

## SEM GRID POUR LA NOUVELLE EJECTION LENTE AU PS : HARDWARE, CONTROLE, PERFORMANCES

E. Chevallay

### INTRODUCTION

Dans le cadre de la rénovation de l'anneau PS, il a été décidé de renouveler entièrement le principe et l'implantation de l'éjection lente vers la Zone Est [1]. Après installation de la première partie des éléments nécessaires à cette opération, la première étude machine a eu lieu en mai 1989 et était destinée à vérifier le bon fonctionnement de l'éjection jusqu'à la section droite 57, emplacement prévu pour le premier septum magnétique [2]. A cet effet, une instrumentation spécifique a été mise en service pour l'observation des dimensions transversales du faisceau. Trois moniteurs ont été installés ou rénovés dans l'anneau PS, soit un écran scintillant, un mini-scanner et un minitoposcope (Sem Grid à lames).

Cette note décrit l'ensemble du hardware et du software développé pour l'utilisation du minitoposcope.

## 1. LE CAPTEUR PHYSIQUE

### 1.1 Rappels

Le but des essais n'est pas de mettre au point une éjection complète mais d'observer le bon comportement du faisceau éjecté, après le découpage par le septum électrostatique. Le faisceau n'est pas destiné, dans cette première étude, à être extrait de l'anneau PS, il est perdu sur la chambre à vide, après avoir sauté le septum et passé dans les moniteurs de faisceau .

### 1.2 Description physique du minitoposcope

Le Sem Grid et l'écran scintillant ont été implantés en section droite 57 dans une chambre à vide élargie fabriquée sur mesure pour recevoir les trois moniteurs (voir Fig. 1). L'écran et le Sem Grid ne se trouvant pas sur la trajectoire du faisceau circulant mais sur celle du faisceau éjecté, il n'y pas de mécanisme In/Out pour ces deux capteurs.

Le minitoposcope destiné à visualiser le profil horizontal du faisceau est constitué de 16 lames verticales espacées d'un intervalle de 1,5 mm. Entre chaque lame s'intercale une plaque de polarisation, sur laquelle est appliquée une tension positive (quelques centaines de Volts au maximum). Ces plaques captureront l'émission des électrons secondaires. L'ensemble est orienté d'un angle de  $7,2^\circ$  sur l'axe du faisceau pour augmenter la sensibilité du détecteur et donc améliorer le rapport signal/bruit.

### 1.3 Evaluation de l'intensité de l'émission secondaire

Cette évaluation est destinée à déterminer une gamme de mesure pour les intégrateurs qui devront recueillir le courant secondaire. Elle se base sur les calculs et les expérimentations réalisées par K. Budal en 1967 [3]

#### 1.3.1 Evaluation du rendement de l'émission secondaire

Paramètres du minitoposcope :

Alliage de lames : Vi metal (alliage nickel/cobalt)

Densité :  $\approx 8,7$

Epaisseur de la lame : 0,1 mm

Angle d'inclinaison par rapport au faisceau :  $7,2^\circ$

Nota : l'alliage a été choisi pour ses propriétés mécaniques, telles que, en feuille mince, on ait le même effet qu'une lame de rasoir; si on plie, la feuille revient droite.

En première approximation, on considère que l'alliage dont la densité est voisine de celle du cuivre a les mêmes propriétés que ce dernier.

En utilisant l'abaque de K. Budal (voir Fig. 2), pour une lame de cuivre de  $100\ \mu\text{m}$  d'épaisseur incliné à  $7,2^\circ$ , on détermine un rendement de l'émission secondaire (nombre d'électrons émis par proton) de 24%.

### 1.3.2 Evaluation de la quantité de faisceau déversé sur chaque lame

Le faisceau éjecté peut être assimilé à un faisceau de section carrée, d'une largeur de 10 mm. L'intervalle entre deux lames étant de 1,5 mm, le faisceau arroses 7 lames. De part la disposition du détecteur avec son angle de  $7,2^\circ$  par rapport au faisceau, ainsi que de part les plaques de polarisation, chaque lame ne reçoit que 50% du faisceau, soit un rendement :

$$\rho_1 = \frac{1}{7} \times \frac{1}{2} = 7,1\%$$

Considérant le rendement de l'émission secondaire évalué à  $\rho_2 = 24\%$  (cf. § 1.3.1), on aboutit au rendement global du détecteur :

$$\rho = \rho_1 \times \rho_2 = 7,1\% \times 24\%$$

$$\rho = 1,7\% \text{ par lame}$$

### 1.3.3 Estimation de l'intensité délivrée par émission secondaire sur une lame pendant la durée du "spill"

Durée moyenne du spill : 500 ms

Pour un faisceau de  $10^{11}$  protons, l'intensité totale éjectée est

$$I = \frac{Q}{t} \qquad I = \frac{1,6 \times 10^{-19} \times 10^{11}}{500 \cdot 10^{-3}} \rightarrow I = 32 \text{ nA}$$

$$Q = N_p \times 1,6 \cdot 10^{-19}$$

Q = charge électrique en Coulomb

$N_p$  = nombre de protons

t = temps en seconde

I = intensité en Ampères

L'intensité par lame, donc par canal est  $I_t$

$$I_t = I \times \rho \quad I_t = 32 \times 10^{-9} \times 1,7\% \quad I_t = 550 \text{ pA}$$

Il reste à comparer ce résultat à la sensibilité et au maximum admissible par un intégrateur électronique. On pourra alors conclure sur la possible utilisation d'une électronique en prêt développée à d'autres fins comme décrit dans le chapitre 2.

## 2. DESCRIPTION DU MATERIEL

### 2.1 Présentation de l'électronique d'acquisition et de traitement des signaux

Pour représenter le profil transversal du faisceau, sachant que chaque lame du minitoposcope peut être assimilée à un générateur de courant parfait, il faut pouvoir intégrer, pendant toute la durée du "spill", les charges électriques produites par émission secondaire.

Le Groupe ABM du SPS a fourni une électronique largement utilisée pour les mesures des profils de protons et ions lourds sur plusieurs centaines de ms. [4] Plusieurs facilités de contrôle et de monitoring digital du signal ont été implantées dans le module, tel que conversion analogique/digitale, stockage des informations en mémoire, liaison digitale série longue distance (Voir Fig. 3). (Référence : schéma module analogique CERN-SPS 5-3575-01-001-0).

### 2.2 Evaluation du nombre de charges

Chaque canal attaque un intégrateur à deux gains (high et low). Les valeurs des capacités d'intégration sont :

$$\begin{aligned} C1 &= 51 \text{ pF (high gain)} \\ C2 &= 5100 \text{ pF (low gain)} \end{aligned}$$

Il y a donc une atténuation de 100 entre les deux gains.

Le convertisseur analogique/numérique 12 bits de résolution (4095) a une tension pleine échelle de 5,4 V. La durée moyenne du spill est de 500 ms.

On peut calculer le courant maximum admissible à l'entrée :

$$\left. \begin{aligned} Q &= It \\ Q &= CU \end{aligned} \right\} It = CU \quad I = \frac{CU}{t}$$

En choisissant le condensateur à grand gain, on a :

$$I = \frac{51 \times 10^{-12} \times 5,4}{500 \times 10^{-3}}$$

I = 550 pA pleine échelle

Résolution : 0,13 pA.

Conclusion : en comparant cette valeur de courant pleine échelle par rapport au 550 pA délivré par le minitoposcope, on peut constater qu'il faut adopter un compromis pour disposer d'une bonne résolution . Toutefois, en faisant varier les paramètres intensité de faisceaux, temps d'intégration, il est tout-à-fait concevable de réaliser les mesures définies par les objectifs des physiciens machines , ainsi on a pu observer un profil réel de faisceau éjecté en mai 1989 comme décrit en fig. 12. On conclut que le module des intégrateurs du SPS est adapté à notre application.

### **2.3 Utilisation du matériel et précaution d'emploi**

L'électronique analogique et son contrôle digital sont enfermés dans une boîte noire. L'utilisateur a à sa disposition :

- un connecteur Burndy 50 pins pour les entrées directes, haute impédance sur les intégrateurs;
- un connecteur Burndy 4 pins, liaison longue distance RS422 pour le contrôle du module;
- alimentation du secteur.

Il faut absolument éviter tout contact entre les mains et les contacts Burndy pour l'entrée haute impédance afin d'éviter l'oxydation et le dépôt de graisse ou sueur. Celles-ci contribuent à diminuer la qualité du contact électrique et peuvent également entraîner l'apparition d'impédance de couplage générant des courants de fuite susceptibles de charger les intégrateurs et fausser les mesures.

