

PROPOSITION

POUR UN SYSTEME DE COMMANDE ET DE SURVEILLANCE PAR ORDINATEUR

DES AIMANTS AUXILIAIRES DU CPS, ET DE LEURS ALIMENTATIONS

J. Gruber, H. Kugler, F. Rohner

Remarque importante :

Cette note n'est plus à jour mais elle est quand même distribuée aux personnes mentionnées sous sa forme initiale pour indiquer le point de vue des auteurs sur le sujet vers octobre 1973, et pour servir d'amorce aux discussions dans le nouveau cadre de la division MPS. Il est prévu que les groupes AE, CCI et SM sortiront conjointement une version à jour de cette note dès que l'avancement des discussions en cours le permettra.

C. Germain

INTRODUCTION

Depuis 3 ans le nombre des aimants auxiliaires a considérablement augmenté (nouveaux dipôles, quadrupôles, octupôles), et d'autres sont encore prévus (entre autres : dipôles élargis, nouveaux dipôles à septupôle pour FE 58, nouveaux sextupôles).

Le développement de ce système d'aimants s'est accompagné de la mise en opération de nombreuses nouvelles alimentations dont les performances sont améliorées, et les commandes simplifiées ou rationalisées. De plus, des projets sont en cours ou prévus à moyenne échéance (23 alimentations).

L'amélioration du fonctionnement des éléments dont nous sommes responsables, pour permettre l'opération du PS à haute intensité et l'injection SPS, avec des cycles alternés, en séquences non régulières, nous amène à concentrer tous nos efforts sur cette amélioration de la disponibilité et de la fiabilité du système des aimants auxiliaires et de leurs alimentations.

La charge des spécialistes qui assistent l'opération, au niveau hardware de l'alimentation, des interconnexions et des aimants, devient très lourde, et pour que nous continuions dans de bonnes conditions, il devient nécessaire de :

- a) poser le problème de l'entretien et de la maintenance systématique de ces ensembles avec le même nombre de personnes,
- b) proposer le principe d'un contrôle séquentiel et permanent, et donc en temps réel, des paramètres des alimentations et des aimants, durant l'opération. Un diagnostic, avec alarme, provenant de cette surveillance continue, avec analyse et recherche des systèmes défaillants, devient nécessaire pour l'opération, l'ensemble étant indépendant de l'opérateur, et de l'ordinateur central CPS (en effet cet ensemble dépend essentiellement du hardware des alimentations).

L'E.M.A.S. remplit également ces fonctions et l'utilité d'un tel système se retrouve par comparaison avec l'E.M.A.S. (1)

1. AIMANTS ET ALIMENTATIONS

1.1. Aimants

	<u>Opération oct. 73</u>	<u>Prévus</u>	<u>Connexions d'ensembles Série ou parallèle</u>
Nouveaux dipôles horizontaux	17		17
Nouveaux dipôles verticaux	7		7
dipôles élargis		4	4
Nouveaux dipôles à septum (58)		4	1
dipôles Bumper 16	4		1
"Bumper"	3		3
Quadrupôles Q _j	7		1
" $\gamma_{\text{jump fast}}$	8		2
" $\gamma_{\text{jump slow}}$	6		1
" spéciaux	2		2
" FAK		2	2
Nouveaux sextupôles compacts		8	8
(sextupôles anciens 14)			
Octupôles compacts	2	6	2
(Octupôles anciens 8)			
(Dipôles anciens "Kickers" 6)			

51

soit environ 50 nouveaux ensembles d'aimants auxiliaires
(aimants connectés en série ou en parallèle).

1.2. Alimentations

Un tableau détaillé des alimentations en service début 1973 est donné dans la Note MPS/SR 72-15⁽²⁾. Distribuées sur 3 zones géographiquement différentes (EJB, SGR et Ext. Hall Süd), elles se répartissent comme suit :

