

SYNCHRONISATION ET TIMING D'EJECTION DU AD

Compte rendu de la réunion du 8 Juillet 1998

Présents: Jean Boucheron (rapporteur), Gilbert Daems, Tommy Eriksson, Alan Findlay, Georges-Henry Hemelsoet, Klaus-Dieter Metzmacher, Hendrik Mulder, Flemming Pedersen, Jean Philippe, Christian Serre.

Excusés : Jacques Bosser, Stephan Maury.

1. INTRODUCTION

Cette réunion avait pour but de définir le système de synchronisation et le *Timing* d'éjection du AD.

L'ordre du jour de la réunion était:

1. Proposition d'implémentation (J. Boucheron). (Draft en Annexe distribué avant la réunion).
2. Réactions des utilisateurs (CO, OP, CA, Beam Diagnostic, Kickers etc...).

2. PROPOSITION D'IMPLEMENTATION (J. Boucheron)

Jean a présenté la proposition d'implémentation en Annexe en s'appuyant sur le schéma de principe.

En résumé, l'utilisation d'un train synthétisé comme horloge des *Timings* RF pour l'éjection du AD à la place de la RF retour cavité permet:

- de ne pas introduire de *jitter* supplémentaire pour la génération d'impulsions d'horloge à partir du sinus RF retour cavité (période de $\sim 6 \mu\text{s}$ et gamme dynamique entre 100 mV et 500 V de tension RF sur le palier d'éjection).
- de générer les *Timings* nécessaires pour l'éjection *single-bunch et multi-bunch*.
- de disposer, à partir d'une horloge synthétisé à 15.674 MHz, d'un réglage par pas de $\sim 65 \text{ ns}$ (contre $\sim 6 \mu\text{s}$ avec la RF retour cavité) et la précision de l'horloge atomique.
- de satisfaire la précision de *Timing* demandée par l'expérience ASACUSA (et éventuellement par les autres expériences).

Jean a mentionné que, quelle que soit la solution retenue, le *jitter* entre la RF retour cavité et le faisceau serait de l'ordre de 50 à 100 ns pendant la dernière ms avant l'éjection. Ce *jitter* est provoqué par les oscillations cohérentes dues au *ripple* du courant dans les aimants *bending* et du *jitter* en momentum de l'*Electron Cooling*. Bien qu'amorties par la boucle de phase faisceau, ces oscillations ne peuvent pas être entièrement éliminées. Ce *jitter* pourrait être beaucoup plus important si des *Prepulses* RF étaient nécessaires plusieurs ms avant l'éjection.

3. REACTIONS DES UTILISATEURS (CO, OP, Kickers)

Le groupe CO (GD, JP et GHH) pense que le timing RF doit être lié au retour cavité, et non à un synthétiseur, pour des raisons d'exploitation. Un *jitter* de 50 à 100ns entre le timing rapide et le faisceau risque de semer le trouble chez les utilisateurs, surtout si les expériences utilisent des timings avec quelques ns de précision.

GD a contacté les concepteurs du TG8 (Division SL), qui n'ont pas fait de mesure systématique de *jitter* entre 2 TG8 comptant du 15 MHz. Ces mesures seront faites pour mettre un chiffre à la place de 'quelques' ns.

KDM préfère également que les timings *Start et End* pour les kickers d'éjection soient liés à la RF. Par contre les réglages fins des délais ne couvrent que 2 μ s alors que période d'horloge RF cavité est de $\sim 6 \mu$ s. Autre limitation : le temps minimum entre 2 éjections *multi-bunch* est de 30 ms.

JP propose d'ajouter un canal TG8 comptant du 10 MHz comme délai variable (par pas de 100 ns) entre 2 impulsions RF (période $\sim 6 \mu$ s). Cette solution introduirait un *jitter* supplémentaire de 100 ns entre la RF et le 10 MHz.

Tous les utilisateurs présents ne sont pas satisfaits avec une solution qui utiliserait une horloge RF retour cavité pour l'opération et une horloge synthétisée pour les expériences.

Enfin, si toutes les personnes présentes admettent que la génération du *Prepulse* – 200 μ s pour ASACUSA doit être faite dans le *Timing* rapide d'éjection, les groupes CO et OP souhaitent que la 2ème impulsion correspondant à l'arrivée du faisceau soit générée par les expérimentateurs comme délai du – 200 μ s. Ces 2 *Timings* pourraient être dans des *Working Sets* accessibles depuis la *Workstation* des expérimentateurs.