## **3. CAHIER DES CHARGES - IMPLANTATION GENERALE DU SYSTEME**

### **3.1 Cahier des charges**

- a) Visualisation du profil du faisceau sur écran video
- b) Choix de la sensibilité d'intégration (high gain ou low gain, atténuation de 100).
- c) Temps d'intégration variable.
- d) Synchronisation des mesures en temps réel sur un timing PS (PX.STC).
- e) Délai variable de retard des mesures par rapport au timing de référence.
- f) Sélection du cycle de mesure dans le supercycle (user PHY) par gate et PLS decoder.
- g) Possibilité d'imprimer le profil obtenu.
- h) Possibilité de réaliser des mesures automatiques après configuration des settings de base.

### **3.2 Implantation générale du système**

Cette implantation est décrite en Fig. 4.

## 4. DESCRIPTION DU LOGICIEL ET DE SON ENVIRONNEMENT

### 4.1 Environnement

Le standard industriel du bus G64 largement utilisé au CERN a été adopté comme environnement de travail. En configuration de développement, un poste de travail dispose des modules suivants implantés dans un châssis Europe 3U (voir Fig. 5) :

- une carte unité centrale sur vp6809 (Réf. schéma CERN-SPS-5-6606-01-001-2)
- une carte interface RS422 (interface de communication série longue distante)
- une carte contrôleur vidéo;
- une carte EPROM contenant une librairie software;
- un contrôleur de disque 3,5" se connectant directement sur le bus G64;
- une carte interface RS232-C (communication série Keyboard et printer);
- une alimentation +5V (alimentation CPU et divers);
- une alimentation  $\pm 12V$  (alimentation liaison RS422).

A cet ensemble, il faut inclure les périphériques extérieurs suivants :

- un keyboard QWERTY 82 touches;
- un moniteur vidéo noir et blanc, type Zenith;
- une imprimante à jet d'encre, type HP QuickJet;

Pour notre application spécifique, afin de se synchroniser sur le cadencement du PS, il faut rajouter :

- une carte adaptation des niveaux du timing PS au niveau TTL (voir paragraphe 4.2) : carte développée spécialement;
- un module PLS decoder permettant de "gater" une impulsion de timing sur un cycle donné (PHY) .

Ce châssis est implanté à la salle de contrôle rack MR10, ainsi que les périphériques.

### 4.2 Synchronisation et timing

La synchronisation avec le supercycle PS nous impose d'utiliser un timing standard PS précis pour synchroniser les mesures.

En l'absence de timing spécifique lié à un cycle particulier du supercycle, (dans notre application, le cycle PHY), nous avons choisi de nous synchroniser sur un timing distribué à chaque cycle PS : PX.STC (start train C). Ceci impose que ce timing soit "gaté" par un module type PLS decoder pour n'être présent que lors du cycle PHY. (Voir Fig. 6 pour le cadencement). Cette impulsion

déclenchera une interruption type *FIRQ* pour indiquer au micro-processeur le démarrage du processus. Un délai fixe et un délai réglable permettront d'ajuster le début des mesures avec le faisceau. (Voir schéma de la carte entrée du trigger externe - Fig. 7).

### 4.3 Logiciel

#### 4.3.1 Les langages de programmation :

- l'Assembleur 6809 :
  - contrôle en temps réel de la liaison série RS422,
  - délai d'attente en temps réel,
  - contrôle en temps réel du processus d'intégration;
- le Pascal Omegasoft :
  - langage évolué, simple d'utilisation pour la gestion des tâches courantes (calcul, affichage, ....)
  - langage offrant un code objet directement exécutable, donc rapide, avec la possibilité de figer le software en mémoire morte (EPROM);
- le système d'exploitation FLEX.

#### 4.3.2 Caractéristiques de la liaison série longue distance RS-422 :

Cette liaison série est disponible sur une carte au standard Europe G64. Elle comporte 8 canaux RS-422 (on pourrait ainsi imaginer, si besoin est, de piloter plusieurs Sem grids). Elle est construite autour du circuit sérialisateur ACIA 68A50 (asynchronous series interface) et des drivers de puissance SN75172 et SN75173.

##### Paramètres de la transmission sérielle :

- 1 bit de start
- 8 bits de données
- 1 bit de stop

Vitesse de transmission : 9600 bauds

(Référence : schéma carte 8 canaux RS422 : CERN-SPS 5-3575-20-001-1).

#### 4.3.3 Organisation du logiciel

Se référer aux figs 8, 9 et 10 pour les synoptiques descriptifs de l'organisation du logiciel.

## 5. Tests et calibration

Une fois l'électronique analogique installée dans l'anneau et le run commencé, les accès pour tests ou dépannages sont sérieusement restreints. Il faut donc vérifier le bon fonctionnement de chaque canal avant de mettre le système en opération.

Un module de test spécial a été fabriqué pour tester chaque canal. L'émission secondaire pouvant être considérée comme un générateur de courant parfait, ce module simulera un générateur de faible courant.

L'expérience des techniciens de SPS/ABM montre qu'il faut apporter un soin particulier aux courants de fuite et impédance de couplage; c'est pourquoi ce module de test ne débite que sur un canal, le changement de canal devant se faire manuellement. Cette procédure garantit totalement une bonne immunité aux courants de fuite.

La manipulation consiste pour chacun des 16 canaux à connecter le module de simulation et faire une acquisition d'un profil avec plot sur imprimante.

Voir Fig. 11 les résultats des mesures pour chaque canal.

## 6. Evolution

Lors de la rédaction de ce document (octobre 1990), il semble que ce système destiné initialement à être utilisé pendant une durée limitée dans un MD, a encore un certain avenir devant lui.

- En 1991, après l'installation d'une nouvelle tranche de l'éjection, des essais devraient avoir lieu en parasite, quand il n'y aura pas d'utilisateurs de faisceaux dans la zone expérimentale Est.
- En 1992, devant la difficulté de réaliser un nouveau système répondant aux standards PS, il se pourrait que ce minitoposcope soit installé de façon durable lors de la mise en place de l'éjection lente définitive.

A ce sujet, on peut envisager de se connecter au système de contrôle PS par l'adjonction d'un module "single transceiver Europe" permettant un dialogue avec un quad. transceiver Camac. Ce style d'interface est largement utilisé au PS pour piloter les alimentations aux standards G64.



## Remerciements

Je remercie les personnes suivantes pour leurs aide et support dans ce projet : J. Bosser, J.J. Cloye, G. Ferioli, J. Koopman, J.P. Riunaud, Ch. Steinbach et M. van Rooij.

## Références

- [1]. Ch. Steinbach, Proposal for a new PS slow extraction, PS/OP/Note 86-24.
- [2]. J.P. Riunaud and Ch. Steinbach, Test of the PS new slow extraction scheme.
- [3]. K. Budal, Charge transport from targets in proton beam as a means of monitoring, CERN/PS 67-17
- [4]. J. Bosser et al., Beam transfer monitors for the operation of the SPS with oxygen, CERN/SPS/87-9 (ABM).