En stand-by	(Alimentations anciennes	(Génératrices	B ₁ , ..., B ₅ , A _{1,2}	1
		(Redresseurs	C ₆₅₁ , C ₂₇₁ , R _{II}	
		(Génératrices	P.F.W.	1
En service	(Alimentations actuelles	(Redresseurs	F ₃₀₀ , D ₆₅₁	2
		("	G ₁₀₀₀ , G ₈₀₀	2
		("	T ₇₀₁ , 501, ..., 505	6
	(Alimentations en cours d'installation	(Redresseurs	T ₇₀₂ , 703, 506 507	4
	(Alimentations en commande	(Redresseurs	T ₂₅₁ , 252, 253, 254	4
		("	γ _{jump fast} (inst. oct.73)	2
Futures	(Alimentations futures, prévues à moyenne échéance	(Redresseurs	γ _{jump slow} (en fabrication)	2
		(Octupôle, sextupôle, quadripôle (harmonique 0)	5
		(Redresseur usage multiple		1
		(Décharges capa.	Bump 58	5
		(kick enhancement	
		(quadripôle transf. SPS	
		(bump 16	
		(bump 31 transf. SPS	

Soit un minimum de 35 alimentations

(Puissance de pointe : ~7 MVA)

1.3. Panneaux d'interconnexions (Patch Panels)

A quelques exceptions près, toutes les lignes alimentations/aimants passent par un panneau d'interconnexion.

Un nouveau panneau principal est projeté à S.G.R., qui possèdera un système simple de contrôle matriciel de toutes les interconnexions. Les autres panneaux d'interconnexions seront également surveillés (exemple: γ_{jump} fast and slow, où la surveillance sera effectuée entre les connexions alimentation usuelle et alimentation réserve). Le panneau d'interconnexion E.J.B. suivra l'évolution des alimentations qui seront installées dans ce bâtiment.

NOTE : Les aimants et alimentations injection 800 MeV ne sont pas compris dans la liste. Mais le système proposé peut être l'objet d'une extension permettant d'y inclure ces aimants et alimentations ultérieurement.

2. PRINCIPALES TACHES D'UN SYSTEME DE CONTROLE, D'ANALYSE ET DE SURVEILLANCE DES AIMANTS AUXILIAIRES

2.1. La première fonction d'un tel système est celle de faire la liaison entre les opérateurs de la Salle de Contrôle Principale et les différents processus.

L'opérateur introduit dans la mémoire de l'ordinateur ses données, sous forme de programme, depuis la maxi-console éjection (IMLAC), ou par un autre intermédiaire, et appelle - quand il en a besoin - les différents types de résultats ou d'affichages qu'il désire (sur écran alphanumérique par exemple)⁽³⁾.

2.2. Si l'on cherche à déterminer les tâches individuelles au niveau des différents processus, on peut les énumérer comme suit⁽⁴⁾:

2.2.1. Alimentations

a) acquisition

- acquisition du courant
- acquisition de la tension) avec polarité,
- acquisition de la référence sur l'alimentation) à un timing
- acquisition de tensions induites) déterminé
(c'est-à-dire mesure à un timing dépendant
du cycle principal)
- acquisition du courant à l'injection) signaux
- acquisition de la référence à l'injection) amplifiés
- acquisition des délais)
- acquisition de tous les STATUS et des principaux interlocks
- commande des STATUS

b) surveillance

- surveillance de la valeur efficace du courant et de la puissance
- test si les paramètres sont à l'intérieur d'une fourchette donnée
(Data Bank)
- mémorisations des variations rapides (surveillance et déclenchement)
(Exemple : variation de la tension en fonction du courant)
- mémorisations de variations lentes (log d'un paramètre sur plusieurs
heures)
- surveillance des jitters des délais ou des timings
- acquisition de tous les interlocks.

c) réglage en boucle ouverte

- réglage de la forme du courant sur une charge déterminée (directe-
ment au niveau de la régulation de l'alimentation, dans la mesure
où celle-ci connaît sa charge, voir paragraphe 2.3.)
- contrôle d'un certain nombre de paramètres dans l'électronique
(par exemple lors du fonctionnement en continu d'une alimentation)

- d) tests : de très nombreux tests seront à prévoir, par exemple :
- test d'une alimentation dont on veut vérifier le comportement (un paramètre déterminé) sur 24 heures par exemple,
 - test d'une alimentation dont on vérifie le comportement sur différentes charges.

