

**EUROPEAN ORGANIZATION FOR NUCLEAR RESEARCH
ORGANISATION EUROPEENNE POUR LA RECHERCHE NUCLEAIRE**

CERN - PS DIVISION

PS/ PO/ Note 97-32 (Proc.)

**PROCÉDURE DE CONSIGNATION ET DE
DÉCONSIGNATION
CONSIGNES D'OPÉRATION ET DE SÉCURITÉ DES ALIMENTATIONS
DU DISTRIBUTEUR POUR LES IONS PLOMB BI4.DIS.PB, BI3.DIS.PB,
PI2.DIS.PB, SPARE BI5.DIS.PB**

M. Métais, G. Simonet

Geneva, Switzerland
5 November 1997

**NOTE D'OPERATION DES ALIMENTATIONS
DU DISTRIBUTEUR POUR LES IONS PLOMB**

G. SIMONET M. METAIS

- 1 FONCTION ET DESCRIPTION
- 2 CONSIGNES D'OPERATION
- 3 CONSIGNES DE SECURITE
- 4 INTERVENTION 1er NIVEAU
- 5 OBSERVATION DES SIGNAUX
- 6 PIECES DE RESERVE
- 7 SALLE BCER
- 8 ANNEXES

1 FONCTION ET DESCRIPTION

1.1 Fonction

Le distributeur pour les ions plomb (BI-DIS-Pb) a pour but de répartir dans le plan vertical le faisceau d'ions issu du LINAC sur les quatre anneaux du BOOSTER. Ce distributeur fonctionne de manière exclusive avec le distributeur pour les protons (BI-DIS).

1.2 Appellation

Le distributeur pour les ions plomb est constitué de quatre aimants ferrite associés chacun à une alimentation de type pulsée. Une alimentation de réserve est connectée sur une charge test située au dessous du support des aimants dans la ligne d'injection du BOOSTER.

L'ensemble distributeur pour les ions plomb est appelé BI-DIS-Pb (Booster Injection-Distributeur-Plomb).

Les éléments relatifs à un niveau sont appelés comme suit (selon le plan vertical) :

- Niveau 4	BI4-DIS-Pb
- Niveau 3	BI3-DIS-Pb
- Niveau 2	BI2-DIS-Pb
- Niveau 1	BI1-DIS-Pb
- Réserve :	BI5-DIS-Pb (ou BI-DIS-Pb Réserve)

1.3 Localisation des équipements

Tunnel BOOSTER ligne d'injection :

- 4 aimants ferrite
- 1 charge test

Salle BCER (361-1-012)

- Alimentation BI1-DIS-Pb (OCEM n° 1659)	rack 239-240
- Alimentation BI2-DIS-Pb (OCEM n° 1658)	rack 241-242
- Alimentation BI3-DIS-Pb (OCEM n° 1660)	rack 140-141
- Alimentation BI4-DIS-Pb (OCEM n° 1661)	rack 142-143
- Alimentation de réserve (OCEM n° 1657)	rack 243-244
- Distribution 400V _{ac}	rack 163
- Sous-distribution 400V _{ac}	rack 144
- Interfaces contrôle	rack 144
- Timing BI-DIS-Pb	rack 144
- Aiguillage timing BI-DIS / BI-DIS-Pb	rack 350
- Instrumentation	rack 145

1.4 Raccordement des alimentations

L'ensemble du distributeur est alimenté en 400V par un départ protégé par fusibles, installé sur le tableau de distribution générale (rack 163) de la salle BCER.

Une sous-distribution électrique (rack 144) permet de desservir chaque alimentation ainsi que les racks auxiliaires 144 et 145. Chaque départ est protégé par un disjoncteur.

La condamnation du 400V peut s'effectuer au départ du tableau général ou ponctuellement sur les départs de la sous distribution, des dispositifs de verrouillage sont disponibles dans la boîte à clés, située à côté du rack 145.

1.5 Description

Les alimentations du distributeur peuvent délivrer des impulsions de courant de $\approx 2000A$ avec un temps de montée de $\approx 3\mu s$, une durée $\approx 550\mu s$ et une fréquence de récurrence $\geq 1s$.

