

PROPOSITIONS POUR L'AMELIORATION DU CODD

J. Boucheron

1. Introduction

Les modifications proposées dans ce projet tiennent compte des demandes faites par :

- M. Bouthéon - Note manuscrite du 27.1.1972. Proposition d'un clavier spécialisé de commande du CODD, placé dans la console d'injection.
- J.P. Potier - Discussion des propositions du 2.11.1972 faites par J. Boucheron et D. Boussard pour l'amélioration du CODD avec M. Bouthéon L. Henny, A. Krusche, J.P. Potier, C. Steinbach, C. Serre.
- Le Comité d'Instrumentation : Minutes du 16 Novembre 1972.

Ces modifications portent sur :

- la distribution RF pour les compteurs de bunch (RF/20) et de tour (preset)
- la synchronisation pour l'injection 50 MeV et 800 MeV
- la commande et l'acquisition par le STAR pour 10 mesures par cycle
- la calibration des chaînes PU + CODD.

2. Distribution RF

2.1 But

Avoir pour tous les utilisateurs le même bunch affecté du même numéro. Le CODD servira de référence pour cette numérotation. Ceci est possible en remplaçant la distribution RF sinusoïdale par un train d'impulsions discontinu, commençant au 1er bunch, 1er tour. Le compteur de chaque utilisateur devra être "ouvert" avant l'arrivée de la première impulsion, et remis à 0 pendant le trou du train RF.

- Il faut donc développer :
- un circuit de mise en forme + driver du train RF
 - un circuit de réception du train RF.

2.2 Circuit de mise en forme + driver du train RF (Fig. 1)

Le circuit de mise en forme (RF shaper)¹⁾ de la RF provenant du beam control donne des signaux carrés qui passent à travers la porte ET contrôlée par le flip-flop type D. Cette porte ET sera ouverte par la première impulsion RF qui arrive après BIT (injection 50 MeV) ou après TRF (injection 800 MeV). La première impulsion de sortie ne sera pas tronquée. Le trou du train RF commencera à MW.

La commande 50 MeV - 800 MeV pourra être prise en parallèle sur le beam control. La transmission du train RF sera faite en niveau TTL en balancé sur un câble coaxial double, type RG - 130/U, attaqué par un "line driver" différentiel type DM 8830.

Câble RG 130/U { impédance caractéristique $Z_c = 95\Omega$,
atténuation : 2db/100 m à 10 MHz
6db/100 m à 100 MHz.

Line driver DM 8830 : Sorties protégées par diode pour transitoires positifs et négatifs. Protection contre les court-circuits.

2.3 Circuit de réception du train RF (Fig. 2)

A la réception, les résistances R_s et R_p assurent l'adaptation du câble et une immunité au bruit optimale, compte tenu de la caractéristique en direct de la diode du coupleur HP 5082-4360. La diode LED, montée en inverse à l'entrée du coupleur, assure une bonne adaptation du câble lorsque la diode interne du coupleur est en inverse. Les avantages du coupleur optoélectronique HP 5082-4360 sont :

- isolation galvanique entre émetteur et récepteur
- isolation entre entrée et sortie > 2.500 V
- réjection du mode commun 10 V à 10 MHz
- immunité en bruit supérieur à un circuit linéaire due au seuil de conduction de la diode
- compatibilité avec les circuits TTL.

La note d'application 939 de Hewlett Packard mentionne des tests concluants avec 300 pieds de câble Belden no. 8777.

A la sortie du coupleur, le shaper permet d'obtenir un "duty cycle" de 50%.

3. Synchronisation

3.1 But

La synchronisation nécessite les impulsions suivantes²⁾ :

- pendant l'accélération la RF du filtre accordable, dérivée du signal Σ d'une PU
- pendant le temps mort du cycle la RF programme du beam control
- pendant la calibration, la RF fournie par le générateur de calibration.

Ces impulsions commutées par le "RF switch", servent de timing

pour les circuits de restitution de ligne de base et pour les portes linéaires.

La mise en opération de l'injection 800 MeV implique une modification de la commande du RF switch et du signal PU d'entrée du filtre accordable.

3.2 RF switch

Le circuit utilisé pour le RF switch de la boucle radiale convient pour nos besoins. L'impulsion de commutation sur la RF filtre devra être BIT + délai (50 MeV) ou TRF + délai (800 MeV).

L'entrée RF programme devra être la RF du FCO du beam control (50 MeV) ou la RF du PSB (injection 800 MeV). Cette commutation 50 MeV - 800 MeV sera assurée par le circuit de la figure 3.

3.3 Filtre accordable : signal PU d'entrée

Actuellement le filtre accordable tire l'information de phase du faisceau du signal Σ de la PU 75. Il est souhaitable de disposer d'une deuxième PU pour deux raisons :

1. Fiabilité du système
2. Eviter une modulation d'amplitude du signal de sortie du filtre à la fréquence de révolution, en cas de "trous" dans le signal Σ d'une seule PU, lors des opérations d'éjection rapide ou d'injection 800 MeV avec 1,2 ou 3 anneaux Booster.

La deuxième PU choisie devra être diamétralement opposée à la PU 75, donc sera la PU 25 (ou une avoisinante). Comme pour la PU 75, le signal Σ 25 devra être pris avant la distribution normale, de façon à compenser

le temps de propagation du filtre. Le schéma proposé (Fig. 4) permet de choisir l'une ou l'autre PU ou les deux simultanément.

4. Circuits de commande et d'acquisition pour 10 mesures par cycle

4.1 Modifications nécessaires

Le but de ces modifications est de pouvoir effectuer plusieurs mesures par cycle avec deux utilisateurs indépendants à partir des 2 consoles : injection et éjection. La proposition porte sur 16 mesures par cycle (Fig. 5), mais le passage de 1 à 16 peut se faire progressivement.