2.2.2. Aimants

a) acquisition

- acquisition du courant dans la charge)
(avec transformateur de courant)) avec polarité,
- acquisition du champ magnétique) à un timing
- acquisition de tous les interlocks de l'aimant) déterminé

b) surveillance

- test si les paramètres sont à l'intérieur d'une fourchette donnée
- mémorisation des variations

c) tests

- test de correspondance : courant aimant/courant alimentation (permet une recherche effective de correspondance par mise à zéro de tous les autres courants)
- équilibrage de courant dans des branches aimants en parallèles.

d) positionnement mécanique du SQUARE

2.2.3. Patch Panels (SGR et EJB)

- a) - acquisition du type d'aimant connecté sur telle ou telle alimentation
- en effet, jusqu'à maintenant on contrôle (ou commande) un "type d'alimentation". En réalité, pour l'opérateur, et à titre de simplification, on devrait pouvoir contrôler un "type d'aimant" (dipôle, bump, etc.), l'alimentation étant alors considérée comme une "boîte noire" (5).

- b) - l'identification alimentation/aimant permet de prévoir un réglage de la forme du courant, en fonction de la charge.
- c) - acquisition des polarités des charges connectées en série sur le Patch Panel.

2.2.4. Paramètres extérieurs

- a) - distribution du 380 V de puissance (3 transfos de 800 kVA, 1 transfo de 2MVA)
 - distribution du 380 V auxiliaire (transfos séparés)
 - distribution du 110 V et du 48 V
 - distribution de l'eau : 2 circuits de distribution (avec 380 V, débit, température, pression)
 - températures des zones d'alimentations.

3. PARAMETRES

Alimentations :

- 6 signaux analogiques à convertir (par multiplexage)
(2 x 3 signaux analogiques par séquence)
- 1 { acquisition des principaux interlocks
commande des status } de l'alimentation
- 3 interlocks (avec réglage des boucles I et U pour les différentes constantes de temps des aimants)
- 3 registres timings

soit au total 13 paramètres.

Aimants :

- 1 acquisition du courant
- 1 acquisition du champ magnétique

soit au total 2 paramètres.

Patch Panel :

- 1 paramètre comprenant : - les interlocks de l'aimant
- une adresse $\hat{=}$ type et No. de charge

Au total l'ordinateur devra traiter environ 600 paramètres (mots tests nécessaires non compris).

4. CHOIX D'UN SYSTEME DE SURVEILLANCE DES PARAMETRES

Le problème déterminant pour le choix d'un tel système est le nombre de processus (alimentation/aimant) à surveiller, ainsi que le nombre de paramètres.

4.1. Réalisation par "automatismes séquentiels", propres à chaque système

Si l'on veut résoudre ce problème au moyen d'automatismes logiques, il faut autant de chaînes qu'il y a d'éléments à automatiser, chaînes qui sont à insérer dans une électronique propre à chaque système.

Si l'on compte le nombre d'opérations que nous voulons réaliser, on voit que le prix de l'électronique devient prohibitif: c'est la somme pure et simple du prix des différentes séquences d'automatismes prises isolément.

Si l'on estime le prix minimum du châssis électronique nécessaire à chaque alimentation à 10 kFr., l'ensemble se chiffre à 350 kFr. (ce calcul se limite à la surveillance des paramètres des alimentations; aimants et panneaux d'interconnexion ne sont pas compris). D'autre part, l'introduction d'un automatisme, s'il est un progrès dans le sens d'une amélioration des possibilités de surveillance de l'ensemble des paramètres, ne doit à aucun prix manquer de souplesse dans ses possibilités d'évolution ou de modification.

La réalisation par automatismes logiques séquentiels n'est donc pas très souple. Dans la mesure où l'on désire être évolutif, on aboutit à des systèmes ressemblants à des ordinateurs.

4.2. Réalisation par mini-ordinateur satellite

4.2.1. Comparaison par rapport au système de surveillance par automatismes séquentiels

Le problème des contrôles, surveillance, etc. des paramètres est résolu par l'ordinateur qui utilise pour chaque contrôle séquentiel les mêmes éléments, quel que soit le processus (alimentation/aimant). Il offre donc le maximum de possibilités.

En ce qui concerne les possibilités d'évolution ou de modifications, l'ordinateur nous apporte toute la souplesse voulue, puisque nous pouvons les faire par modification des programmes de traitement de données, c'est-à-dire par le software. Ceci nous amène à rechercher une standardisation de nos paramètres pour les nouvelles alimentations.

Un certain nombre d'autres avantages sont liés à cette solution.