Aucun utilisateur des systèmes Beam Diagnostic n'était présent. Leurs réactions devront être recueillies en dehors de la réunion.

4. CONCLUSIONS

- Le temps entre la synchronisation du *Master RF* et l'éjection du faisceau doit être minimum pour ne pas ajouter de *jitter* supplémentaire au cours des manipulations de faisceau sur le palier d'éjection.. En d'autres termes, l'utilisation de *Prepulses* RF de plusieurs ms avant l'éjection doit être si possible évitée.
- Les mesures de *jitter* entre 2 canaux TG8 doivent être faites dès que possible (GD, JP).
- Une note sur l'analyse des fluctuations de la phase des signaux RF et du faisceau en fonction du *ripple* du champ des *bendings* est en préparation (Flemming).

En conclusion, un *timing* rapide d'éjection basé sur le synthétiseur de référence offre la meilleure stabilité en temps par rapport au *bunch*, avant et pendant l'extraction. C'est la meilleure référence pour **tous** les utilisateurs, comparée aux autres possibilités : i) retour *gap* ou ii) sortie DDS RF ou iii) signal RF faisceau.

- Une solution finale devrait être trouvée avant la réunion ADCO#04 du 11 Août 1998.

Commentaires à Jean jusqu'au 23 Juillet et/ou à Flemming avant le 11 Août 98.

ANNEXE

SYNCHRONISATION ET TIMING D'EJECTION DU AD

J. Boucheron

1. INTRODUCTION

Se référer au schéma de principe page suivante.

A l'origine, le processus d'extraction était basé sur la synchronisation de la RF du AD sur un synthétiseur à 174.2 kHz (avec la précision du *clock* atomique) grâce une entrée couplée en DC dans la boucle de phase du *Beam Control* $h=1$. Ceci était réalisé dans le circuit *F. SYNC*. dont le *Phase Discriminator* recevait la f_{RF} et le synthétiseur Pentek via le *Switch SW* en position B (SP4T contrôlé par l'impulsion "Start Synchro FT"). En outre, les oscillations cohérentes (dues au *ripple* du courant dans les aimants *bending* et du *jitter* en momentum de l'*Electron Cooling*) seront amorties en agissant sur une entrée couplée AC de la boucle de phase faisceau, qui contrôle également la RF. Habituellement, les *timings* fins reçoivent comme horloge un signal RF retour cavité.

Fin 1997 Eberhard WIDMANN, de la collaboration ASACUSA, a adressé à Stéphane une nouvelle demande pour les *triggers* du laser installé dans son expérience. Il faut fournir 2 impulsions: la première 200 à 300 μ s avant l'éjection des pbar, la deuxième coïncidant avec l'arrivée des pbar, avec une précision de quelques ns par rapport à la première. Le processus ci-dessus ne permet qu'une précision de l'ordre de 50 à 100 ns (3 à 6 degrés RF @ 174.2 kHz), ce qui est inacceptable pour cette expérience.

2. PROPOSITION

Flemming a proposé, par Email à WIDMANN, l'utilisation d'un train synthétisé comme horloge des *Timings* RF pour l'expérience ASACUSA, les *kickers* d'éjection, le *Beam Diagnostics* etc. Toutefois, la génération d'impulsions à partir d'un sinus à 174 kHz pose des problèmes pour obtenir des précisions dans les ns. En outre une période de $\sim 6 \mu$ s ne permet pas des réglages fins.

En conséquence, les suggestions de Fleming sont les suivantes:

- générer un train RF à partir d'un synthétiseur à 15.674 MHz (90ème harmonique de 174.2 kHz) et faire un *gating* à 174.2 kHz (après division par 90 du train à 15.674 MHz), 1 ms avant l'éjection.
- Ces pseudo-trains RF à 15.674 MHz et REV à 174.2 kHz seraient générés et transmis (en différentiel balancé ou en mode commun) depuis le hardware spécifique RF, vers la zone de timing d'éjection du AD (responsabilité CO).
- Le *jitter* entre les 2 impulsions pour ASACUSA sera déterminé par la stabilité des délais de propagation des *Presets Counters* utilisés, et non par celle du synthétiseur. Il devra être chiffré pour les TG8, et s'il est supérieur à 10 ns, d'autres *Presets* devront être utilisés (GPPC pour le Timing du LPI ou autres).