L'alimentation peut se subdiviser en différentes parties :

- Un chargeur : fabrique, à partir du réseau 400V, une tension continue ($\approx 2.5kV$) proportionnelle à la référence de courant, à l'aide d'un convertisseur double résonance à IGBTs.
- Un élément de stockage d'énergie : réalisé à partir d'un formeur d'impulsion (FPI) dont les caractéristiques déterminent la forme de l'onde de courant (amplitude, temps de montée et durée).
- Un commutateur de puissance : permet, à l'aide d'un ensemble GTO et thyristor, la décharge du FPI dans l'aimant avec un temps de descente rapide de l'impulsion
- Un filtre actif : permet d'atténuer l'ondulation sur le 'flat top' de l'impulsion.
- Une ligne de transmission : constituée de 20 câbles coaxiaux connectés en parallèle qui relie l'alimentation à l'aimant.
- Une électronique : permet la régulation de la charge de la ligne à retard à l'aide de deux boucles de régulation (tension et courant) gérant le chargeur. De plus cette électronique gère les défauts éventuels et les commandes locales.
- Une interface contrôle : située dans le rack 144 (1/2 chassis 3U par alimentation) elle assure le couplage de l'alimentation au système de contrôle des accélérateurs.
- Le timing alimentation: permet de synchroniser l'alimentation à l'aide de 4 impulsions:
 - ◊ FW : début de la charge de la ligne à retard (PFN)
 - ◊ W : arrêt de la charge de la ligne à retard
 - ◊ Start : décharge de la ligne à retard dans l'aimant
 - ◊ Measure : mesure du courant dans l'aimant

NB : Ce 'Timing alimentation' est réalisé à partir d'impulsions standards du 'Timing BOOSTER', celles-ci sont aiguillées dans le rack 150, soit vers le distributeur à protons (BI-DIS) soit vers le distributeur à ions plomb (BI-DIS-Pb) selon le programme de physique choisi. Dans le rack 144 les impulsions du 'Timing BOOSTER' (marquage rouge) sont traitées (dupliquées, adaptées et retardées) afin de créer le 'Timing alimentation' (marquage bleu).

Les impulsions FW et W sont communes aux quatre alimentations.

Un cycle débute avec l'impulsion FW; si la séquence d'impulsions est interrompue, l'alimentation générera automatiquement les impulsions manquantes (Timing de sécurité) pour finir le cycle et indiquera cette malfunction par le voyant "Alarm Timing" sur la carte électronique E744.

2 CONSIGNES D'OPERATION

2.1 Préliminaires

les opérations suivantes sont supposées être déjà réalisées et ne sont à reprendre (ou à contrôler) qu'en cas d'échec de la procédure d'enclenchement.

- Appliquer les 5 premiers points de la procédure de déclenchement (Cf 2.4)
- Ouvrir la porte avant droite de l'alimentation
- Enclencher l'interrupteur général 'SEZ1'
- Enclencher le sectionneur fusible F1-F2-F3
- Enclencher le disjoncteur 'Ia' du chassis électronique
- Enclencher le sectionneur fusible 'SEZ3'
- Enclencher le sectionneur Filtre Actif 'SEZ4'
- Réarmer le contacteur 'I1' (manoeuvrer le commutateur sur 'reset' puis le repositionner sur 'auto')
- Refermer la porte avant droite

2.2 Enclenchement

- Enclencher le départ général 400V BI-DIS-Pb (rack 163)
- Enclencher le disjoncteur de l'alimentation concernée sur la sous distribution 400V (rack 144)
- Enclencher les disjoncteurs des racks auxiliaires interfaces et mesures sur la sous distribution 400V (rack 144)
- Déverrouiller et ouvrir le court circuit manuel sur le coté extérieur gauche de l'alimentation, le positionner en mode ouvert (vérifier l'état du 'Man HVS' sur la carte E740 du châssis électronique)
- Armer le coup de poing 'Emergency'
- Choisir le mode 'Local' à l'aide de la clé du sélecteur de mode (carte E295 du châssis électronique)
- Appuyer sur le poussoir 'Reset' (carte E295 du châssis électronique)
- Travailler en mode 'Local' (Cf. 2.3) ou travailler en mode 'Remote' en agissant sur le sélecteur de mode (carte E295 du châssis électronique)