4.2.2. Contrôle séquentiel des paramètres

Comme la Fig. 1 le laisse voir, un double cycle SPS (FE 16) et CPS, 26.3/24 GeV/C (FE 16, FE 58, SE 62) montre que :

- d'une part un nombre important de fonctions, correspondant chacune à un ensemble alimentation/aimant, sont réparties sur le cycle.
- d'autre part, comme mentionné au paragraphe 3, nous voulons contrôler un nombre important de paramètres.

Il en résulte que chaque cycle demande plusieurs contrôles séquentiels. Le cycle SPS donne l'unité pour ce système en temps réel : dans le cas de la Fig. 1, une séquence de 400 msec se trouve appropriée pour l'acquisition, le traitement et l'exécution.

Pour le cycle CPS, la période peut être similaire, mais elle peut être étalement déterminée par l'ordinateur satellite, en fonction même du cycle CPS.

La synchronisation s'effectuera par le train M (impulsion M_1 ou M_{30} - cas de la Fig. 1), ou par un autre train dépendant des cycles SPS/CPS.

Ce système permet "l'ouverture de la loupe" sur tout paramètre défaillant : l'ordinateur satellite doit envoyer un message à l'opérateur MCR, message qui n'est pas seulement l'affichage d'un interlock - par exemple -, mais qui devrait lui donner une instruction (par exemple : changer d'alimentation, programmation défaillante, etc.)

Dans ce but, un certain nombre de programmes devront pouvoir être appelés : soit automatiquement par l'ordinateur satellite, soit par les spécialistes, soit par les opérateurs du MCR. Par exemple : Subroutine de recherche de correspondance entre aimant et alimentation.

4.2.3. Setting-up, tests et maintenance

Le setting-up de l'opération au niveau des alimentations est une opération longue et qui, pour la plupart des ensembles alimentation/aimant, demande la présence d'un spécialiste pour effectuer les réglages et les contrôles.

Une accélération notable de ce temps de setting-up devient possible si ces ensembles sont commandés et contrôlés simultanément par l'ordinateur satellite.

En ce qui concerne la forme du courant ou l'ajustage des temps de montée, le pré-réglage simultané des boucles de régulation, possible selon l'identification alimentation/aimant, devient essentiel.

La maintenance et les tests locaux, ainsi que les essais de mesures magnétiques sur les différentes lentilles, demandent que les spécialistes disposent localement, c'est-à-dire à proximité de l'ordinateur satellite, d'un équipement périphérique minimum (télétype, affichage,

lecteur/perforateur rapide).

4.2.4. Affichage MCR

L'ensemble des fautes et des erreurs devra pouvoir s'afficher sur le terminal alphanumérique MCR, et ceci par des interrupts ayant des niveaux de priorité assez élevés (déterminés en commun avec le Groupe CO). Il serait souhaitable que l'affichage soit ensuite reporté sur un écran TV auxiliaire, réservé aux alimentations et aimants auxiliaires, afin de libérer l'écran de visualisation (ceci relève du Groupe CO).

4.2.5. Problèmes majeurs de cette solution

- a) fiabilité (voir paragraphe 5.6 suivant)
- b) l'implantation de ce mini-ordinateur satellite nécessite un système de transmissions de données, système qui est coûteux. Mais il ne faut pas oublier qu'un contrôle ordinateur avec acquisition et commande d'un nombre limité de paramètres était prévu. Ce qui se traduit sur nos systèmes par une digitalisation des entrées et sorties, qui sera de toute façon à mettre en service.

La différence porte essentiellement sur l'augmentation du nombre de paramètres.

5. SCHEMA SYNOPTIQUE PROPOSE

Il est représenté sur la Fig. 2.

5.1. Mini-ordinateur satellite

Proposition : PDP 11/40 (ou 45)

mémoire de 16 K, avec protection de mémoire.

Le PDP 11 est un modèle qui a été choisi par le Groupe CO. Ceci permet d'avoir des lignes d'interconnexion simples, des interconnexions de modules entre-eux - si nécessaire -, des possibilités de développement de programmes qui peuvent être testés sur d'autres ordinateurs,

l'utilisation d'un moniteur ("executive program").

5.2. Eléments périphériques

- a) télétype ou logabox
- b) affichage alphanumérique, avec clavier (modèle DEC ou TEKTRONIX)
- c) real time clock, avec 2 registres, essentiellement destinés à la programmation locale,
- d) lecteur et perforateur rapide (Paper Tape)
(éventuellement bande magnétique sous forme de cassette)

Le choix de ces différents éléments ne se fera qu'après une définition plus précise de l'ensemble du système.