Il y aura 16 presets RF qui fonctionnent en diviseur par 20 (RF/20) et qui permettent de présélectionner un quelconque des 20 paquets.

Chaque preset RF fournit un train RF/20 à un preset type F³⁾ sur l'entrée interne 10 μ s qui sera individuelle et non plus commune aux 16 plug-in. Dans cette configuration l'utilisateur peut choisir, pour déclencher le CODD, le numéro du bunch et le numéro du tour comme "post pulse" de l'impulsion externe qu'il fournit. Toutefois, si cette impulsion externe n'est pas synchronisée avec la RF, il y aura au minimum une incertitude de 1 tour. L'impulsion de déclenchement peut être une impulsion M ou B présélectionnée par le preset F. Dans ce cas, les commandes du no. de bunch et du no. de tour sont inopérantes.

La commutation radial/vertical se fait actuellement à l'entrée des circuits de restitution de ligne de base⁴⁾ par des relais au mercure et demande environ 300 ms. Bien que l'on trouve des relais reed dont le temps de commutation est de l'ordre de 100 μ s, il est préférable, dans le cas de plusieurs commutations par cycle, de remplacer les relais, dont la durée de vie est limitée, par des commutateurs électroniques.

La sensibilité des PU est liée directement à l'intensité, donc sera la même pour tous les utilisateurs. La commande de sensibilité pourra être effectuée par STAR C à partir du clavier de commande du CODD dans la console d'injection, et visualisée dans la console d'éjection. Les 8 sensibilités existantes seront conservées, 4 non atténuées pour l'opération actuelle, et 4 atténuées pour l'opération à haute intensité. La passage de l'acquisition "twin addressing" à "single addressing" nous conduit à des modifications mineures des circuits existants.

4.2 Preset RF

Ces presets doivent fonctionner en diviseur par 20, et rester synchrones avec le train RF. Ces deux conditions seront réalisées par un seul diviseur par 20, synchrone, qui sera positionné à 1 pendant le trou du train RF (MW) et qui ne sera pas stoppé. Les 16 présélections sont effectuées dans des portes à coïncidences qui comparent le contenu du compteur diviseur par 20 et le numéro n du paquet choisi. Les portes de sortie sont ouvertes entre les positions (n-1) et n du compteur, ce qui permet de réduire le retard entre le train RF et l'impulsion de sortie au temps de propagation d'une seule porte logique. Ces presets RF donnent des impulsions RF/20 de sortie jusqu'à l'impulsion trigger mesure du canal correspondant (stop).

Comme pour les presets F, il est prévu la possibilité d'effectuer la présélection par STAR C ou par contraves et de tester avec un read out un parmi les 16 canaux.

4.3 Gestion de trigger mesure

Afin de donner une indépendance totale aux deux utilisateurs, il est nécessaire de mémoriser les triggers mesures dans l'ordre d'arrivée, ainsi que le plan de mesure correspondant.

Ce classement demande au maximum 2 cycles PS pendant lesquels les mesures ne seront pas utilisables et doit être effectué pour toute modification de timing ou de plan de mesure.

Pour toute modification de commande, le contenu de la mémoire 16 mots 16 bits devra être réinscrit (flip-flop de contrôle sur "write"). La séquence temporelle, Fig. 6, permet de suivre le processus dans le cas de deux triggers : un trigger M ou B sur le canal 16 en radial et un trigger externe sur le canal 1 en vertical.

Sur le canal 16, l'impulsion de sortie M ou B du preset 16 inscrit dans le registre trigger le mot 0...1, le bit 16 seul étant à 1. La première impulsion suivante du RF/20 no. 16 fait le trigger du CODD après avoir été mise en phase sur la RF du filtre accordable. Le flip-flop O.S. 3 ms fonctionne en flip-flop si l'acquisition de la mesure est terminée dans les 3 ms qui suivent le trigger mesure ou en monostable de durée 3 ms si l'acquisition est effectuée trop tard. Il remplit 3 fonctions :

1. Il inscrit dans la 1ère adresse de la mémoire le canal 16 comme trigger mesure.
2. Il stoppe le RF/20 no. 16.
3. Il interdit tout nouveau trigger pendant 3 ms.

Le front arrière de ce flip-flop, mis en forme et retardé, fait le reset du registre trigger et des circuits de mesure du CODD. Il fait aussi avancer la mémoire sur la 2ème adresse par l'intermédiaire d'un compteur binaire 4 bits.

Sur le canal 1 un processus identique permet de classer dans la 2ème adresse mémoire le mot 10...0. Il faut noter que si l'acquisition n'est pas terminée avant la fin du monostable, aucun mot mémoire n'aura la configuration 10...0. Cette mesure sera perdue mais libérera le CODD

pour l'utilisateur suivant. L'acquisition de la mémoire par STAR A permettra de savoir pour, chaque canal, si la mesure a été acceptée ou non.

L'affichage d'un des mots mémoire parmi les 16, ainsi que du plan de mesure correspondant, peut être sélectionné par contraves.

4.4 Commande radial/vertical (Fig. 5 et 6)

La 2ème impulsion MW après une modification de commande positionne le flip-flop de contrôle mémoire sur "read". La coïncidence entre les bits 16 du 1er mot mémoire et du registre R/V, commande le plan de mesure sur radial. A la fin de la 1ère mesure, la commutation sur vertical est effectuée par coïncidence des bits 1 du 2ème mot mémoire et du registre R/V.

Il faut noter que cette commande est inhibée pendant la période de calibration (voir en 5.3).