La proposition pour le 90ème harmonique vient du fait qu'il est prévu une éjection *multibunch* avec $h=9$ (1.5674 MHz), qui est le 10ème sous-harmonique de la fréquence de référence 15.674 MHz.

Le principe de génération des trains RF et REV synthétisés est représenté sur le schéma en annexe. Le *Switch SW* sera sur la position C pour l'éjection d'un seul *bunch* (impulsion "Start Single Bunch Extraction") et sur la position D pour l'éjection *multibunch* (impulsion "Start Multi Bunch Extraction").

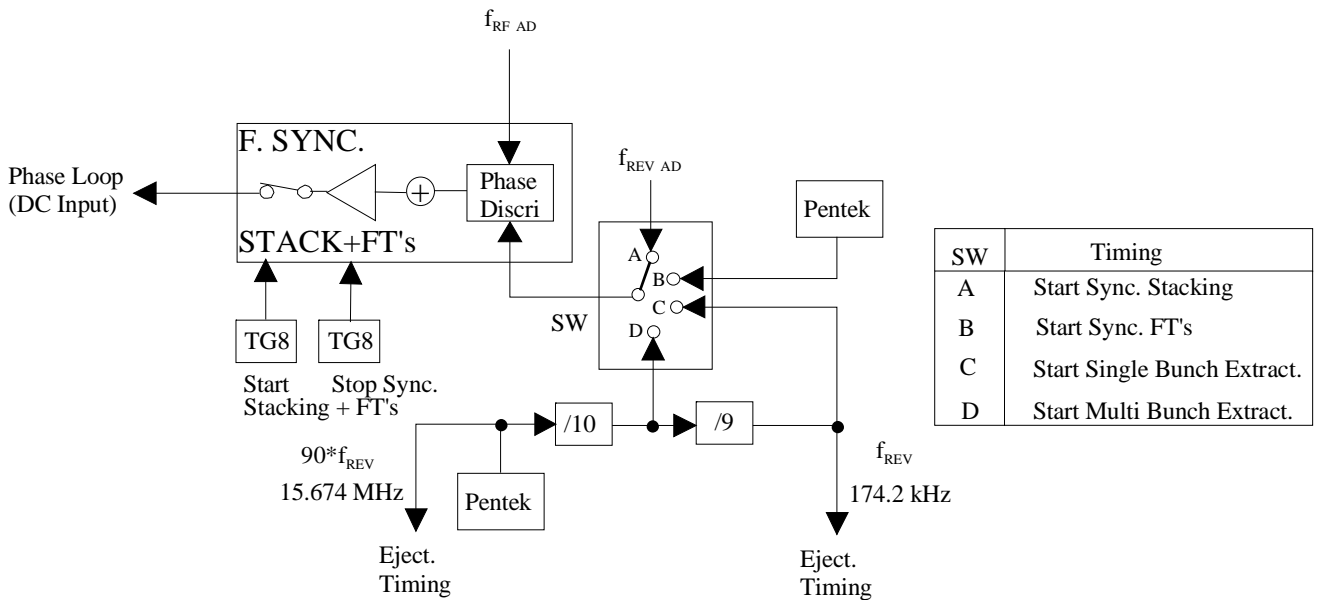
N.B. Le *jitter* de 50 à 100 ns entre le sinus RF AD et le *bunch* de pbar est inévitable, mais il reste faible par rapport à la longueur du *bunch* à 4 sigma qui est de 300 ns.

3. CONCLUSION

Ce timing d'éjection devra être opérationnel avec les pbar dès Avril 1999. Toutefois, il sera utilisé pour les *kickers* et *transfo* rapide, en mode Injection protons dès Septembre 1998 .

Nous devons obtenir un accord de principe rapidement, pour pouvoir l'implémenter pour Septembre prochain, et informer dès que possible les utilisateurs .

Tout commentaire constructif est le bienvenu auprès de Flemming ou de moi-même.



Principle of Extraction Synchro and Timing for AD

J. Boucheron

01/07/98