

MPS/SR/Note 69-8
23 juin 1969

PROJET DE BRANCHEMENT DU SYSTEME DE MESURE
DE LA POSITION RADIALE MOYENNE (MPRM) A LA CALCULATRICE IBM 1800

E. Schulte

G E N E V E
1969

1. INTRODUCTION

La position radiale moyenne du faisceau étant liée à la fréquence d'accélération en fonction de l'énergie, sa mesure se réduit à une mesure de fréquence. La sensibilité de la mesure varie avec l'énergie. Ainsi, pour $\Delta r = 0,1$ mm, la fréquence doit être mesurée avec une précision de $\Delta f = 1$ Hz à $p = 6$ GeV/c et de $\Delta f = 9$ Hz à $p = 24$ GeV/c. Une mesure de la fréquence d'accélération par comptage direct s'interdit puisqu'il faudrait un temps de comptage d'une seconde pour une résolution de 0,1 mm à 6 GeV/c et plus de 100 msec pour la même résolution à 24 GeV/c. L'ancien système de la MPRM emploie un multiplicateur de fréquence par 10 et compte la fréquence de battement obtenue après mélange avec une fréquence de référence. Cette fréquence de référence correspond à la fréquence d'un faisceau circulant sur une orbite d'un rayon 100 mm plus petit que le rayon central du PS. Le temps de comptage réglé sur la porte d'entrée du compteur est de 11,11 msec à 24 GeV/c.

Le nouveau système emploie une mesure de la période de fréquence de battement sans multiplication de fréquence. Nous comptons un train de 10 MHz pendant 10 périodes de la fréquence de battement. Le temps de mesure se réduit alors par un facteur 10 à 10 msec à $p = 6$ GeV/c, et à 1,11 msec à $p = 24$ GeV/c, le faisceau circulant au centre de la chambre à vide. Le temps de mesure varie avec la position radiale du faisceau, à savoir par un facteur 2 pour 5 cm de déplacement.

Cette note sera suivie par une description plus détaillée du nouveau système de mesure.

2. PROCEDE DE MESURE

Les opérations nécessaires pour faire une mesure de la position sont les suivantes :

- a) Déterminer l'énergie à laquelle on veut effectuer la mesure;
- b) En calculer la fréquence de référence (f_{Ref}) :

$$f_{\text{Ref}} = f_{\text{RF}} + \Delta f \text{ [Hz]}$$

$$\Delta f = f_{\text{RF}} \left(1 - \frac{1}{\alpha \gamma^2} \right) \cdot 10^{-3} \text{ [Hz]}$$

$$f_{RF} = \frac{h \cdot c \cdot \beta}{C} \text{ [Hz]}$$

$$C = 2 \pi R$$

$$\beta = \frac{\eta}{\gamma}, \quad \gamma = \sqrt{\eta^2 + 1}, \quad \eta = \frac{B \cdot R_m \cdot c}{E_0}$$

$$R_m = 70,07887 \text{ m},$$

$$c = 2,997925 \cdot 10^8 \text{ m/sec},$$

$$E_0 = 0,938256 \text{ GeV},$$

$$R = 100 \text{ m},$$

$$\pi = 3,1415926536$$

$$h = 20 .$$

- c) Commander le synthétiseur de fréquence par cette fréquence;
- d) Régler un compteur de présélection pour obtenir une impulsion de déclenchement à partir d'un train de synchronisation (M ou B);
- e) Lire le contenu de l'échelle, L;
- f) Calculer :

$$\frac{10^{10}}{L \cdot \Delta f} = 100,0 \text{ [mm]} .$$

3. SCHEMA ELECTRONIQUE

Nous proposons un schéma de branchement à la calculatrice (ci-joint) lui permettant d'exécuter toutes ces opérations, et ceci à différentes énergies dans un même cycle d'accélération.

La calculatrice lit par le système STAR (acquisition) les instants de mesure (timing) voulus par les différents utilisateurs, soit T_1, T_2, \dots . Avant de commander (STAR commande) les compteurs à présélection (Preset counters), elle compare les valeurs T_1, T_2, \dots , pour éviter un déclenchement trop rapproché en temps du système MPRM. En effet, le temps de mesure du système dépend de l'énergie à laquelle on mesure et de la position radiale du faisceau pendant la mesure. Ainsi, à 8,25 GeV/c et à -5 cm (intérieur), il est de :

$$\frac{10 \text{ périodes}}{\Delta f} \frac{10 \text{ cm}}{5 \text{ cm}} = 4 \text{ msec}, \quad \Delta f \approx 5 \text{ kHz}$$

et il diminue à des énergies plus élevées.