4.5 Commutation radial/vertical

Les MOS, actuellement sur le marché, ont une capacité parasite de contre réaction qui interdit une "rejection" entrée-sortie supérieure à 20 db à 30 MHz. Cette solution a été abandonnée au profit du circuit intégré MC1545, qui est un amplificateur large bande à deux canaux d'entrée sélectionnés par une porte logique. Le circuit de la Fig. 7 permet d'obtenir un gain unité sans détériorer les caractéristiques des circuits de restitution de ligne de base.

Ce commutateur a été testé dans deux plug-in. La séparation entre canaux est de 40 db à 30 MHz et la commutation radial/vertical peut se faire en 40 ns, y compris les transitoires. Cette modification peut être effectuée sur les cartes de restitution existantes.

4.6 Commande de sensibilité des PU

La commande de sensibilité des PU consiste, d'une part à commuter sur des valeurs spécifiées la tension de contrôle des inch, d'autre part à introduire, sur les signaux provenant des électrodes, des atténuateurs d'un facteur 8 environ. A chaque tension de contrôle correspondent deux sensibilités : avec ou sans atténuation. Les 8 relais de sélection de sensibilité se trouvent au CB et sont commandés par un commutateur à 8 positions, soit au CB, soit au MCR, la liaison étant faite par un câble multiconducteur. Le même châssis contient en outre les relais de commande de commutation Radial/Vertical. Ce châssis devra être refait pour 2 raisons. D'une part, les relais de commande de sensibilité ne sont pas adaptés à une commande par STAR C (tension de commande 24 V). D'autre part, la commutation Radial/Vertical ne sera plus faite par relais.

4.7 Acquisition des mesures

150 μ s après le trigger mesure (durée maximale des conversions des convertisseurs A/D = 100 μ s le computer reçoit un "interrupt" et peut commencer l'acquisition. Le passage de l'acquisition "twin addressing" à "single addressing" implique que l'on refasse le plug-in de contrôle du shift register et que l'on modifie le câblage du châssis où s'effectue le "wired or" des bits des convertisseurs. Ce plug-in de contrôle fournit actuellement les impulsions d'horloge qui commandent alternativement l'avance des deux moitiés du shift register à partir des transitions de DP et \overline{DP} . Pour le "single addressing", les deux moitiés du shift register devront être mis en cascade, et l'avance sera commandée par les impulsions "ready STAR A". D'autres modifications sur ce plug-in seront nécessaires pour la commande et l'acquisition des facteurs de calibration (voir en 5.3).

5. Calibration des PU + CODD

5.1 Données du problème

Les modifications demandées doivent permettre de faire la mesure et l'acquisition simultanées des facteurs de calibration de toutes les PU et des chaînes de numérisation associées. L'idée de départ était d'utiliser un générateur d'impulsions unique, suivi de 40 circuits de distribution. Cette solution permettait de considérer la calibration comme une mesure d'orbite, donc simplifiait les problèmes de synchronisation, tout en permettant la simultanéité des mesures.

Le problème consiste à fournir, au CB, des impulsions de 100 V sous 75Ω , à une fréquence de répétition de 7 MHz minimum et une largeur de 40 ns. La forme et l'amplitude de ces impulsions doivent être reproductibles pour les 40 voies de calibration.

Le générateur de test actuel fournit des impulsions de 30 V, ce qui correspond, pour le réglage du gain minimum des inch et en position non atténuée, à un signal Σ de 300 mV à l'entrée du CODD. Afin de pouvoir faire les calibrations sur les positions atténuées (opération à haute intensité), tout en restant dans la dynamique des convertisseurs du CODD, il est nécessaire d'augmenter l'amplitude du signal de calibration au minimum d'un facteur 3, d'où le chiffre de 100 V donné précédemment.

5.2 Solution proposée

Une étude sérieuse du problème, effectuée en collaboration avec F. Ollenhauer et G. Schneider, a permis d'examiner les possibilités suivantes.

- modification des sondes de test
- injection du signal de test en un point de la chaîne autre que les sondes
- 40 générateurs dans l'anneau
- 40 amplificateurs dans l'anneau
- 1 générateur unique suivi de 40 amplificateurs de distribution au CB.

Elles introduisent toutes des dispersions, donc des erreurs de mesure dans les 40 chaînes de calibration.

Nous proposons de remplacer le générateur de test actuel par le générateur Chronetics, type PG 13A, qui peut simuler le faisceau haute intensité. Toutefois, dans la gamme qui permet d'obtenir 100 V sous 75Ω le "duty cycle" de ce générateur est limité à 10%, ce qui nous impose, pour une largeur d'impulsions de l'ordre de 40 ns, une fréquence de répétition maximale de 3 MHz. Le sélecteur de test actuel sera conservé. Le facteur de calibration étant calculé comme la valeur moyenne de 10 mesures, nous proposons de faire ces 10 mesures consécutives sur la même PU, pendant le temps mort du cycle, le computer effectuant 10 cycles d'acquisition successifs en temps réel. Le temps d'occupation de la partition sera compris entre 50 et 70 ms, ce qui semble acceptable⁵⁾ et évite l'adjonction d'une mémoire auxiliaire et de ses circuits de commande. La calibration dans un plan demandera pour les 48 chaînes de mesure et pour les 2 polarités, 96 cycles machine.

5.3 Implications pour le CODD

Dans la situation actuelle, l'utilisation du générateur Chronetics pour calibrer le CODD pourrait causer des erreurs du fait du "duty cycle" différent de celui du rapport longueur des bunches. Ce dernier est de $\frac{40 \text{ ns}}{125 \text{ ns}} \sim 30 \%$ environ à 8 MHz (fréquence d'injection Booster). Cette erreur proviendrait du fait que le temps d'ouverture de la porte linéaire, qui est dérivé de la fréquence RF, serait de 180 ns en calibration alors qu'il devrait être de 100 ns pour une fréquence de 8MHz. Tout offset à la sortie des circuits de restitution de ligne de base se traduirait, après intégration, par une valeur plus grande en calibration qu'avec le faisceau. Pour s'affranchir de cette difficulté il suffit, pendant la période de calibration, de commuter la tension de commande des monostables de largeur d'ouverture de porte sur une tension continue ajustable.