Proton Beam  
→

Sem-Grid TV Screen Pick-Up

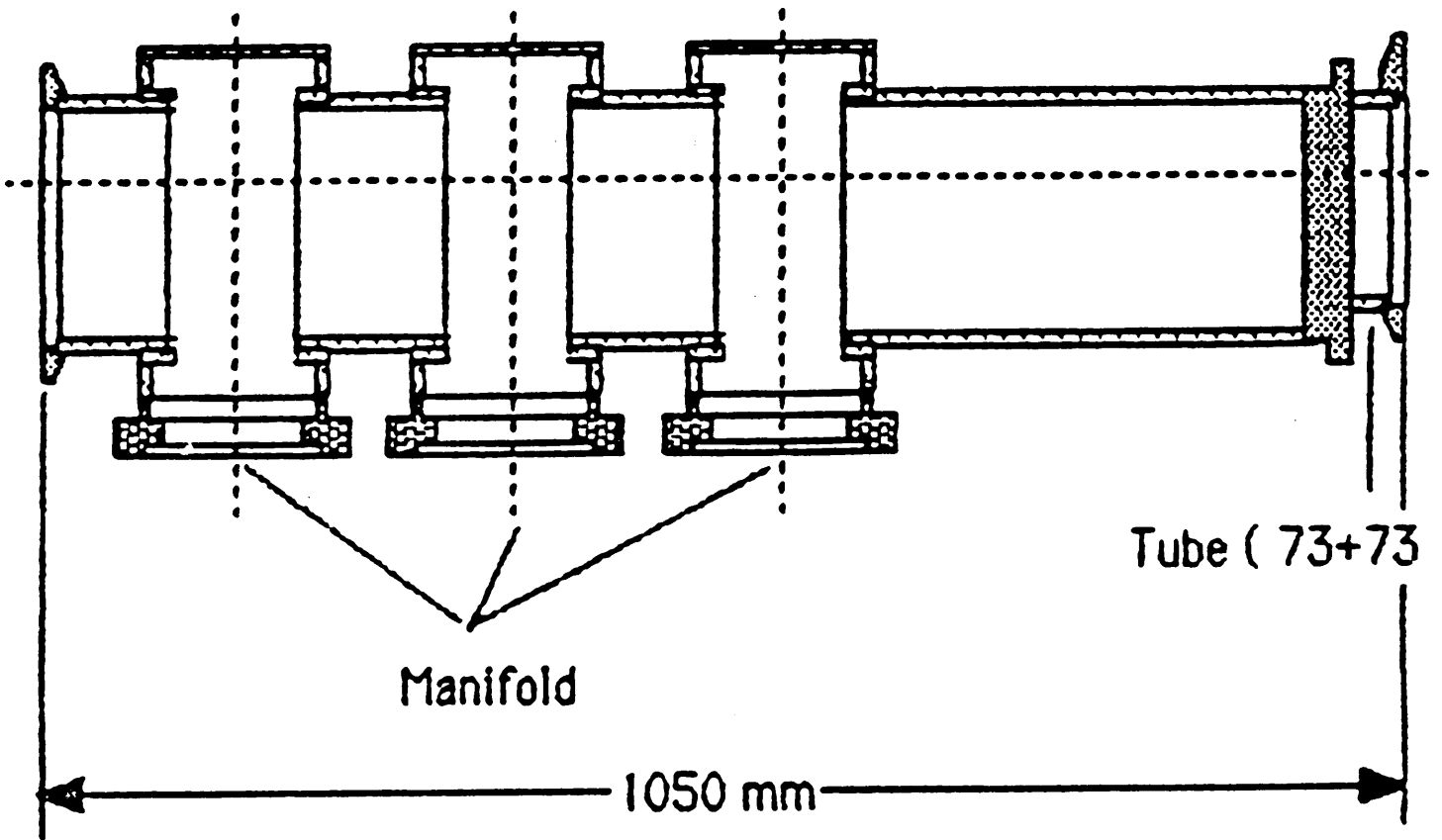
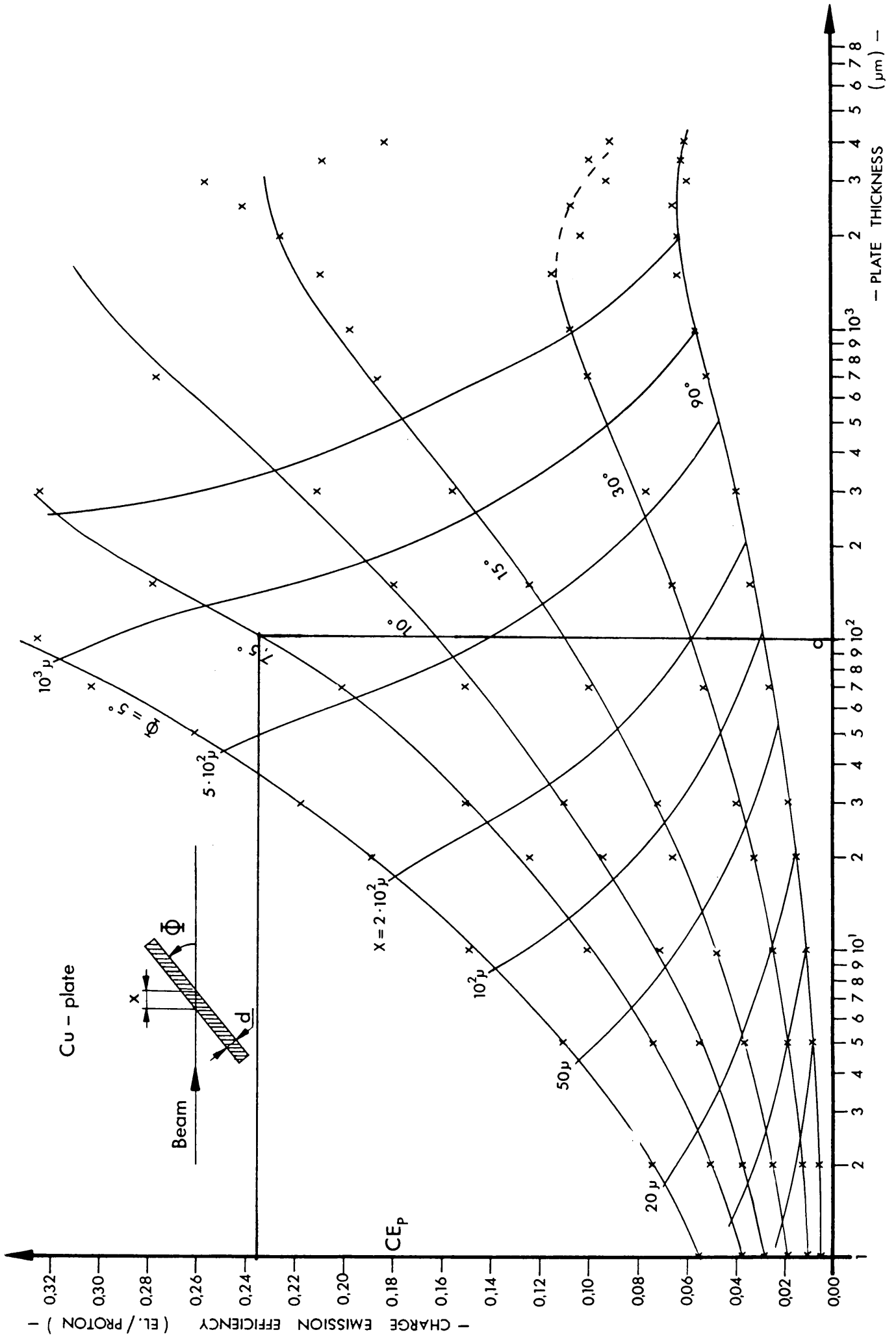


Figure 1

Vacuum Chamber SD 57 in PS Ring  
(top view)

