA	A	#	0000 0011
6	B7E480		STA	A	PA	
E049	39		RTS			

INITIALISATION DU PIA UTILISATEUR

E050	CEE480	INIT	LDX	#	\$ E480		
3	4F		CLR	A		}	accès à DDRA et DDRB
4	A701		STA	A	1,X		
6	A703		STA	A	3,X		
8	867F		LDA	A	# \$ 7 F	}	PA out sauf PA7
A	A700		STA	A	0,X		
C	8604		LDA	A	# 0 4	}	accès à PRA
E	A701		STA	A	1,X		
E060	8603		LDA	A	# 0, 3	}	RD = 1 = \overline{wR}
2	A700		STA	A	0,X		
4	86FF		LDA	A	#FF	}	PB out
6	A702		STA	A	2,X		
8	8604		LDA	A	#04	}	accès à PRB
A	A703		STA	A	3,X		
E06C	39		RTS				

CONVERSION ANAL DIGIT

E070	CEE480		CONV	LDX # E480	
3	6F03			CLR 3,X	DDRB access
5	6F02			CLR 2,X	PRB = input
7	8604			LDA A # 04	
9	A703			STA A 3,X	PRB access
B	9604			LDA A . I/V	
D	8B01			ADD A # 01	
F	A700			STA A 0,X	pulse \overline{WR}
E081	8B02			ADD A # 02	
3	A700			STA A 0,X	
5	A600		ATT	LDA A 0,X	
7	2BFC			BMI ATT	Fin de conversion ?
9	6A00			DEC 0,X	$\overline{RD} = 0$
B	A602			LDA A 2,X	
D	9703			STA A VAL	lire CAN
F	6C00			INC 0,X	$\overline{RD} = 1$
E091	6F03			CLR 3,X	DDRB access
3	6A02			DEC 2,X	PRB = out put
5	8604			LDA A #04	
7	A703			STA A 3,X	PRB access
9	39			RTS	

MESURE AVEC REGLAGE AUTOMATIQUE DE GAMME

EOA0	CE E0 09	MES	LDX	# TABGN + 9
EOA3	DF 05	LOOP	STX	SAVX
5	A6 00		LDA	A 0,X
7	97 02		STA	A S34
9	7D 00 04		TST	I/V
C	27 01		BEQ	TENS
E	08		INX	
F	A6 01	TENS	LDA	A 1,X
EOB1	97 0F		STA	A GAM
3	BD E0 20		JSR	AMPLIS
6	BD E0 70		JSR	CONV
9	96 03		LDA	A VAL
B	81 FF		CMP	A # FF
D	27 01		BEQ	DPAS
F	39		RTS	
CO	DE 05	D PAS	LDX	SAVX
2	8C E0 00		CPX	# TABGN
5	26 01		BNE	OK
7	39	OK	RTS	
8	09	OK	DEX	
9	09		DEX	
A	09		DEX	
B	7E E0 A3		JMP	LOOP

EOD0	CE 00 00	MUL	LDX	#	\$0000
3	DF 07		STX	D	
5	C6 10		LDA	B	#\$10
7	74 00 09	EMQ	LSR	DM1H	
A	76 00 0A		ROR	DM1L	
D	78 00 0C		ASL	DM2 L	
EOEO	79 00 0B		ROL	DM2H	
3	24 0C		BCC	NONAD	
5	96 08		LDA	A	DL
7	98 0A		ADD	A	DM1L
9	97 08		STA	A	DL
B	96 07		LDA	A	DH
D	99 09		ADC	A	DM1H
F	97 07		STA	A	DH
EOF1	5A	NONAD	DEC	B	
2	26 E3		BNE	EMQ	
EOF4	39		RTS		