La séquence de calibration par rapport au cycle machine sera la suivante (Fig. 8) : En début de cycle l'unité de commande "stepping motor" sera chargée par STAR C avec l'adresse de la PU à calibrer. Cette unité sera ensuite vidée, et les impulsions d'horloge qu'elle produit positionnent le shift register sur l'adresse de la PU sélectionnée. Cette adresse sera mise en mémoire dans le "test selector control". Le sélecteur de test sera positionné pendant la période active du cycle. A la fin du cycle ($MI_2 + \text{délai}$), 11 séquences STAR C - STAR A seront nécessaires. La première, inutilisable pour l'acquisition, permettra de charger l'adresse de la PU dans l'unité de commande et de sélectionner le plan de mesure.

La fin du 1er cycle STAR A effectuera le reset du CODD et commandera le processus suivant :

- Positionnement du shift register sur l'adresse Σ de la PU à calibrer (délai de lms nécessaire pour vider l'unité de commande)
- Trigger calibration
- Interrupt computer
- STAR C pour recharger l'unité de commande pour la mesure suivante
- STAR A qui permet de lire le Σ de la PU sélectionnée et le Δ après avance du shift register par une impulsion "ready STAR A"
- Reset du CODD par le front arrière de l'adresse STAR A.

Ce processus, qui demande environ 7 ms avec l'IBM 1800, pourra être réduit à 5 ms avec le PDP 11/45. Il sera répété 10 fois pour la même PU entre la fin du cycle et le début du cycle suivant. On peut ensuite passer sur une autre PU.

Bien que les circuits de calibration et de mesure d'orbite soient relativement indépendants, il est intéressant de les regrouper de la manière suivante. Le circuit de mise en séquence ne sera pas modifié et recevra, sur la porte "ou" d'entrée, le trigger mesure et le trigger calibration

(Fig. 5). De même le reset du CODD sera effectué avec le front arrière de l'adresse acquisition, donc peut utiliser les mêmes circuits que pour la mesure. La commande du plan R/V provenant des circuits de mesure sera inhibée entre MI_2 et MW, ce qui permettra de sélectionner le plan par le bit de commande R/V calibration (Fig. 9).

Le châssis qui fournit les impulsions de commande pour le générateur de calibration et pour le computer devra être refait.

5.4 Calibration manuelle des PU

Une chaîne de numérisation complète avec "read-out" sera installée et servira de référence pour le réglage du gain des amplificateurs différentiels. Le clavier de sélection, installé au CB, permettra de choisir la PU et le sélecteur à 3 touches aiguillera le signal Σ , ΔR ou ΔV sur l'entrée de cette chaîne.

6. Estimation du temps et du coût des modifications

Le tableau en annexe donne le temps de développement, de câblage et le coût approximatif de toutes les modifications proposées dans ce projet. Il appelle les commentaires suivants :

Afin de pouvoir effectuer ces modifications, tout en laissant le CODD en opération, il faut disposer les circuits modifiés dans un rack supplémentaire pour pouvoir effectuer les tests avant la mise en opération. Ceci explique la nécessité de deux châssis Wenzel pour la synchronisation. Afin de définir les questions de priorité, il est intéressant de voir les implications de ces modifications entre elles.

Les modifications sur la synchronisation pour la commutation 50 MeV - 800 MeV devraient être effectuées en priorité.

La mise en opération sur l'IBM 1800 du "single addressing" permet de réaliser ensuite les circuits de contrôle du shift register et le châssis de commande de calibration. Il sera possible, après modification du software, d'effectuer, avec le générateur de test actuel, les calibrations des chaînes du CODD sur les positions non atténuées en 96 cycles machine. Les calibrations haute intensité pourront être effectuées après installation du générateur Chronetics.

Il serait souhaitable de disposer rapidement du châssis de calibration manuelle car le réglage du gain en sinusoïdal n'est plus valable pour les nouvelles PU. Ce réglage est effectué actuellement en impulsions avec observation sur oscilloscope. La modification de commutation R/V ne pourra être effectuée qu'un châssis après l'autre, le châssis de restitution de ligne de base de réserve permettant de faire le roulement.

Le châssis de commande de sensibilité sera nécessaire au moment de la mise en opération du clavier de commande CODD.

Les modifications permettant d'effectuer 10 mesures par cycle n'auront un intérêt qu'après la mise en opération du PDP 11/45 de "beam measurement". De même les circuits de distribution RF peuvent être installés ultérieurement.

N.B.: Le hardware STAR A - STAR C nécessaire pour effectuer 10 mesures par cycle n'est pas compris dans les estimations de prix.

Tout commentaire et toutes suggestions concernant ces modifications seront les bienvenus.

Références

1. La Synchronisation du Système d'Observation du Faisceau (CODD) -
J. Boucheron, D. Boussard, F. Ollenhauer - MPS/Int/SR 69-7
2. The CERN PS Orbit Display - J. Boucheron, D. Boussard, F. Ollenhauer,
G. Schneider - CERN/MPS/SR 71-1
3. STAR Timing System - G. Daems - MPS/CO Electronique 71-6
4. Restitution de la Ligne de Base des Signaux des Stations d'Observation
du Faisceau - D. Boussard - MPS/Int/SR 69-5
5. H. van der Beken - Communication privée.