Fig. 2



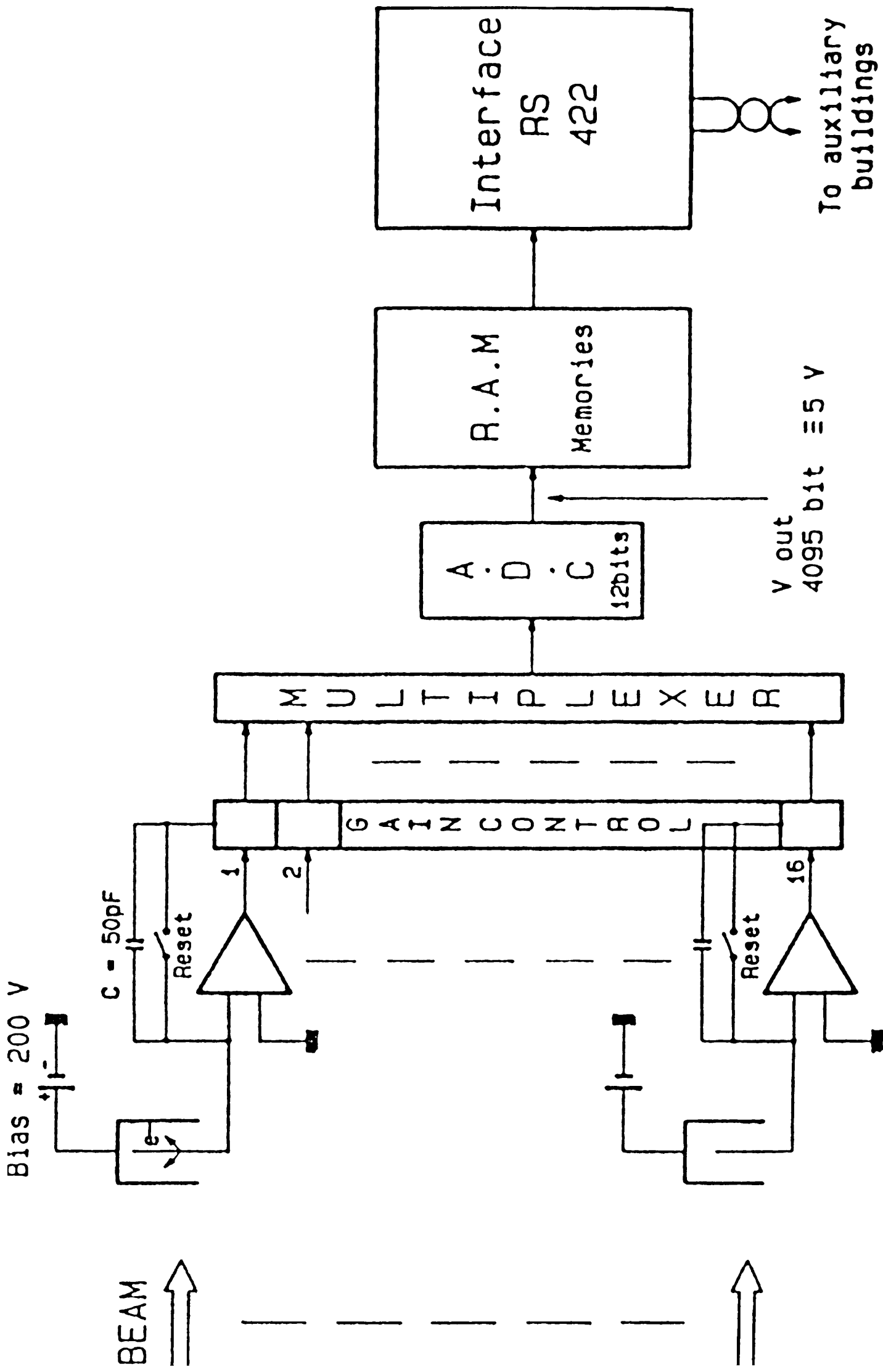


Fig.3  
SFM electronic block diagram

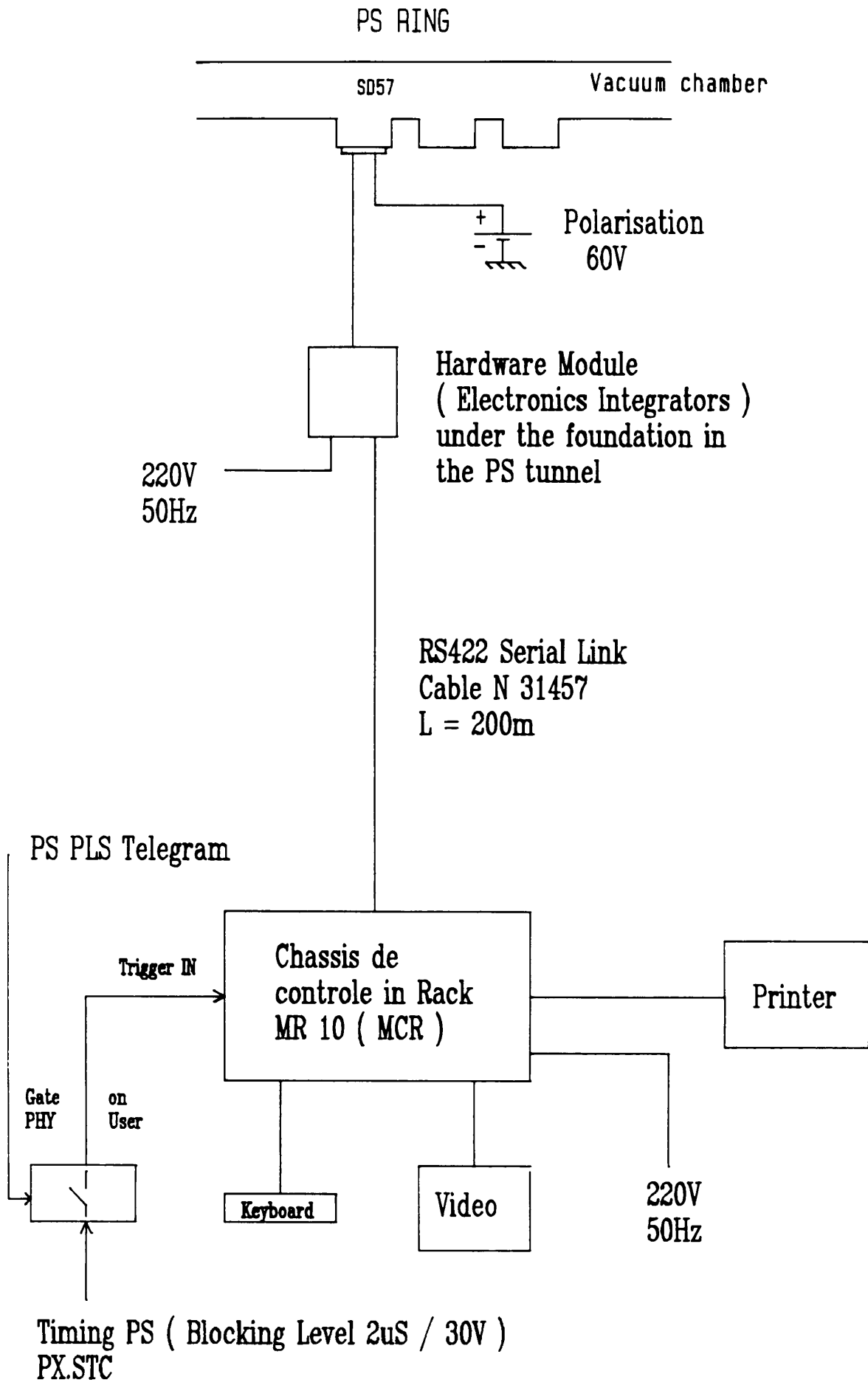
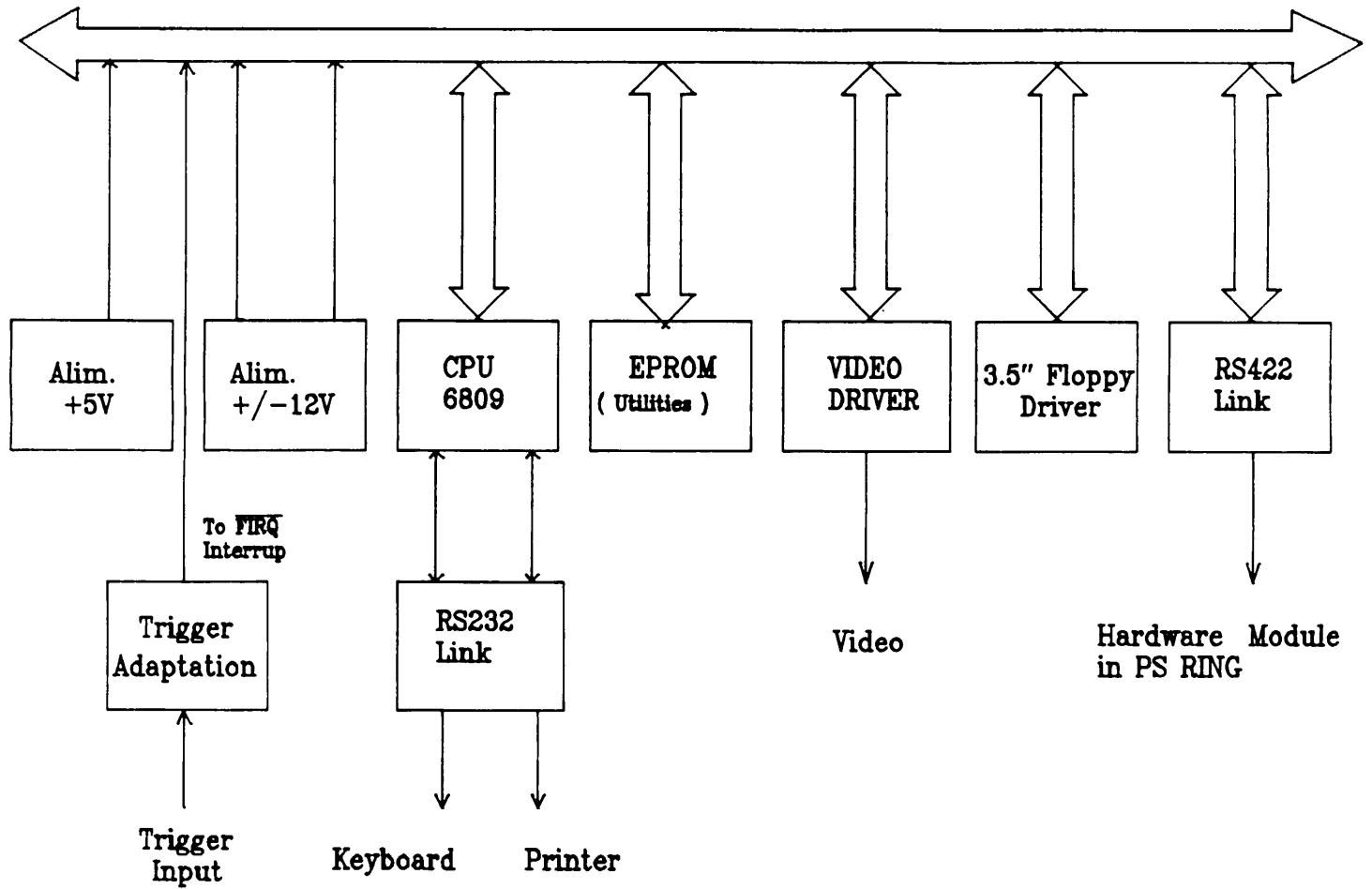