CONVERSION BINAIRE → BCD

E100	C610	CBD	LDA	B	# 10
02	CE 00 00		LDX	#	0000
05	DF 09		STX	AH,	AM
07	DF 0C		STX	RH,	RM
09	4F		CLR	A	
0A	97 0E		STA	RL	
0C	4C		INC	A	
0D	97 0B		STA	AL	
0F	76 00 07	ROT	ROR	DH	
E112	76 00 08		ROR	DL	
15	24 05		BCC	NUL	
17	CE 00 0C		LDX	#	000C
1A	8D 09		BSR	DECAD	
1C	CE 00 09	NUL	LDX	#	0009
1F	8D 04		BSR	DECAD	
E121	5A		DEC	B	
22	26 EB		BNE	ROT	
24	39		RTS		
25	96 0B	DECAD	LDA	A	AL
27	AB 02		ADD	A	2,X
29	19		DAA		
2A	A 702		STA	A	2,X
2C	96 0A		LDA	A	AM
2E	A9 01		ADC	A	1,X
E130	19		DAA		
31	A701		STA	A	1,X
33	96 09		LDA	A	AH
35	A9 00		ADC	A	0,X
37	19		DAA		
38	A7 00		STA	A	0,X
E13A	39		RTS		

Mesure des paramètres d'un point
de Fonctionnement

E140 BDE037
E143 8610
5 8D08
7 DF12
9 4F
A 8D03
C DF10
E 39

F 9704
E151 BDE0A0
E154 BDE280
7 DE07
E159 39

POINT
~~PPOINT~~

PNT

JSR VCOM
LDA A # 10
BSR PNT
STX I
CLR A
BSR PNT
STX V
RTS

STA A I/V
JSR MES
JSR SMUL
LDX D1
RTS

Ecriture d'un Message dans
DISBUF E4ID-E422

E1B0	CE E4ID	MSG	LDX	# DISBUF	
3	DF07		STX	Dis	
5	CEE170		LDX	# MESSAGE	
8	4A	BCL1	DEC	A	
9	2708		BEQ	FIN	
B	08		INX		
C	08		INX		
D	08		INX		
E	08		INX		
F	08		INX		
E1C0	08		INX		
1	20F5		BRA	BCL1	-11 0000 1010 1110 0100
3	DF05	FIN	STX	MES	
5	C606		LDA	B #06	
7	DE05	BCL2	LDX	MES	
9	A600		LDA	A 0,X	
B	08		INX		
C	DF05		STX	MES	
E	DE07		LDX	DIS	
E1D0	A700		STA	A 0,X	
2	08		INX		
3	DF07		STX	DIS	
5	5A		DEC	B	
6	26EF		BNE	BCL2	
E1D8	39		RTS		-17 0001 0001 0111 1011

CONVERSION DES VARIABLES

HEXA → 7 SEGMENTS

E1E0	BDE200	HEX	JSR	COND	(conditionnement)
3	BDE100		JSR	CBD	HEX → DCB
6	CEE42C		LDX	#	HEXBUF
9	960C		LDA	A	RH
B	A700		STA	A	0,X
D	960D		LDA	A	RM
F	A701		STA	A	1,X
E1F1	960E		LDA	A	RL
3	A702		STA	A	2,X
5	BDE120 E3B4		JSR	DISCOD DECAL	
E1F8	39		RTS		
E200	CE0014	COND	LDX	#0014	
3	9621		LDA	A	VAR
5	08	MAZL	INX		
6	08		INX		
7	4A		DEC	A	
8	26FB		BNE	MAZL	
A	EE00		LDX	0,X	
C	DF07		STX	D	(07,07)
E20E	39		RTS		

INITIALISATION DU SYST7ME DE MESURE

E2	10	86FE	MON	LDA	A #FE	
	12	B7E487		AND	A CRBSYST	masquage
	15	B7E487		STA	A CRBSYST	de CB1
	18	BDE050		JSR	INIT	Clavier
	1B	7F0020		CLR	AFF	(PIA utilisateur)
	IE	8601		LDA	A #01 H	mode message
	20	9721		STA	A VAR	Select VRAX
	22	8606		LDA	A #06 H	
	24	9722		STA	A MESS	Message initialisation
	26	BDE1B0		JSR	MSG	
	29	CEE240		LDX	#PROGMON	
	2C	FFE419		STX	MNPTR	
E2	2F	7EF0BB		JMP	PUT	