2.3 Fonctionnement local

- Vérifier que la référence locale sur le potentiomètre 'Im*' (carte E747) soit <2
- Positionner la clé du sélecteur de mode (carte E295) sur 'Local'
- Choisir le type de fonctionnement
 - ◊ Monocoup : positionner l'inverseur (carte E744) sur 'Single shot'
 - ◊ Répétitif : positionner l'inverseur (carte E744) sur 'Free running', choisir la fréquence de récurrence du timing interne par le bouton rotatif
- Enclencher le contacteur 'I1' en appuyant sur le bouton 'Stby' (carte E740)
- Libérer l'électronique du chargeur en appuyant sur le bouton 'On' (carte E740)
- Démarrer le cycle de charge en appuyant sur le bouton 'Start pulse' (carte E744)
- Ajuster la référence locale par le potentiomètre 'Im*' (carte E747)

NB: En mode 'Stby' la partie chargeur de l'alimentation est inhibée mais pas la partie décharge.

2.4 Déclenchement

- Positionner la clé du sélecteur de mode (carte E295 du châssis électronique) sur 'Local'
- Appuyer sur le poussoir 'Stby' (carte E740 du châssis électronique)
- Appuyer sur le poussoir 'Off' (carte E740 du châssis électronique)
- Enfoncer le coup de poing 'Emergency'
- Fermer et verrouiller le court circuit manuel
- Sur la sous-distribution (rack 144) ouvrir le disjoncteur relatif à l'alimentation
- Sur la sous-distribution (rack 144) ouvrir les disjoncteurs relatifs aux auxiliaires (NB : les auxiliaires sont commun à toutes les alimentations)
- Ouvrir le disjoncteur 'BI-DIS-Pb' sur le tableau général (rack 163)

2.5 Consignation

- Appliquer la procédure de déclenchement (Cf 2.4)
- Retirer la clé du court circuit manuel
- Consignation d' une alimentation :verrouiller (dispositif de verrouillage dans le carte rack 145) le disjoncteur de l'alimentation concernée sur la sous distribution
- Consignation globale du distributeur : verrouiller le disjoncteur 'BI-DIS-Pb' sur le tableau général (rack 163)

2.6 Remarques

En mode 'Remote' l'alimentation travaille avec le 'Timing alimentation' externe. En mode 'Local' c'est un timing généré de manière interne utilisant le 'Timing de sécurité' qui pilote l'alimentation et provoque l'affichage du voyant 'Alarm Timing'. Dans ce dernier mode il est nécessaire d'agir sur le poussoir 'Start pulse' (carte E744) pour démarrer un cycle.

En opération le voyant ' Σ faults' (carte E279 du châssis électronique) est éteint alors que le voyant ' Σ alarms' peut être allumé; il traduira dans ce cas un fonctionnement dégradé du filtre actif ou un aléa sur le Timing (c-a-d fonctionnement en séquence 'Timing de sécurité' interne par exemple par manque d'une impulsion sur le 'Timing alimentation' externe).

En mode 'Off' le voyant 'A.F. Power' est affiché, car le filtre actif n'est pas alimenté.

3 CONSIGNES DE SECURITE

Pour toute intervention sur l'un des équipements précités, il y a lieu d'appliquer strictement les règles générales du code de sécurité CERN relatif à l'électricité ainsi que les règles particulières, décrites ci-dessous.

NB: Les alimentations du distributeur comportent des éléments utilisant de la haute tension (2.5kV) et notamment des condensateurs. Il est nécessaire de s'assurer de la complète décharge de ces derniers avant toute intervention au delà des protections plexiglas.

Toute intervention sur l'un ou l'autre des aimants implique obligatoirement la consignation globale du distributeur.