Figure 4

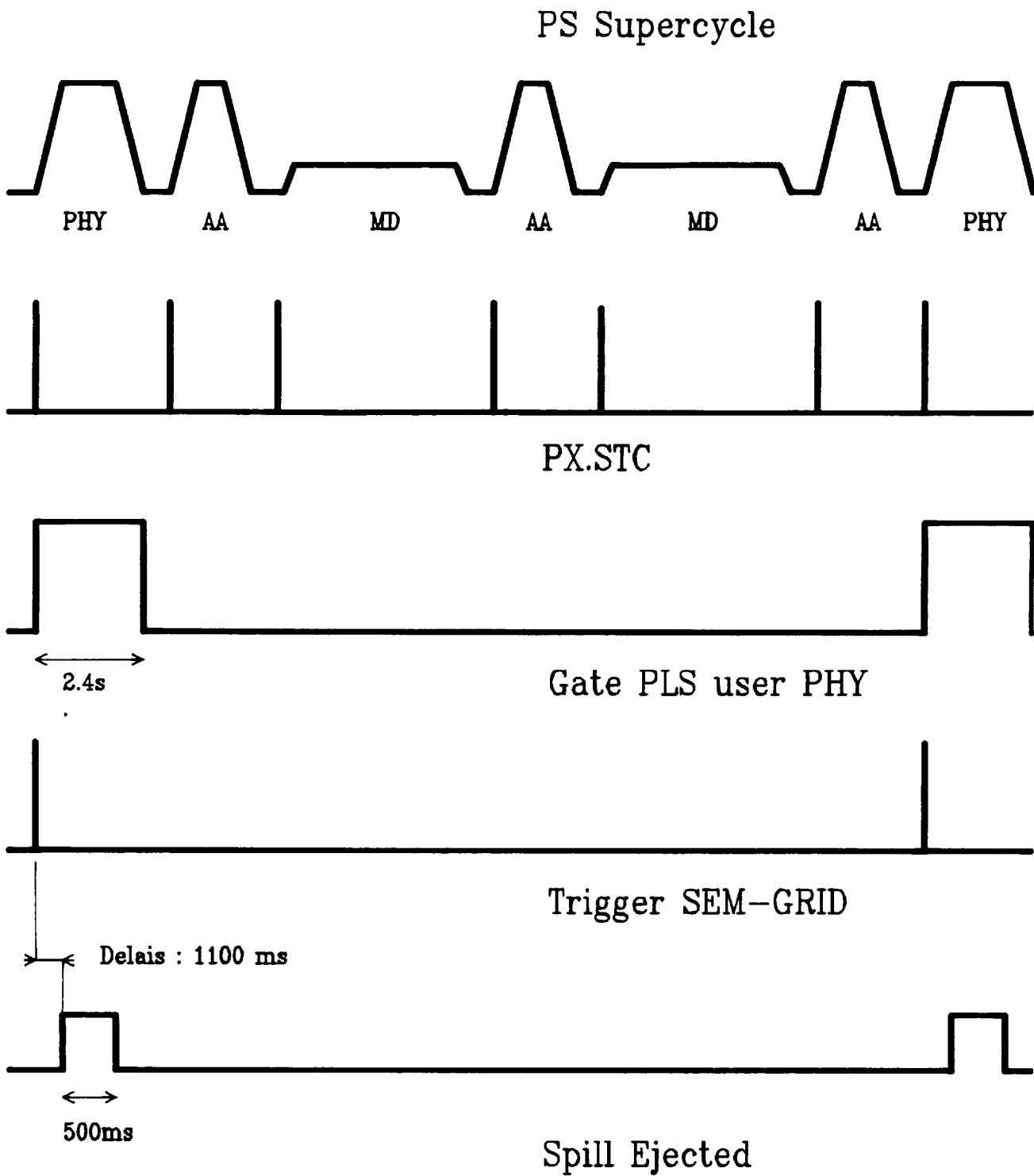
GENERAL LAY-OUT FOR SEM-GRID SD57

# BUS G64



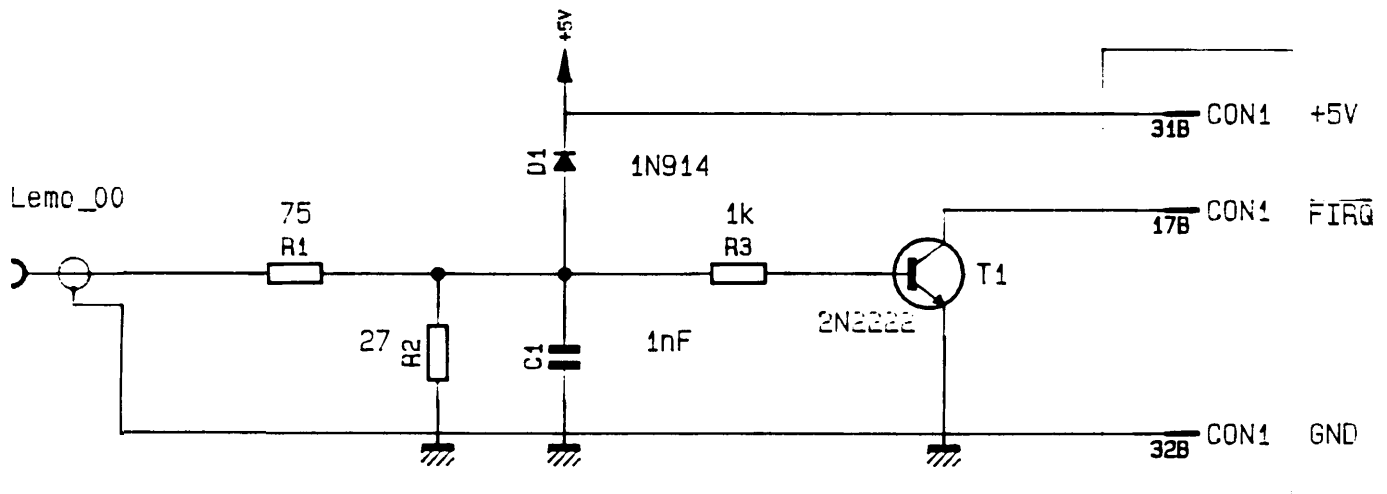
## IMPLANTATION DES DIFFERENTS MODULES ( Cartes Europe 3U ) DANS LE CHASSIS DE CONTROLE

Figure 5



TIMING FOR ACQUISITION OF THE  
PROFIL IN SEM-GRID SD57 IN PS

Figure 6



17- 18- 19- 20- 21- 22- 23- 24- 25- 26- 27- 28- 29- 30- 31- 32- 33- 34- 35- 36- 37- 38- 39- 40- 41- 42- 43- 44- 45- 46- 47- 48- 49- 50- 51- 52- 53- 54- 55- 56- 57- 58- 59- 60- 61- 62- 63- 64- 65- 66- 67- 68- 69- 70- 71- 72- 73- 74- 75- 76- 77- 78- 79- 80- 81- 82- 83- 84- 85- 86- 87- 88- 89- 90- 91- 92- 93- 94- 95- 96- 97- 98- 99- 100-	CERN-PS OP				
	Timing Adaptation for SEM-GRID SD57			SHEET NO:	
				SPECIFIC:	
				DATE: 17/10/90	
				DRAWN: CHEVALLAY	
			CHECKED: CHEVALLAY		
			DESIGN: CHEVALLAY		
			REVISION:		
Base de Données Graphique - Chevallay E./P.C.					