Distribution :

O. Barbalat	G. Rosset
H. van der Beken	G. Schneider
D. Bloess	E. Schulte
D. Boussard	Ch. Serre
M. Bouthéon	Ch. Steinbach
E. Brouzet	
L. Henny	
L. Hoffmann	
W. Hardt	
C.D. Johnson	
H. Koziol	
A. Krusche	
P. Lefèvre	
J.H.B. Madsen	
F. Ollenhauer	
G. Plass	
J.P. Potier	

MODIFICATION	TEMPS DE DEVELOPPEMENT	TEMPS DE CABLAGE	COUT APPROXIMAT.	COMMENTAIRES
Distribution RF	2 semaines	1 mois	1.500FS	y compris câble CB-MCR
Synchronisation	1 semaine	3 semaines	1.000FS	sans châssis
→Preset RF	3 semaines	2 mois	5.000FS (16 preset)	avec châssis prix ~ 4000FS pr. 10 presets
Preset F	1 semaine	atel.électron. + 3 semaines	7.000FS (16 preset)	avec châssis prix ~ 5000FS pr. 10 pr ets
Gestion des mesures mémoire 16x16 registres cde. R/V	3 semaines	1 mois ½	6.000FS	avec châssis
Commutation R/V	1 semaine	1 mois	3.000FS	
Cde. sensibilité	1 semaine	1 mois	1.500FS	
→shift register	2 semaines	3 semaines	500FS	
→Générat. Chronetics			2.365 \$	délai de livr. 3 mois, achat générat. de réserve?
châssis de cde.	2 semaines	1 mois	1.500FS	
→calibrat. manuelle	2 semaines	1 mois ½	2.000FS	
2 châssis de synchronisat.			4.000FS	