Les portes doivent être tenues fermées à clé.

Prendre connaissance des emplacements des extincteurs, des perches de sécurité ainsi que des arrêts d'urgence à proximité de l'installation.

4 INTERVENTION 1er NIVEAU

4.1 Fautes gérées par l'alimentation

FAUTES	SIGNIFICATION	LOCALISATION
Doors	contacts de portes ouverts	en haut de chaque porte
Th >>	température excessive des IGBT1 / 2	porte Av. droite
I _c >>	surintensité lors de la charge de la 'PFN'(réglage du seuil carte E569).	mesure : DCCT1 traitement : cartes E747-E569
V _c >>	surtension en sortie du chargeur (réglage du seuil carte E569).	mesure : DCVT2 traitement : cartes E569
Emergency	coup de poing	sur le châssis électronique
Fuses	fusibles F1-F2-F3 , Fdc hors service	porte Av. droite
Ext. Int.	actuellement non utilisé	strappé sur le bornier TBD Porte Ar.G
Man. HVS	le court circuit manuel n'est pas en position ouverte	panneau latéral extérieur gauche
I _{ac} >>	disjoncteur I1 ouvert par défaut	porte Av. droite
IGBT driver fault	faute sur la commande des IGBTs du convertisseur	gestion carte E625 porte Av. droite transmission par fibre optique FO2
I _m >>	surintensité dans l'aimant (réglage du seuil carte E569).	mesure : Pearson installé sur l'aimant gestion : carte E749
Phase Loss	phase secteur manquante détectée par le SSD	porte Av. droite

4.2 Alarmes gérées par l'alimentation

ALARMES	SIGNIFICATION	LOCALISATION
A.F. power	alimentation du filtre actif hors norme porte fusible SEZA hors service	porte Ar. gauche porte Av. droite
A.F. Reg.	régulation filtre actif hors gamme	gestion : carte E749
$I_{AF} >>$	surintensité filtre actif	gestion : carte E749
Alarm Timing	déclenchement du timing de sécurité	gestion : carte E744

NB: les alarmes indiquent seulement un fonctionnement dégradé

4.3 indications pour la recherche de pannes

- L'acquisition du courant sur l'interface contrôle nécessite la présence de l'impulsion de timing (Meas.x)
- Le court circuiteur manuel doit être positionné en buté afin de définir correctement les états 'ouvert' ou 'fermé'
- Les fautes sont visualisées sur les cartes E571 par des leds rouges alors que les alarmes le sont par des leds jaunes.
- Les leds signalant une faute sont clignotantes, une action sur Reset efface la faute et sa signalisation ou provoque l'arrêt du clignotement si la faute n'est pas resetable.

5 OBSERVATION DES SIGNAUX

5.1 Timing

- Impulsions standards du Timing BOOSTER sur le rack 350 sur le rack 144 (marquage rouge)
- Impulsions 'Timing alimentation' sur le rack 144 (marquage bleu), sur les répéteurs propres à chaque alimentation et en mode 'Remote' sur la carte E744.
- Impulsions 'Timing local' en mode 'Local' sur la carte E744.
- Impulsion de déclenchement 'Start 1' (E744) : amorçage Th1 (GTO)
- Impulsion de déclenchement 'Start 2' (E744) : amorçage Th2
- Impulsion de déclenchement 'Start 3' (E744) : désamorçage Th1

5.2 Signaux sur le synoptique

- Courant primaire $I_{ac} \approx 2 \text{ à } 4 \text{ A}$
- Tension secondaire $U_{dc} \approx 500 \text{ à } 600 \text{ V}$
- Tension de charge $U_c \leq 2500 \text{ V}$
- Courant de charge $I_c \approx 1 \text{ A}$
- Courant aimant $I_m \approx 1.5 \text{ à } 2 \text{ kA}$
- Courant dans Th2 $I_{th2} \approx 1.5 \text{ à } 2 \text{ kA}$