Moniteur du système de mesure

E240	B6 E4 87	Prog Mon	LDA	A	CRBSYST	
3	28 01		BMI	TRAIT		Touche détectée
5	39		RTS			
6	BD F0 4E	Trait	JSR	GET		
9	F6 E4 86		LDA	B	PBSYST	Clear flags
C	C6 FF		LDA	B	#FF	liques clavier
E	F7 E4 86		STA	B	PBSYST	autorisées
E251	81 06		CMP	A	#06	Code valide ?
3	23 01		BLS	AFGHG		
E255	39		RTS			
6	26 05	AFCHG	BNE	NONCHG		= 6 ?
8	73 00 20		COM	AFF		Changement
B	20 0C		BRA	SEGM		Type affichage
D	4D	NONCHG	TST	A		
E	26 05		BNE	VRB		= 0 ?
E260	BD E2 A0		JSR	CARACT		Lancement mesure
3	20 04		BRA	SEGM		
5	97 21	VRB	STA	A	VAR	Changement
7	97 22		STA	A	MESS	Variable
9	7D 00 20	SEGM	TST	AFF		Positionnement de DISBUF
C	26 05		BNE	NUM		
E	96 22		LDA	A	MESS	
E270	7E E1 B0		JMP	MSG		
E273	7E E1 E0	NUM	JMP	HEX		

E280	96 03	SMUL	LDA	A	VAL
2	97 09		STA	A	DM1H
4	96 0F		LDA	A	GAM
6	97 0B		STA	A	DM2H
8	4F		CLR	A	
9	97 0A		STA	A	DM1L
B	97 0C		STA	A	DM2L
E28D	7E E0 D0		JMP	MUL	
E290	DE 10	DMUL	LDX	V	
92	DF 09		STX	DM1	
94	DE 12		LDX	I	
96	DF 0B		STX	DM2	
98	7E E0 D0		JMP	MUL	

Recherche de PMAX

E380	CE 00 00	PMAX 2	LDX #0000
3	DF IE		STX POPT
5	96 03		LDA A VA ✓
7	97 01		STA A VC
E389	86 05	LOOP1	LDA A #0A
B	97 23		STA A FLAG-PUISS
E38D	BD E3 40	LOOP 2	JSR PUISSANCE
E390	BD E3 60		JSR COMPARE
3	27 13		BEQ INF
5	DE 10		LDX V
7	DF IA		STX VOPT
9	DE 12		LDX I
B	DF 1C		STX IOPT
D	DE 14		LDX P
F	DF IE		STX POPT
E3A1	DE 00		LDX S12, Vc
3	DF 25		STX S12 OPT, Vcopt
5	7E E3 89		JMP LOOP1
8	7A 00 01	INF	DEC Vc
B	7A 00 23		DEC FLAG-PUISS
E	26 01		BNE LOOP2 *
0	39		RTS
E3B1	7E E3 8D	LOOP2 *	JMP LOOP2

Positionnement de la virgule sur un nombre décimal

E3B4	BD E3 E6	DECAL	JSR VIRGULE
7	BD E3 D0		JSR ADEC
A	BD F1 20		JSR DYSCOD
D	CE E4 1D		LDX # DISBUF

E3C0	A6 00	ET1	LDA A 0,X
2	81 3F		CMP A # 3F
4	27 01		BEQ ET2
6	39		RTS

7	6F 00	ET2	CLR 0,X
9	08		INX
A	8C E4 21		CPX # E421
D	26 F1		BNE ET1
E3CF	39		RTS

Décalage à droite d'un nombre décimal

E3D0	CE E4 2C	ADEC	LDX # HEXBUF
3	4D		TST A
4	26 01		BNE LOOP1
6	39		RTS
7	06 04	LOOP1	LDA B # 04
9	64 00	LOOP2	LSR 0,X
B	66 01		ROR 1,X
D	66 02		ROR 2,X
F	5A		DEC B
E0	26 F7		BNE LOOP2
2	4A		DEC A
3	26 F2		BNE LOOP1
E3E5	39		RTS

Calcul du nombre de décalages en
fonction du type de variable (V, I, P)

E3E6	4F	VIRGULE	CLR A
7	D6 21		LDA B VAR
9	C1 05		CMP B # 05
B	26 01		BNE ET1
D	39		RTS
E	4C	ET1	INC A
F	C1 01		CMP B # 01
E3F1	26 01		BNE ET2
3	39		RTS
4	C1 03	ET2	CMP B # 03
6	26 01		BNE ET3
8	39		RTS
9	4C	ET3	INC A
E3FA	39		RTS