5.3. Système de transmission de données

Le système CAMAC peut remplir toutes les fonctions d'interface et de transmission de données de notre système. Le choix du CAMAC est essentiellement guidé par la nécessité de pouvoir acheter rapidement, à petite échelle, un système industriel évolutif. En raison de la répartition des alimentations sur 3 zones géographiques, et du nombre de paramètres dans chaque zone, il est prévu de disposer de 4 CRATES CAMAC.

Comme l'indique la Fig. 2, les CRATES I, II et III sont situés à l'Ext. du Hall Sud, et la liaison avec le mini-ordinateur se fait directement par l'unibus I/O. Le CRATE IV est situé au Bâtiment d'Ejection. Pour sa liaison avec l'ordinateur, plusieurs solutions sont possibles :

- solution Borer : Unibus transmitter 1594-1595
- solution NP : Unibus Extension : transmitter-receiver.
(ces solutions ont l'avantage de conserver le même software).

Les 2 solutions pourront être testées mais la deuxième semble s'adapter à notre cas, avec l'avantage d'une meilleure

réjection de mode commun.

Un autre système de transmission-série, mis au point au Lab. II, avec une possibilité de transmission de 24 μ sec per data, donc 40 000 mots/sec, devra également être testé : il a l'avantage d'avoir une isolation par photo-coupleurs^(6, 7).

Le choix devra être également guidé par le problème de la maintenance.

5.4. CRATE CAMAC

Ils comprendront principalement les modules suivants :

- CRATE controller (CC 11 pour le PDP 11)
- Acquisition des signaux analogiques :
 - multiplexeur (avec découplage maximum par impédance d'entrée très élevée)
 - convertisseur A/D (précédé d'un sample a. hold, nécessaire pour toute alimentation pulsée)
- Acquisition et commande : I/O Buffer-register
- Timing : modules spéciaux de 16 x 2 délais, commandés par l'ordinateur et déclenchés soit directement de l'ordinateur, soit de l'extérieur : un certain nombre de timings sont envoyés directement du MCR (8, 9).

5.5. Générateur de fonctions

Il est souhaitable d'utiliser un seul et unique générateur de fonctions analogiques, et ceci pour toutes les alimentations. Un générateur a été développé par le Groupe Contrôle; dans la mesure où les différents paramètres peuvent être mémorisés dans le PDP 11, et où le réglage s'effectue par action directe sur cet ordinateur, ce générateur serait la meilleure solution⁽¹⁰⁾

Une console locale pour le réglage des vecteurs devra être disponible pour tous les tests qui sont préconisés.

5.6. Fiabilité des différents éléments⁽¹¹⁾

- a) Ligne de communication entre l'ordinateur PS et le mini-ordinateur satellite (Data link): s'il y a une panne sur cette ligne, l'ordinateur satellite continue à travailler, donc sans interruption de l'opération, mais il n'est plus commandable que depuis l'équipement périphérique local.
- b) Si l'ordinateur satellite tombe en panne, on doit se reporter sur les commandes locales. Il n'existe aucune solution simple permettant de by-passer l'ordinateur satellite. Néanmoins, il est utile de rappeler que l'ordinateur, une fois rôdé, est certainement l'élément le plus fiable de toute la chaîne. Si les erreurs de jeunesse sont éliminées (2 à 4 mois), seules les erreurs de principe peuvent entraver le fonctionnement de l'ordinateur.
- c) Si le défaut se situe au niveau des CRATES CAMAC, il peut être simple ou difficile à situer :
 - très simple : correspond à une alimentation déterminée, et dont on peut rapidement changer le plug-in (I/O par exemple)
 - difficile : CRATE Controller ou data-way.

De toute façon une commande locale complète est nécessaire et sera disponible, timings (ou délais) compris, reliés directement aux trains M et B .