5.3 Signaux sur le châssis électronique

- Référence de courant (dc) sur la carte E747 $I_m^* : 10 \text{ V} \equiv 2 \text{ kA}$
- Courant de récupération sur la carte E747 $I_r : 10 \text{ V} \equiv 1 \text{ kA}$
- Courant au primaire du filtre actif sur la carte E749 $I_{AF} : 10 \text{ V} \equiv 250 \text{ A}$
- Courant aimant (pulsé) sur la carte E749 $I_m : 10 \text{ V} \equiv 2 \text{ kA}$

5.4 Signal sur rack auxiliaire interface / timing

- Signal en escalier formé de la somme des courants aimant des 4 niveaux d'injection (Im SOS) est disponible à l'avant du rack 144.

5.5 Matériel de mesure

Ce matériel localisé dans le rack 145 se compose de :

- un oscilloscope modèle 7000
- un fréquencemètre
- un générateur d'impulsions
- un générateur de retards programmable
- une trottinette

Remarques :

- ◊ paramètres d'initialisation de la trottinette :
Im = 2000A (pleine échelle)
ADC = 12 bits
DAC = 12 bits
- ◊ la trottinette peut être utilisée pour commander les alimentations Isolde, les alimentations de correction Booster, ou le distributeur par sélection sur le patch panel Lemo en haut du rack. Connecter ensuite l'autre extrémité du câble sur l'équipement concerné.

6 PIECES DE RESERVE

Un certain nombre de pièces de réserve permettent le remplacement direct des pièces défectueuses. Les éléments non disponibles peuvent être prélevés à la limite sur l'alimentation de réserve.

NB: En cas de nécessité absolue, on peut être amené à connecter l'alimentation de réserve en lieu et place de l'alimentation opérationnelle défectueuse, opération délicate qui demande une intervention dans l'anneau BOOSTER et nécessite la présence d'une personne de l'équipe PO/DS.

6.1 Remplacement d' une alimentation

6.1.1 En BCER

- Consigner l'ensemble des alimentations du distributeur (Cf 2.5)

6.1.2 Dans l'anneau BOOSTER (nécessite l'accord préalable du service de radio protection)

- Retirer les protections plexiglas au niveau des aimants du distributeur et de la charge test
- Déconnecter les plages de cuivre au dessus du Pearson (4 écrous) du niveau défectueux
- Déconnecter les plages de cuivre au dessous du Pearson (4 écrous) de la charge test
- Echanger les deux ensembles Pearson + câbles coaxiaux et les reconnecter
- Echanger les deux câbles BNC mesure de courant des Pearson
- Remonter les protections plexiglas

6.1.3 En BCER

- Connecter le câble Lemo du STE de l'alimentation défectueuse (rack 144) sur l'interface de l'alimentation de réserve
- Connecter le câble 'Im SOS' de l'alimentation défectueuse (rack 144) sur sk8 de l'interface de l'alimentation de réserve
- Connecter le câble 'Measure' de l'alimentation défectueuse (rack 144) sur sk4 de l'interface de l'alimentation de réserve (déclenchement de l' ADC)

- Connecter les cables Lemo timing, FW, W, Start*i* et Meas.*i* de l'alimentation défailante (rack 144 bornier PP out) sur les départs correspondants de l'alimentation de réserve (utiliser des cables Lemo rallonges)
- Réenclencher l'ensemble distributeur (Cf 2.4)

6.2 Localisation des pièces de réserve

Documentation	armoire de réserve BI-DIS-Pb 1
Composants	armoires de réserve BI-DIS-Pb 1 et 2
Fusibles	armoires de réserve BI-DIS-Pb 1
Chassis électronique	rack 145
Répéteur d'impulsions	rack 145
Stack GTO	armoires de réserve BI-DIS-Pb 2
Interface G64	rack 144
Unité de retard	rack 144 , armoires de réserve BI-DIS-Pb 1
Clés	boîte à clés derrière le rack 145

7 SALLE BCER

7.1 Localisation

BCER :	361-1-012	Tél : 4506
Opérateur BOOSTER		Tél : 6671

7.2 Sécurité

- la salle BCER est équipée de :
- Extincteurs
 - Arrêts d'urgence
 - Perche de mise à la terre