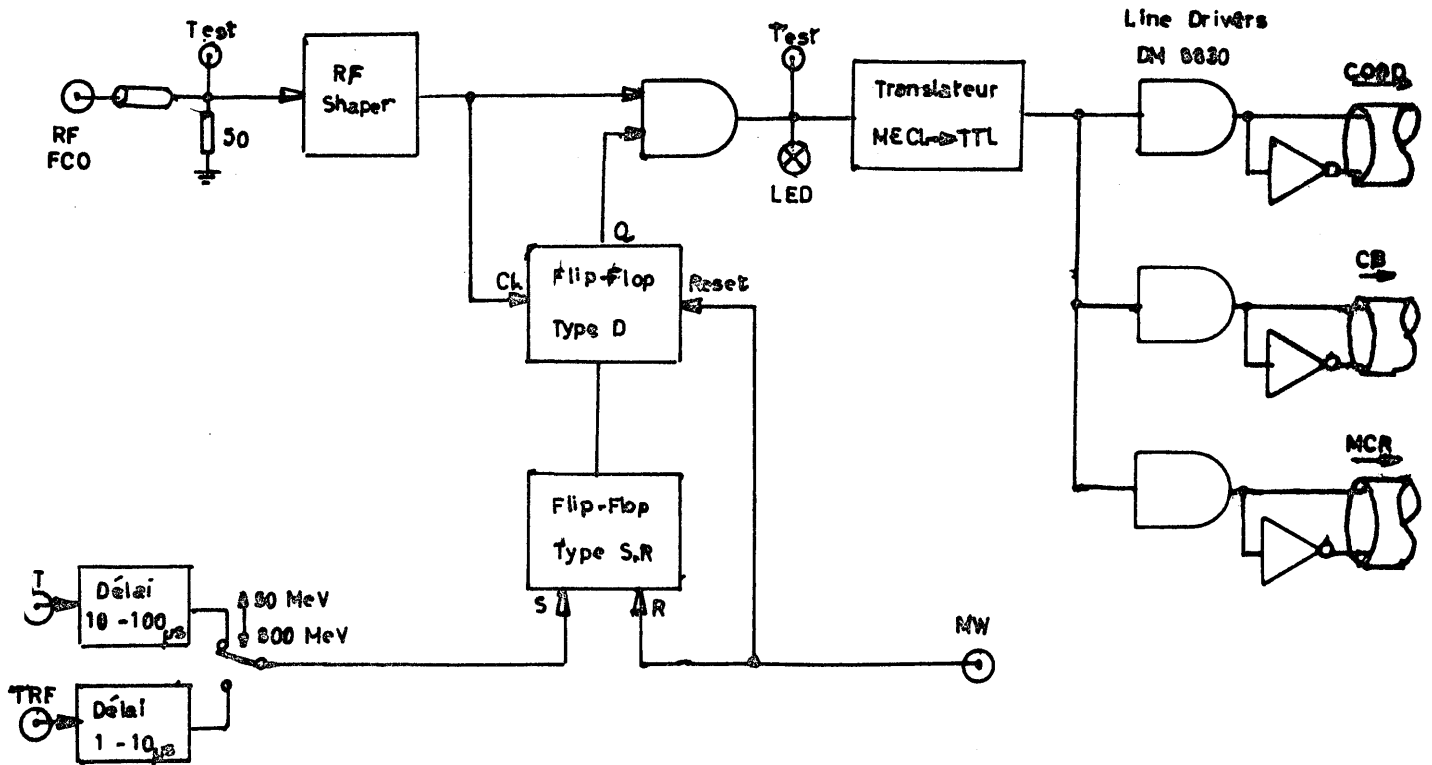


Fig. 1 : Circuit de mise en forme + driver train RF

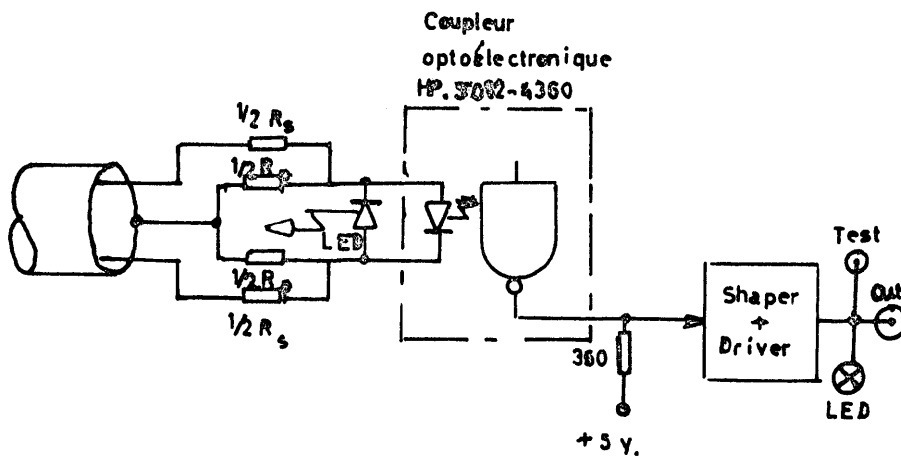


Fig. 2 : Circuit de réception train RF