6. ESTIMATION

A titre de comparaison avec le système d'automatismes séquentiels mentionné au paragraphe 4.1., une très grossière estimation est faite ci-dessous :

- Ordinateur satellite)
 (type PDP 11/40/45, avec une mémoire de 16 K)) ≈ 150 kFr.
- Eléments périphériques)

- Link entre ordinateur PS et ordinateur satellite ≈ 30 kFr.
- Prix estimé d'un CAMAC CRATE ~ 60 kFr.
 pour 4 CRATES ≈ 250 kFr.
- Unibus extension (solution NP) ≈ 5 kFr.
- Générateur de fonctions - 16 fonctions ≈ 50 kFr.
- Modifications hardware : digitalisation,
 interfaces, adaptation aimants)
 et panneaux d'interconnexions) ≈ 60 kFr.

7. REALISATION DU SYSTEME

Ce nouveau système de contrôle et surveillance est prévu pour l'ensemble de nos aimants et de nos alimentations. Mais il est bien sûr illusoire de chercher à l'appliquer dès le départ, à tous nos systèmes.

Par contre, nous proposons de le définir plus complètement, puis de le mettre en application sur les 4 nouvelles alimentations qui seront commandées prochainement. Compte tenu du personnel, assez restreint au début, la mise en opération des 4 nouvelles alimentations demandera au minimum 18 mois à partir de la décision de principe (*).

Indépendamment du Hardware qui suppose le travail très important mentionné ci-dessus, le problème du software à développer n'est pas à dissimuler. Mais d'autres software seront d'ici quelques mois en opération : c'est le cas de l'intercommunication entre le PDP 11/45 EJECTION et le PDP 11/45 CPS. D'autre part, un software est en développement et à l'essai au Lab. II pour différents CRATES et plug-in CAMAC (sur PDP 11).

(*) Situation au 11.4.1974: augmentation du nombre des alimentations programmables à 9, nombre d'alimentations type décharge capacitive: 6

Distribution :

O. Barbalat	M. Gyr	G. Plass
D. Bloess	J.H.B. Madsen	R. Tinguely
H. Davies	C. Mazeline	H. van der Beken
C. Germain	G.L. Munday	

R E F E R E N C E S

- J.H.B. MADSEN, MPS/CO Note 71-31
July 1971 studies on the future developments
of the PS Control System
- J.H.B. MADSEN, Memorandum, 6 août 1971
Future developments of the PS Control System
- G. PLASS MPS/SR Note 73-3
- (1) H. KUGLER MPS/SR Note 71-8
Proposal for an Ejection Maintenance Assistant
System (E.M.A.S.)
- (2) J. GRUBER MPS/SR Note 72-15
Alimentations pulsées pour les lentilles et les
enroulements polaires du PS
- (3) Ch. SERRE MPS/CO Note 73-3
Console-Ejection
- (4) F. ROHNER MPS/SR Note 71-17
Utilization of a mini-computer for the equipment
of the SR/MA Section
- F. ROHNER MPS/SR Note 71-34
Proposition pour le renouveau du système de
distribution et de traitement des signaux pro-
venant des alimentations des éléments magné-
tiques auxiliaires du PS
- (5) J. GRUBER MPS/SR Note 71-19
Acquisition et contrôle par ordinateur des
alimentations des lentilles du PS
- (6) M. COLLINS, R. RAUSCH, CERN Lab. II CO 73-1
Multicontroller Approach to CAMAC for the SPS
Control System
- (7) R. RAUSCH, J.M. BAISON, R. WILHEM, CERN Lab. II CO 73-2
Multiplexeur de commande et d'acquisition digi-
tales et analogiques pour le système de contrôle
par ordinateur du SPS
- (8) I. KAMBER MPS/SR Note 73-13
Proposal for a Computer Compatible Ejection
Timing System with possible further Applications
in the PS
- (9) O. BARBALAT MPS/DL Note 73-20
Système de cadencement du PS

- (10) E. ASSEO MPS/CO 72-5
Etude d'un générateur de fonctions banalisé
en terminal STAR
- (11) D. BLOESS, H. KUGLER, P. PEARCE, H. RIEGE, MPS/SR Note 73-2
The ejection computer system.