8 ANNEXES

- Cycle timing alimentation	Page 9	Fig. 1
- Im sos BI-DIS-Pb	Page 9	Fig. 2
- Réglage du timing alimentation	Page 10	
- Plan de situation en BCER	Page 11	

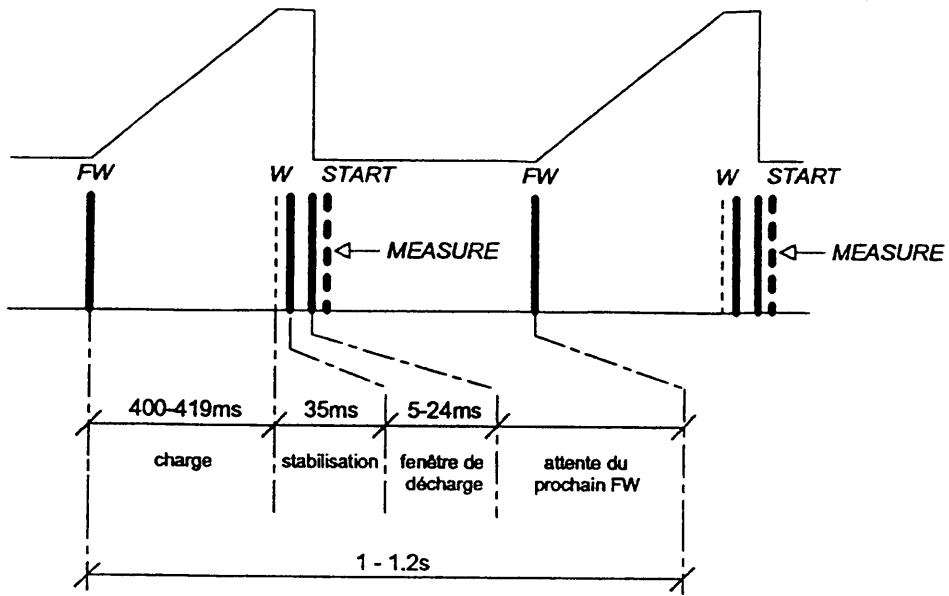


Fig.1: CYCLE TIMING ALIMENTATION

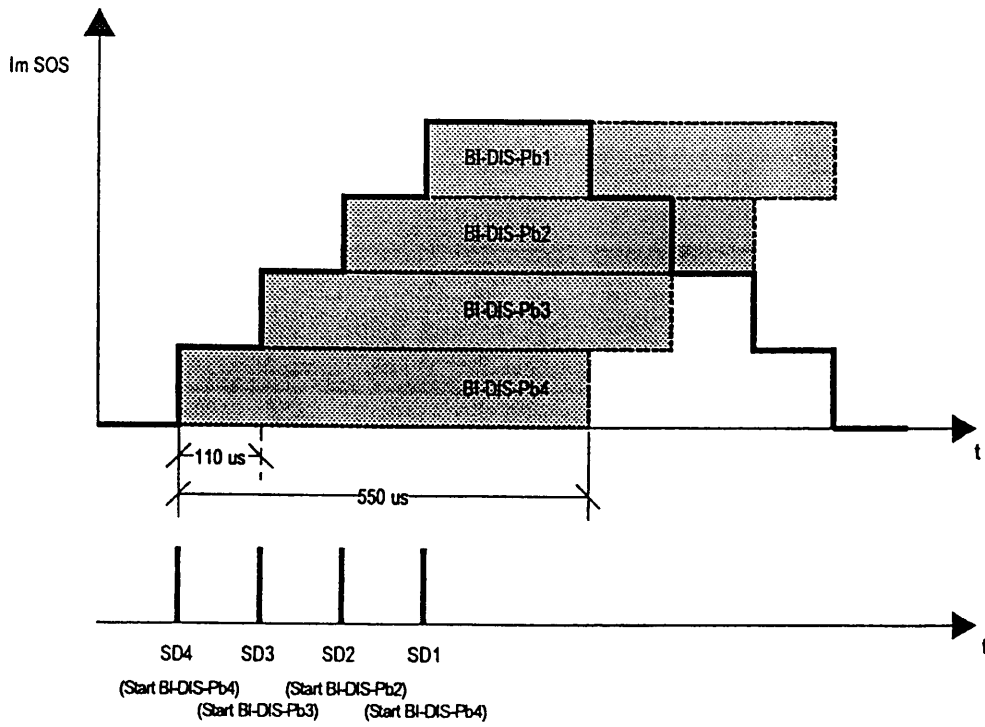


Fig.2: I_m SOS BI-DIS-Pb (Fast rise)

REGLAGE DU TIMING ALIMENTATION

Le but de ce réglage est de synchroniser le timing nécessaire à l'alimentation, par rapport à l'instant d'injection dans le BOOSTER.

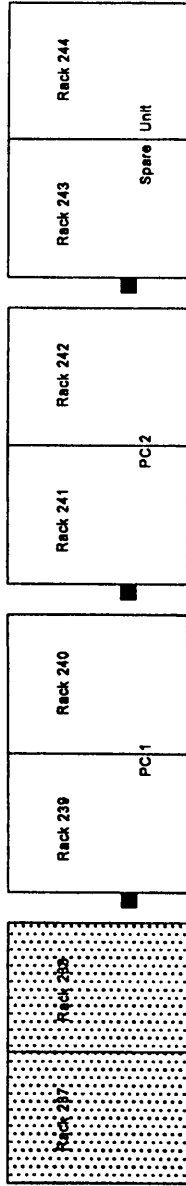
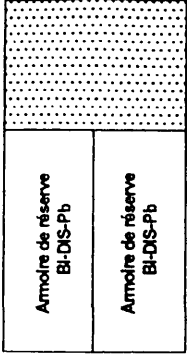
Ce réglage s'effectue à l'aide des unités de retard situées dans le rack 144, et en utilisant le Fréquencemètre disponible dans le rack 145 .