Figure 7



Organigramme  
general software  
du controle du SEM-GRID SD57

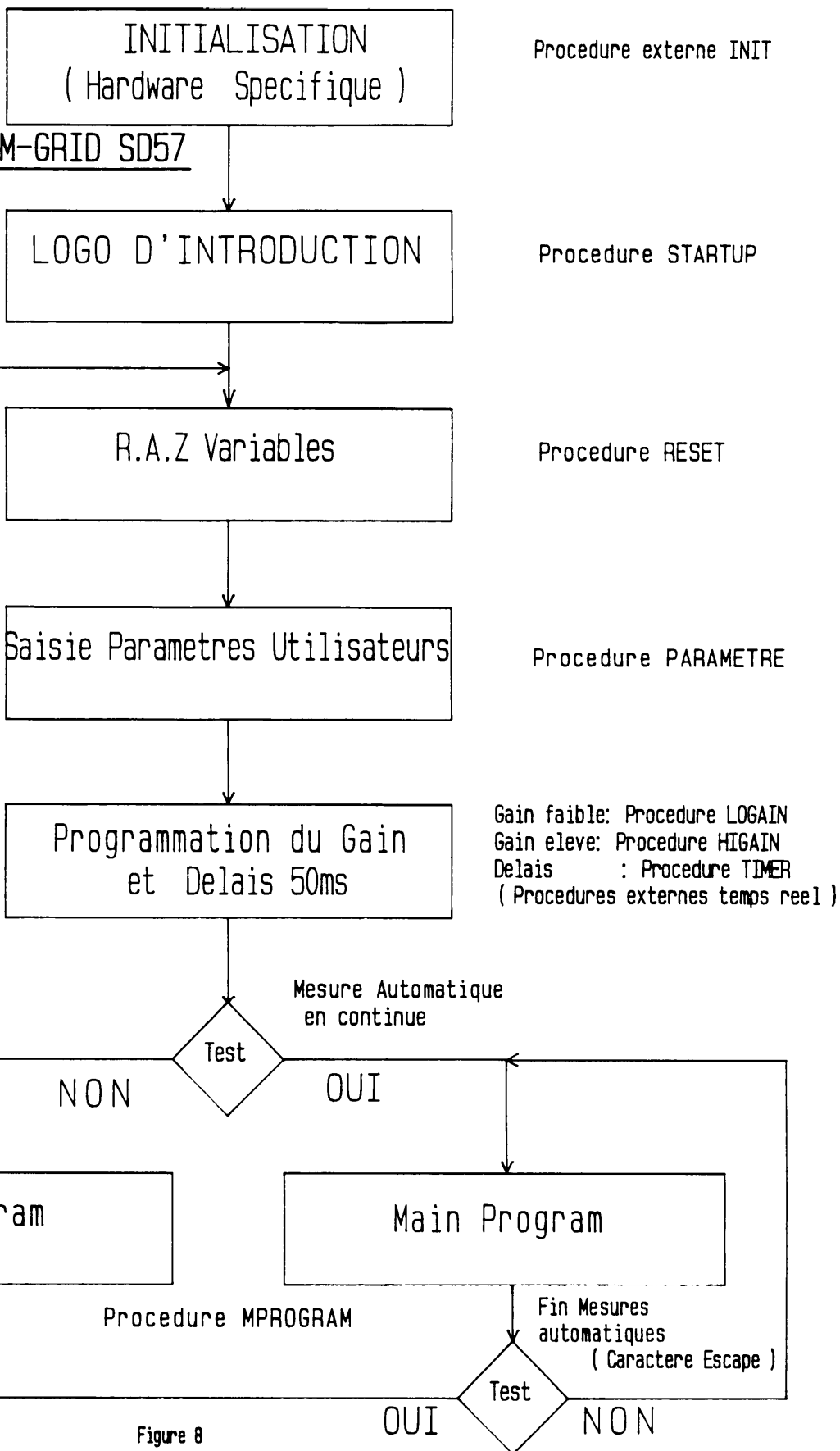
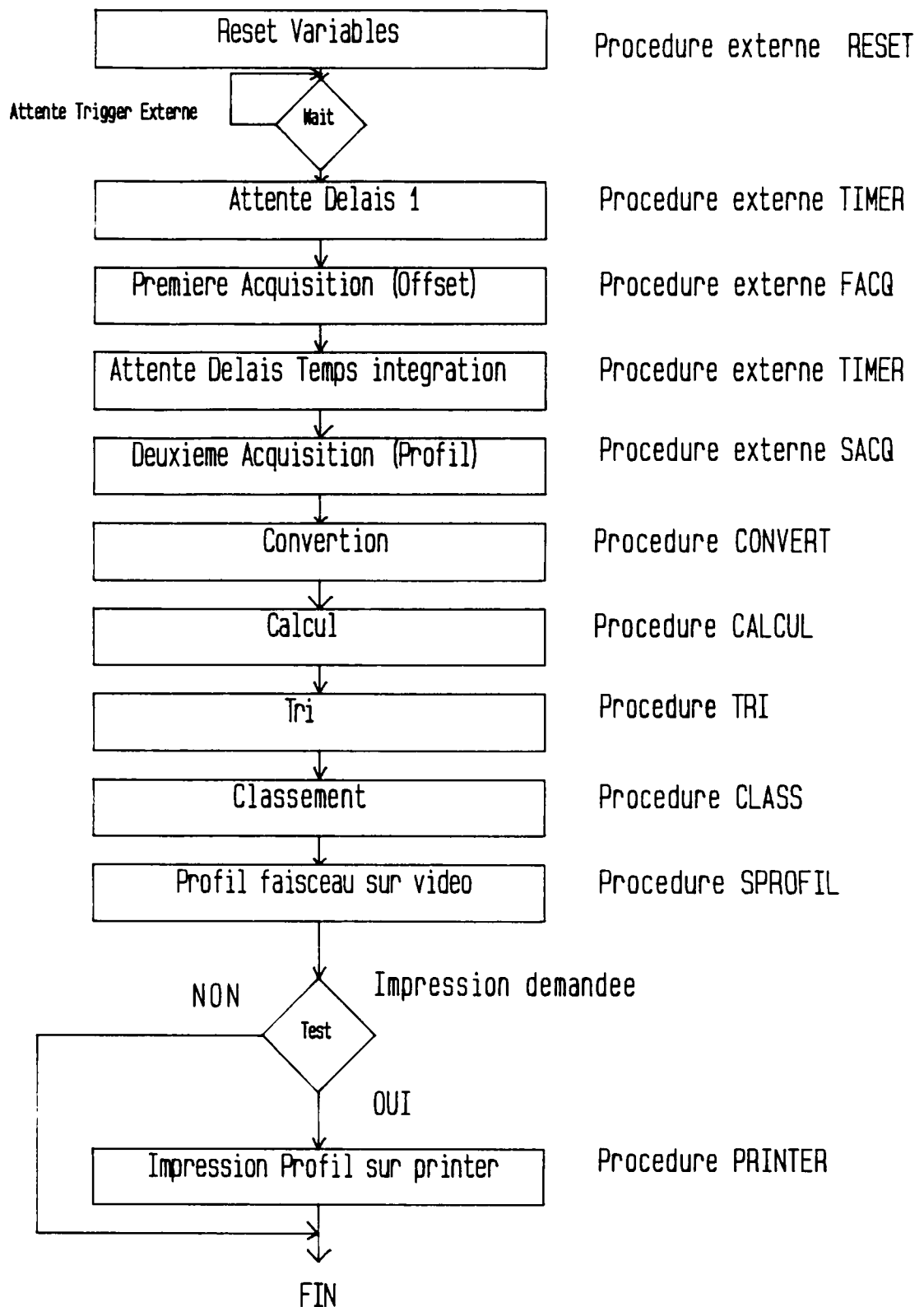
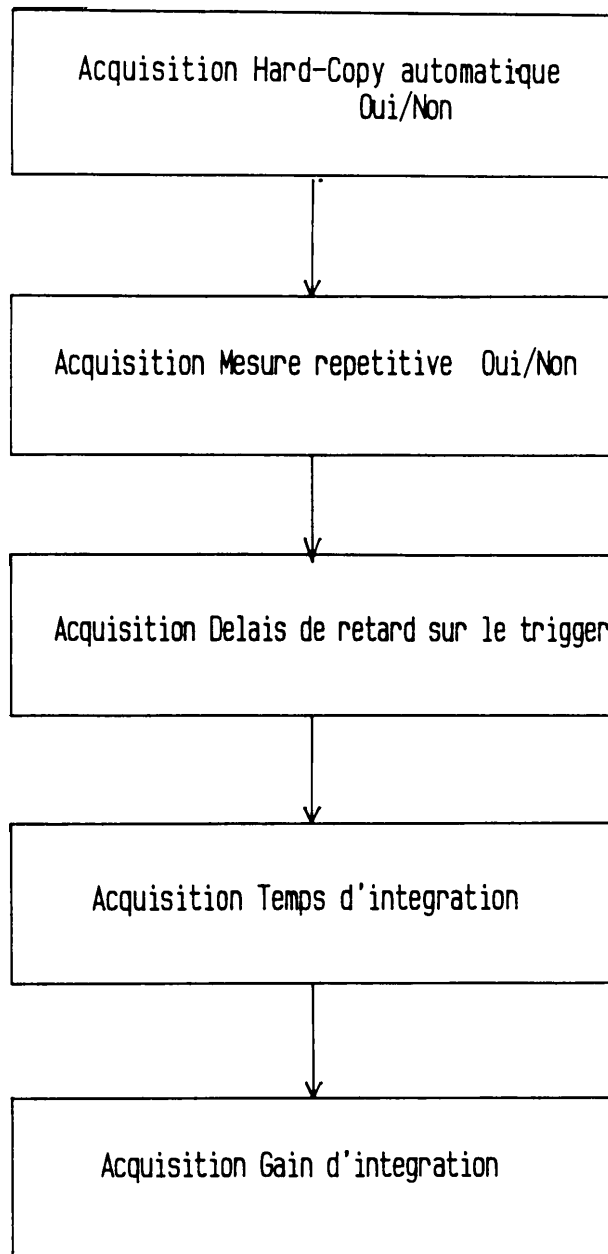