26.3 / 24 GeV/c

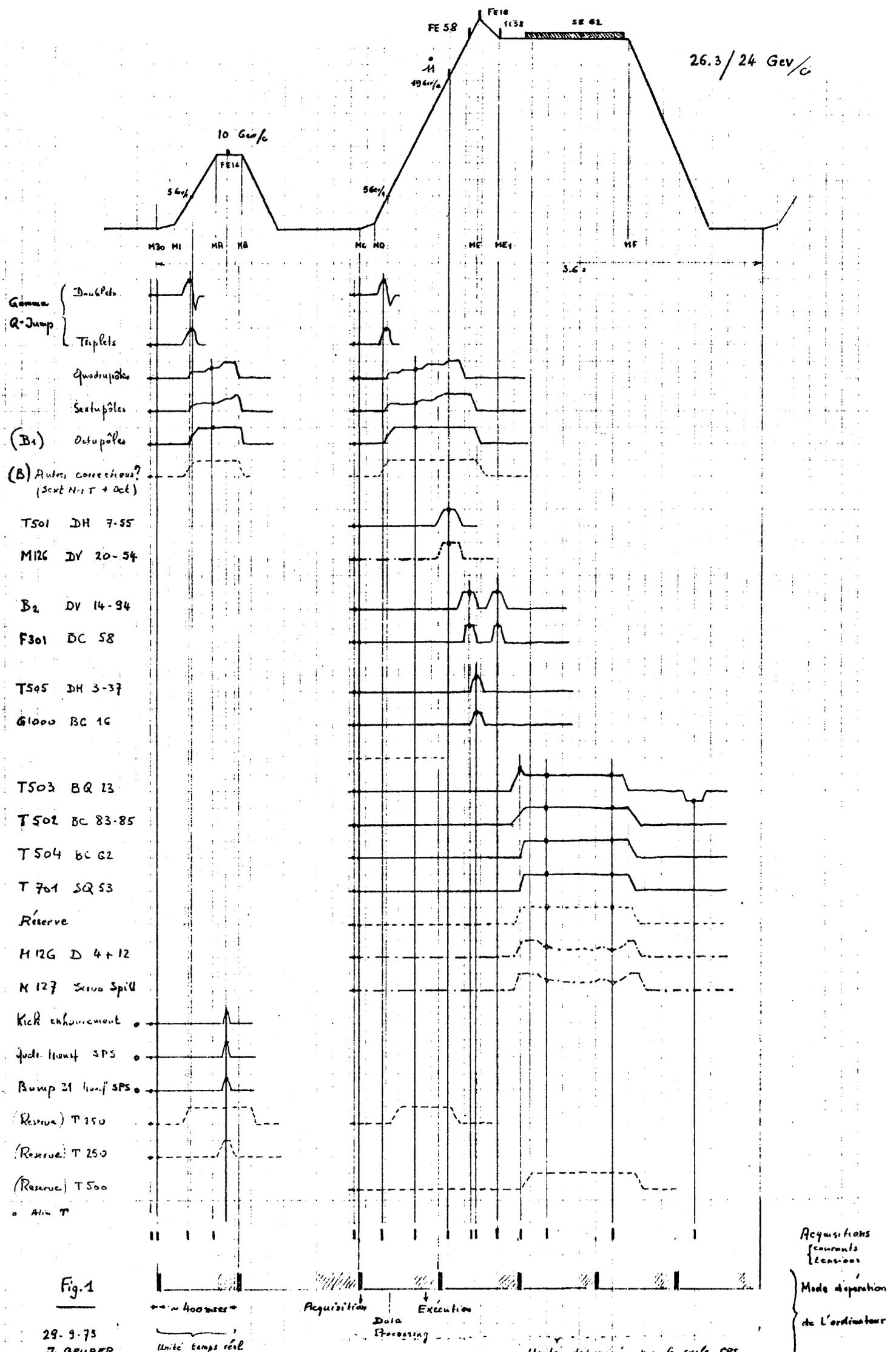


Fig. 1

29-9-73
J. GRUBER

Unité temps réel

Acquisition Data Processing Execution

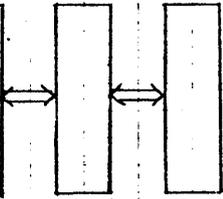
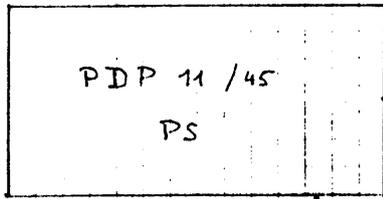
Unité déterminée par le cycle OPS