La précision requise pour ce réglage est telle que les impulsions du timing alimentation doivent se trouver dans les fourchettes de temps définies Page 9 Fig.1.

- Régler l'impulsion 'FW' telle que : FW 425ms SD4
(délais 'FBC+d')
- Régler l'impulsion 'W' telle que : FW 410ms W
(délais 'FW+d')
- Vérifier que : W 15ms SD4
- Vérifier que : SDi 106µs SD(i-1)

Autres mesures indicatives:

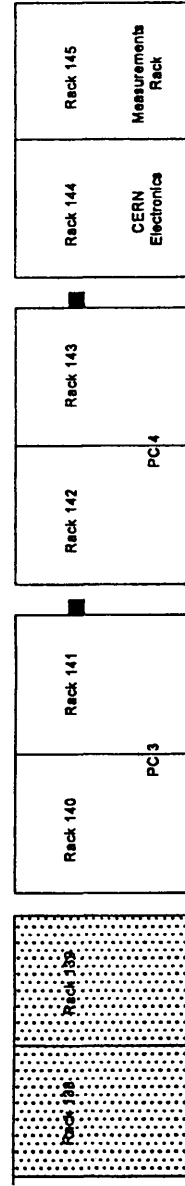
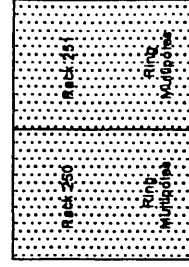
- FBC 250ms FW
- FBC 660ms FBI
- FBC 675ms SD4
- SDi ≅100µs Measure i



BI-DIS-Pb Réserve

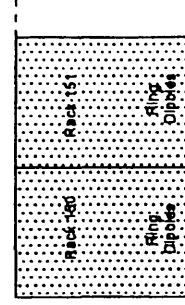
BI-DIS-Pb2

BI-DIS-Pb1



BI-DIS-Pb4

BI-DIS-Pb3



361-1-012 (BCER)

Clés