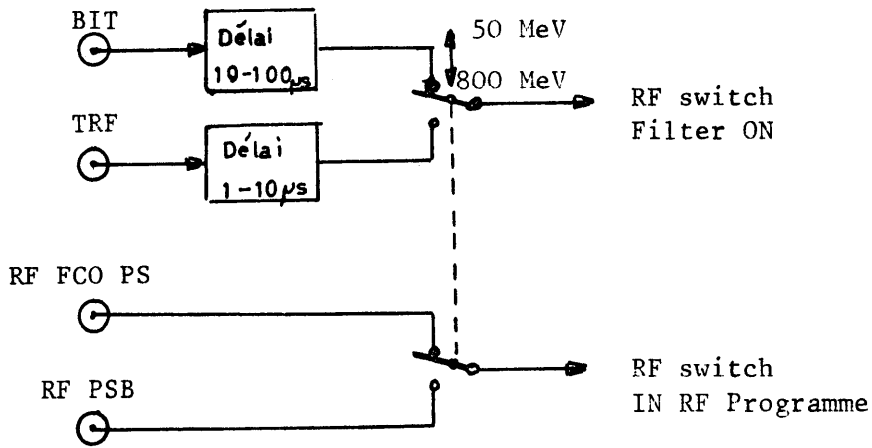


Fig. 3 : Commutation 50 MeV - 800 MeV du RF switch

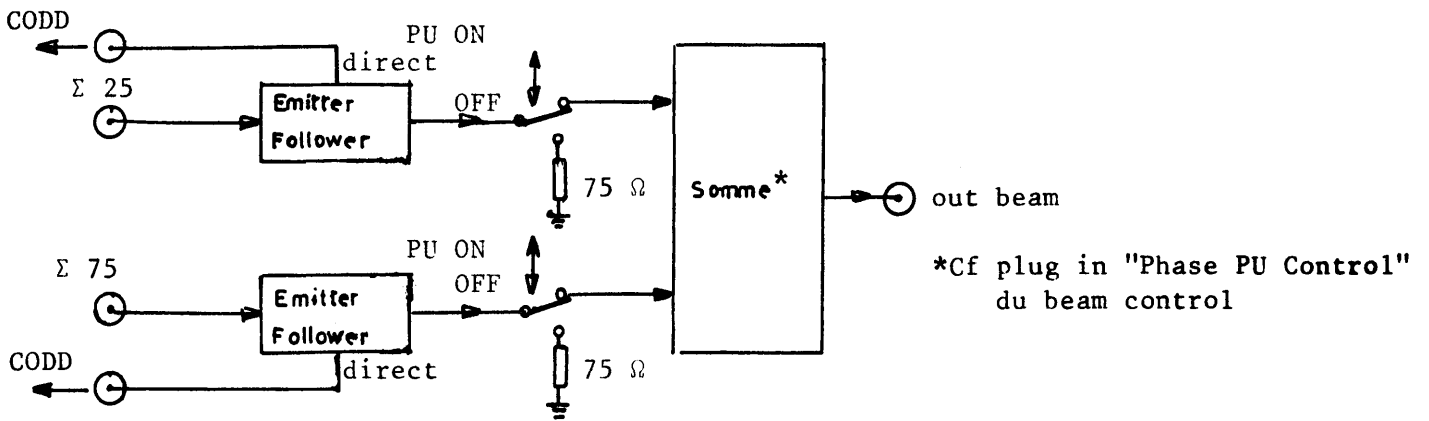
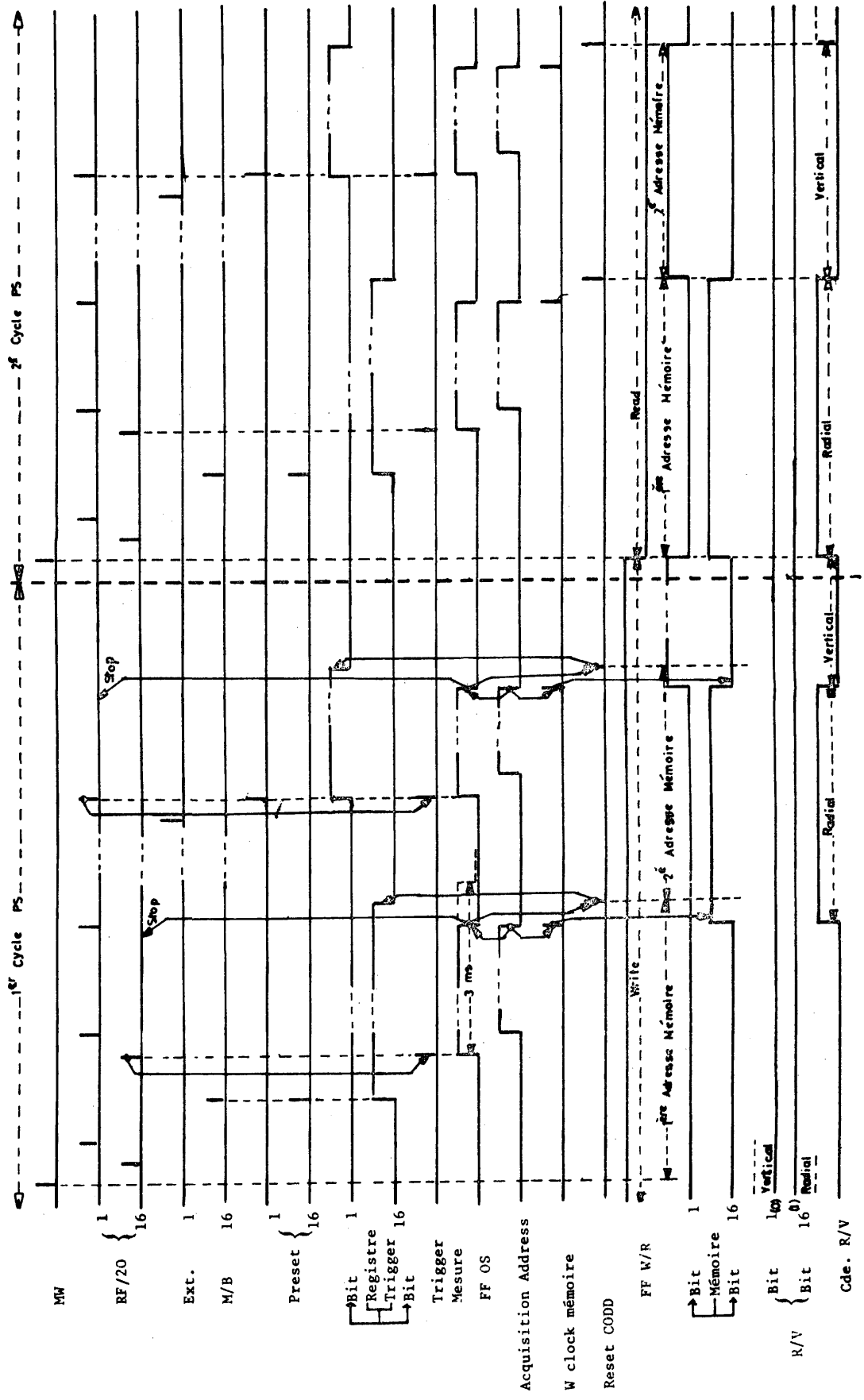