Figure 8



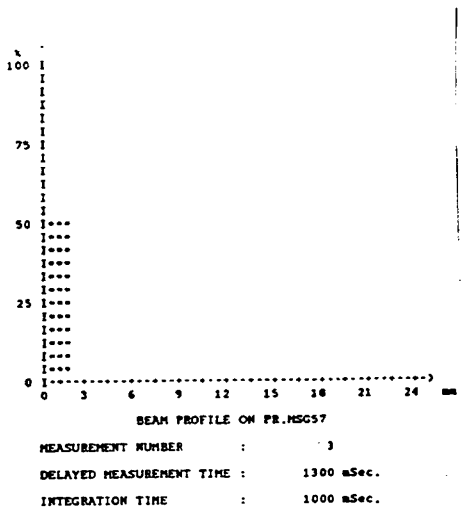
Description procedure MPROGRAM

Figure 9

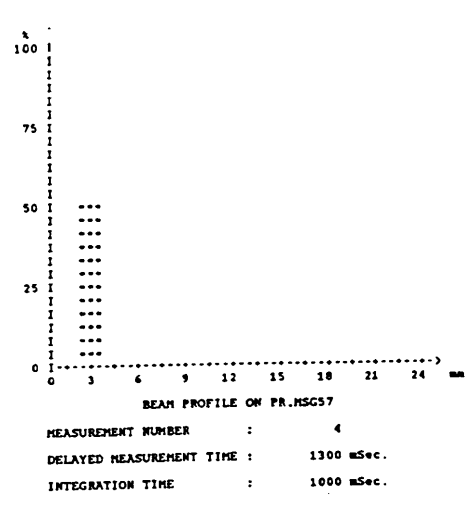


Description procedure PARAMETRE

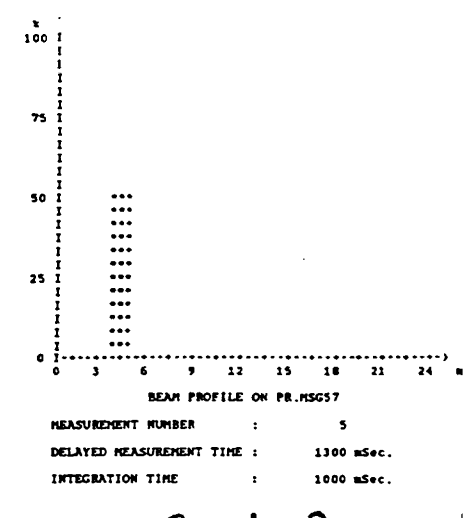
Figure 10



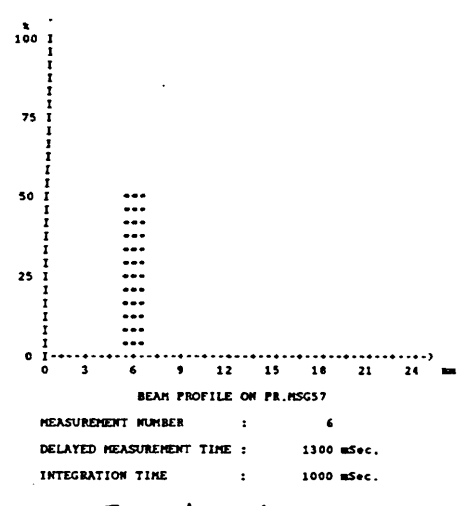
Canal 1



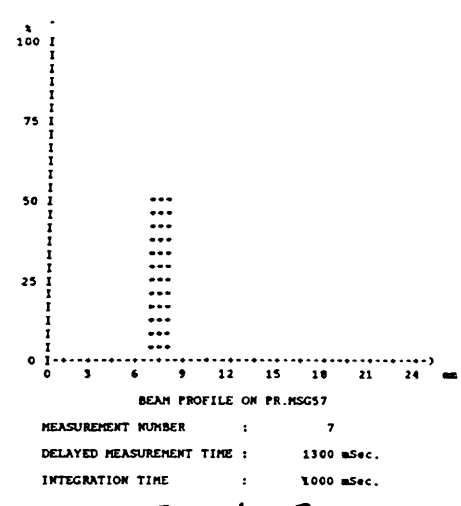
Canal 2



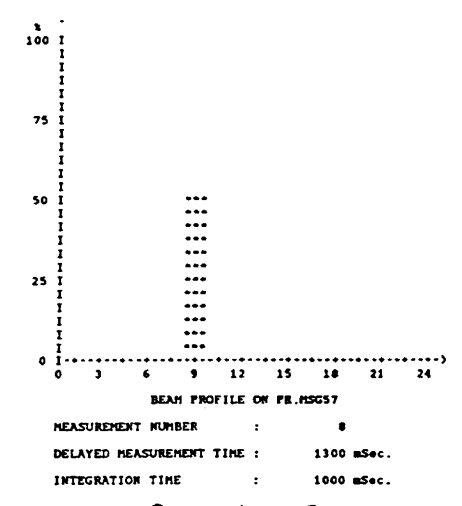
Canal 3



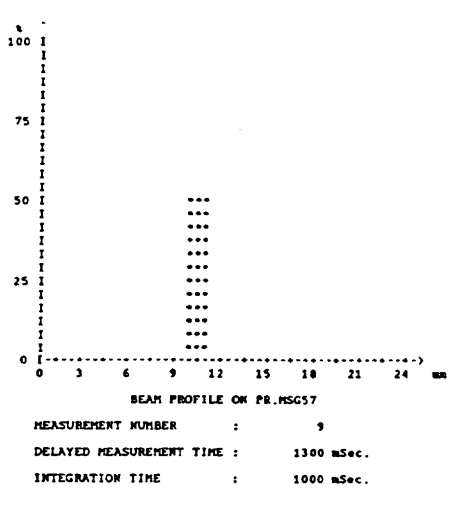
Canal 4



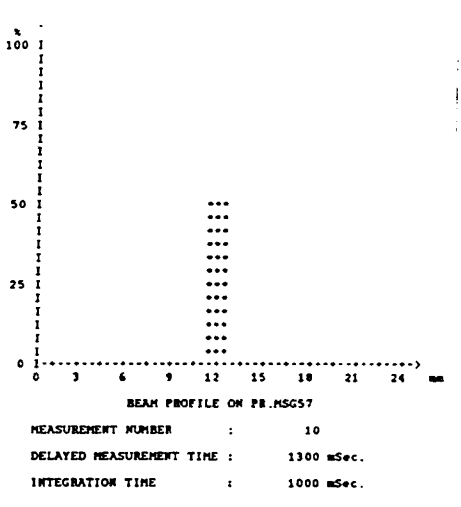
Canal 5



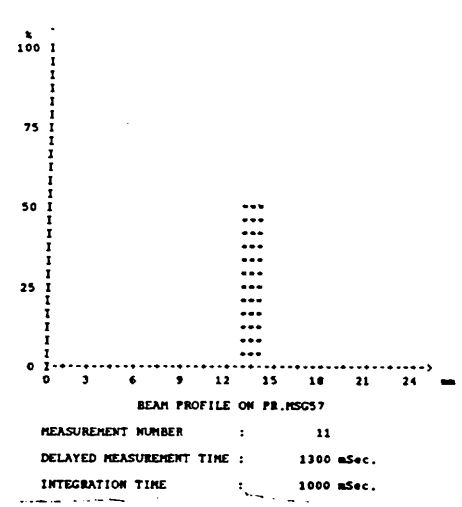
Canal 6



Canal 7



Canal 8

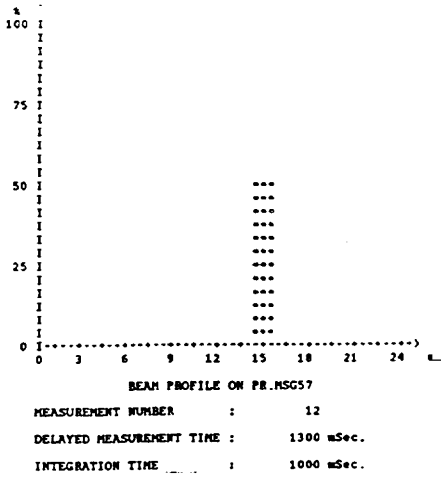


Canal 9

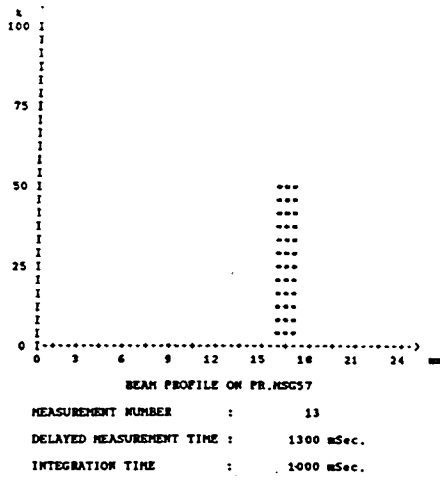
**Test de simulation et de calibration du système complet**

Profil des tests de chaque canal individuel.  
 ( Connection de chaque entrée sur un module d'essai simulant un générateur de courant ).