Acquisitions (courants tensions) Mode opération de l'ordinateur

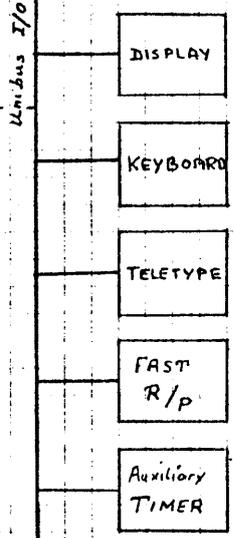
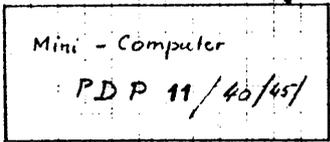
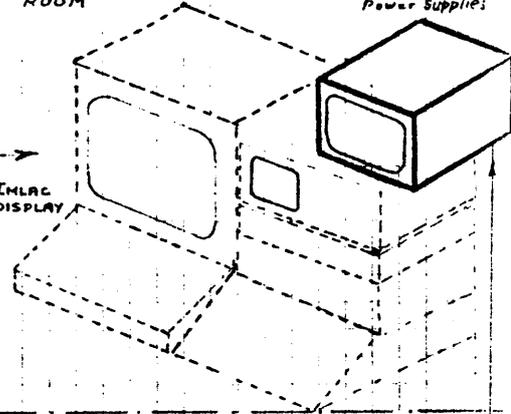
PS COMPUTER ROOM

MAIN CONTROL ROOM

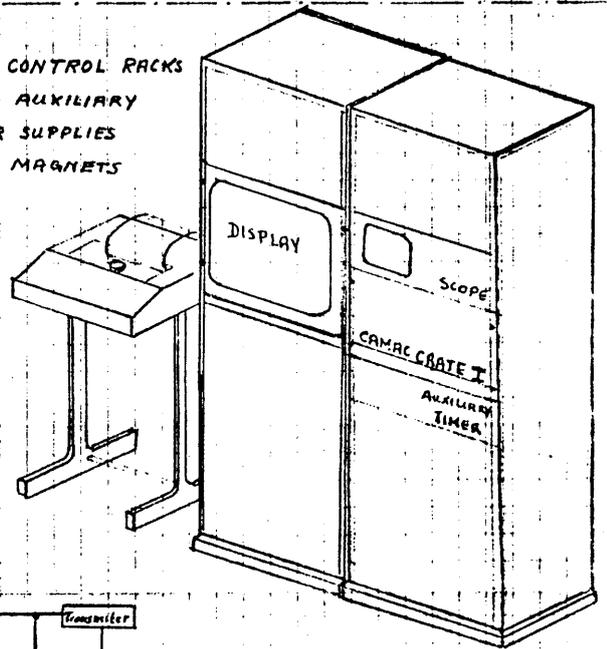
TV DISPLAY reserved for auxiliary Power Supplies



IMLAC DISPLAY

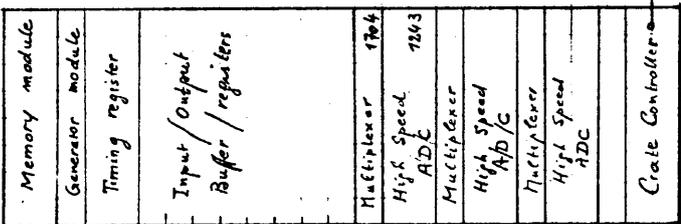


LOCAL CONTROL RACKS FOR AUXILIARY POWER SUPPLIES AND MAGNETS

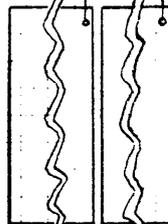


MCR Timing Share Voltage

CRATE I



CRATE II



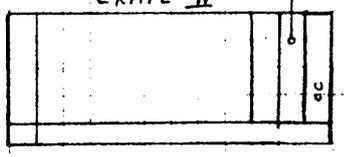
Transmitter

150m

Receiver

EJB

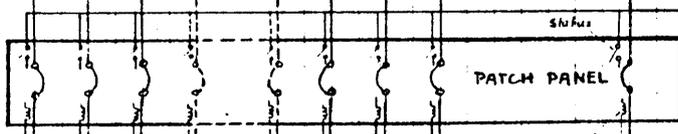
CRATE IV



8 Power supplies SOUTH EXT. HALL

8 Power Supplies S. EXT. H. S.G.R.

4 Power Supplies + Patch Panel EJB



RING

- field measurement

Fig. 2

21-9-73 / J. G. G. G.