Fig. 4 : Somme de signaux PU pour l'entrée du filtre accordable

Fig. 6.: Exemple de gestion des triggers: ler trigger - Canal 16 - Impulsion N ou B - Radial/2è trigger Canal 1 - Vertical



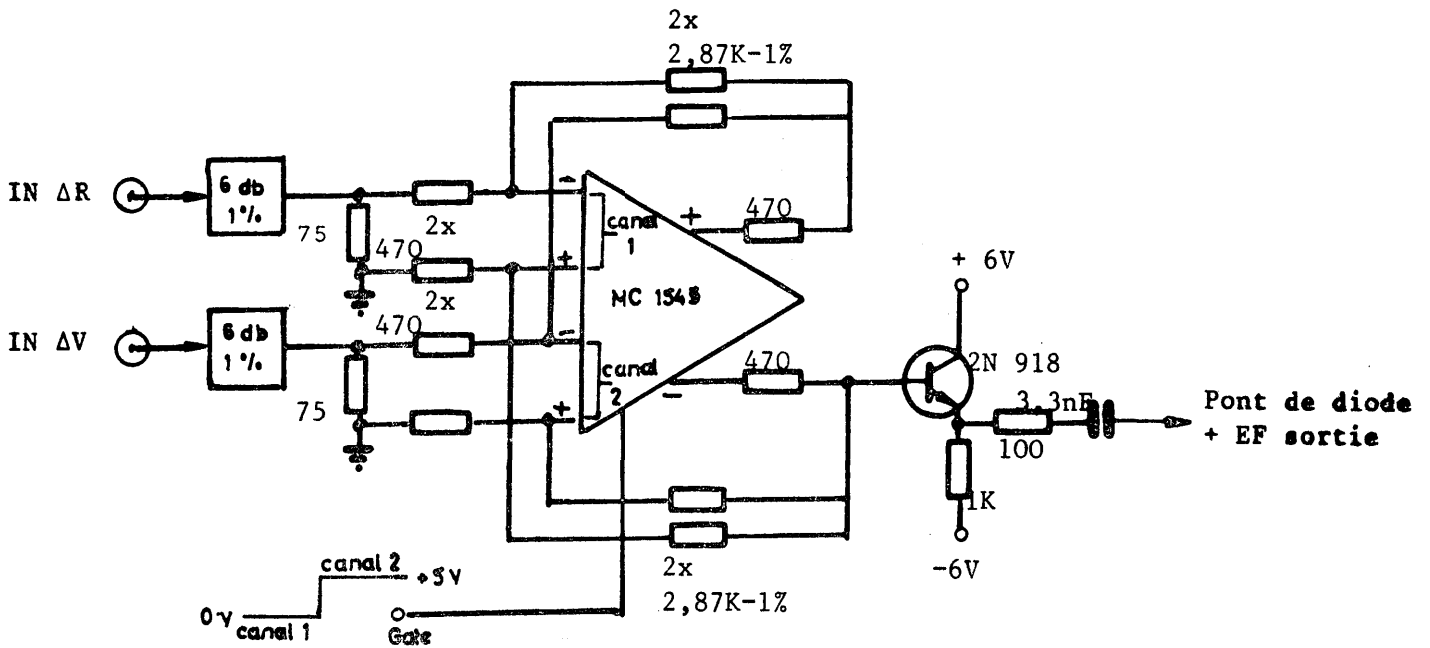


Fig. 7 : Commutateur Radial/Vertical

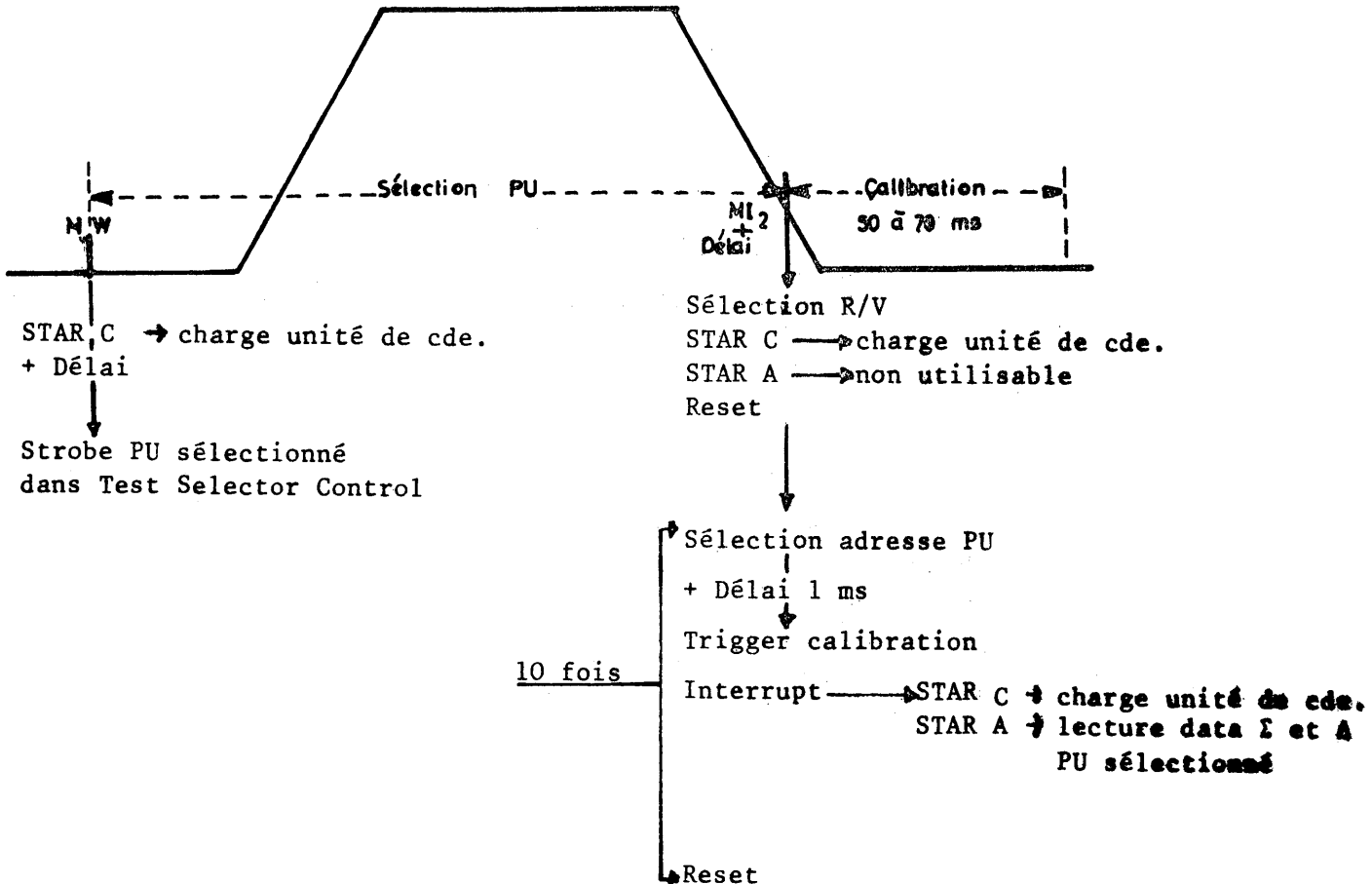


Fig. 8 : Séquence de calibration d'une PU

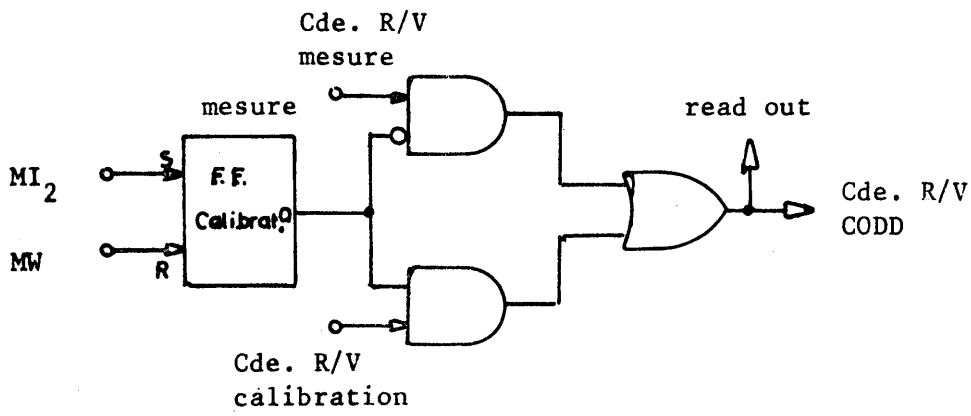


Fig 9 : Commande R/V du CODD en mesure et calibration