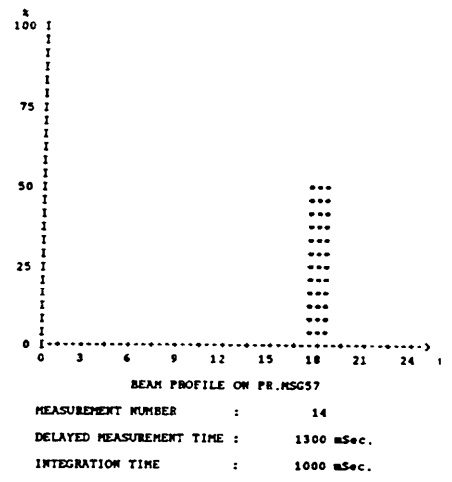
Figure. 11



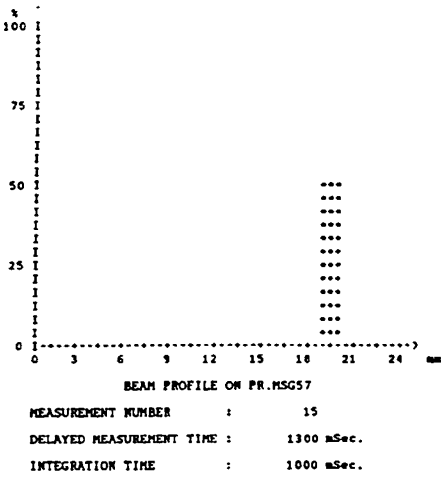
Canal 10



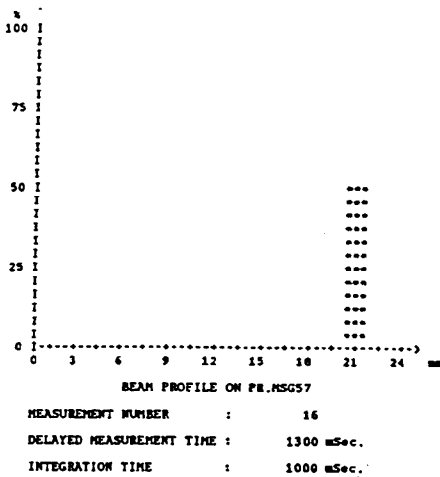
Canal 11



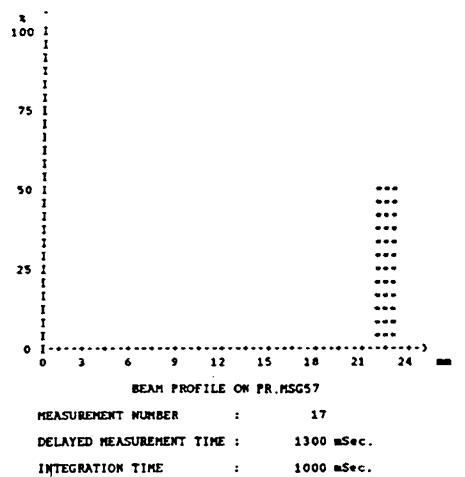
Canal 12



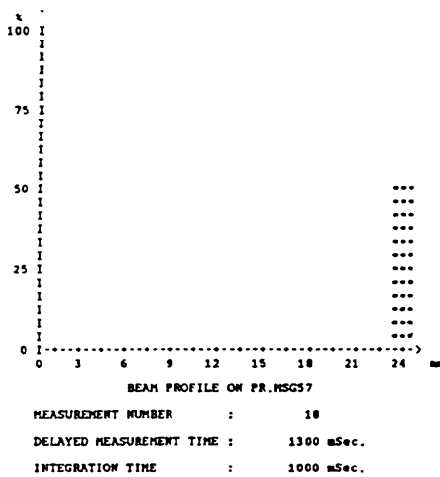
Canal 13



Canal 14



Canal 15

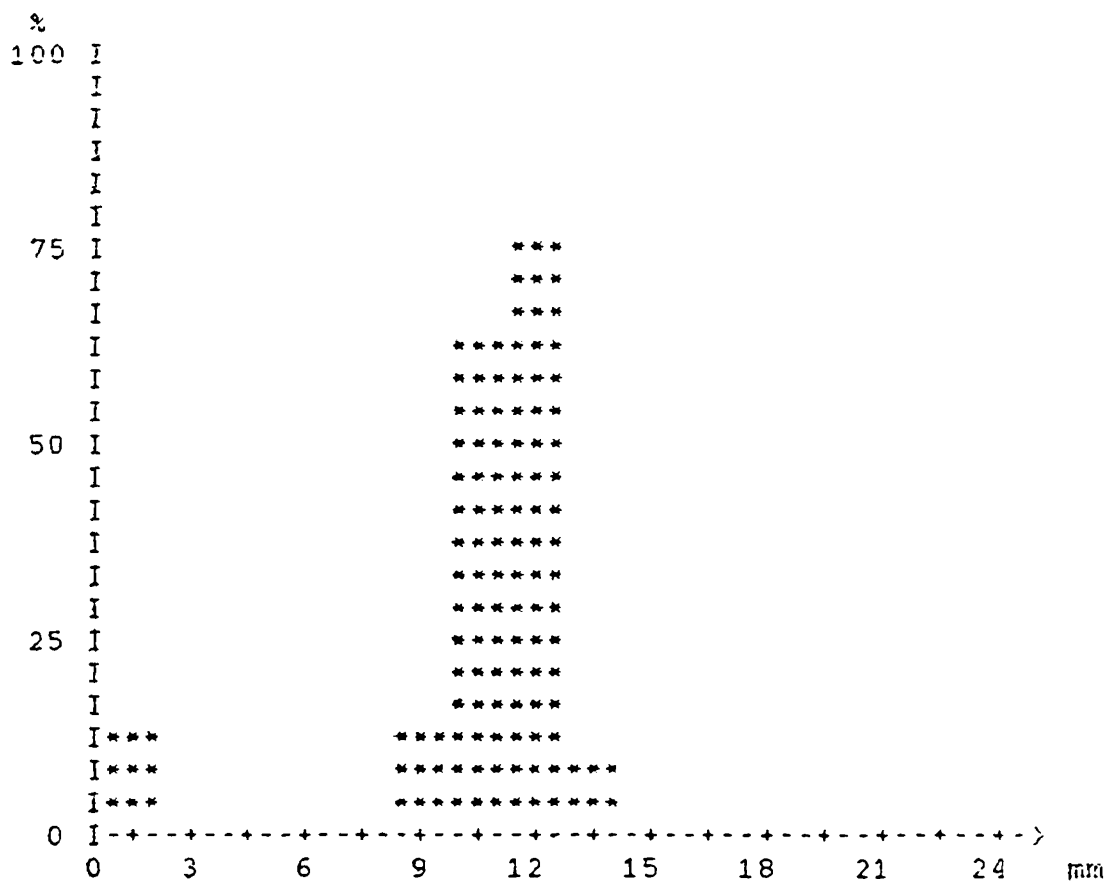


Canal 16

Test de simulation et de calibration du système complet

Profil des tests de chaque canal individuel.  
 ( Connexion de chaque entrée sur un module d'essai simulant un générateur de courant ).

Figure 11 suite



BEAM PROFILE ON PR.MSG57

MEASUREMENT NUMBER : 36  
 DELAYED MEASUREMENT TIME : 1300 mSec.  
 INTEGRATION TIME : 100 mSec.

Fig.12 Beam Profile at Thin Septum Location

## Distribution

Shift Leaders

Techniciens OP/PS

Ingénieurs OP

PSS

J. Bosser

J.J. Cloye

C. Dutriat

G. Ferioli/SL

F. Hoekemeijer

J. Koopman/SL

H. Koziol

P. Têtu

M. van Rooij