Pour permettre le déclenchement de la mesure sur un palier du champ magnétique, nous avons choisi le train M. La calculatrice interdira le déclenchement de la mesure par deux impulsions successives du train M. Elle affiche alors le résultat de la mesure précédente. L'utilisateur du système en est averti par la suppression de l'affichage du dixième de millimètre de sa mesure (coupure de la tension d'alimentation du tube Nixie, $M = M - 1$).

Après acquisition du timing T_1, T_2, \dots , ces valeurs sont comparées avec celle du cycle précédent. Si une valeur a changé, la programmation du compteur de présélection P_1, P_2, \dots , sera ajustée en correspondance. A la coïncidence de ce compteur, on obtient un signal de porte (Gate 1, 2, ...) et une impulsion M. Cette impulsion déclenche, après un retard d'une milliseconde, la MPRM et arrête une échelle qui compte le train B. L'acquisition du contenu de cette échelle détermine l'énergie à laquelle on mesure. La calculatrice procède alors aux calculs du point 2b, et ceci pendant le temps compris entre deux cycles PS. Il peut donc ne pas y avoir d'affichage de la mesure pendant le même cycle que la mesure. On affiche alors zéro.

Si, par contre, la valeur de la temporisation T_1, T_2, \dots , n'a pas changé, la calculatrice fournit un mot f_1, f_2, \dots , correspondant à la fréquence de référence, f_{Ref} , calculée précédemment à l'entrée des portes digitales (Data Gates) correspondantes. Le signal de porte G_1, G_2, \dots , du compteur de présélection permet la transmission de ces mots, soit au convertisseur BCD/décimal, soit au synthétiseur de fréquence directement. Ceci dépend de la possibilité de commande du synthétiseur.

Les synthétiseurs appropriés établissent la fréquence correcte à la sortie en moins de 200 μ sec après réception du mot de commande. Le temps de 1 m/sec (delay) entre l'ouverture de la porte digitale et le déclenchement de la mesure est donc suffisant.

Le résultat de mesure est obtenu dans une échelle dont la porte est commandée par le même signal G_1, G_2, \dots , qui ouvre déjà les portes digitales. La calculatrice acquiert le contenu de ces échelles et procède au calcul du point 2f. Ces calculs se font aussi entre les cycles d'accélération.

L'affichage des valeurs calculées est conditionné par la mesure rapide d'intensité du faisceau à la transition. Sans faisceau, on mesure la fréquence du programme. Dans ce cas, on affiche aussi zéro.

Nous avons prévu 5 utilisateurs (affichages, E. Asseo), la capacité totale du système étant 8 :

- près du système de mesure (MR 18 ou 19),
- cibles,
- éjection,
- ISR,
- bâtiment central (par interface sur l'ancien câble de distribution de la mesure de la position radiale moyenne, 50 fils).

4. UNITES REQUISES

Le châssis STAR-Acquisition et Contrôle (E. Asséo) doit donc présenter les caractéristiques suivantes :

a) Pour la commande

- f_1, f_2, \dots 2 mots de 16 bits (la fréquence de référence varie de 9414901 Hz à 9546474 Hz pour des énergies de 5,67 GeV/c à 27,98 GeV/c, ce qui correspond à 6 décades en BCD = 24 bits);
- P_1, P_2, \dots 1 mot de 16 bits (binaire pure ou BCD, selon conception du du compteur de présélection programmable);
- D_1, D_2, \dots 1 mot de 16 bits (trois décades en BCD + signe + 1 bit de suppression du dixième de mm pour $M = M - 1$).

b) Pour l'acquisition

- B_1, B_2, \dots 1 mot de 16 bits (B 1400 max.);
- T_1, T_2, \dots 1 mot de 16 bits (3 décades BCD);
- L_1, L_2, \dots 1 mot de 16 bits (ce qui donne en binaire pure 65536).
A 6 GeV/c et une position radiale -5 cm (intérieur), le temps de mesure est de 20 m/sec. Le contenu de l'échelle sera de $20 \cdot 10^{-3} \text{ sec} \times 10 \cdot 10^6 \text{ P/sec} = 2 \cdot 10^5$. Puisque la dernière décimale correspond au centième de millimètre, elle ne sera pas lue (16 bits en binaire pure seront donc suffisants).

Le compteur de présélection (Preset Counter) à commande par ordinateur est en développement au groupe Contrôle (E. Asséo).

Les portes digitales existent : Data Gate (contact), PS-EW 408. Elles peuvent transmettre 16 bits par carte. Il faudra donc dix cartes.

Le convertisseur BCD/décimal doit transmettre 24 bits en 6 décades. Les circuits intégrés SN 7441 AN (magasin) sont tout indiqués pour ce développement.

Les échelles comptant 10 MHz, et qui possèdent une porte d'entrée, existent aussi : PS EW 258 A. Elles mémorisent le contenu en binaire pure, pouvant être appelé par une adresse.

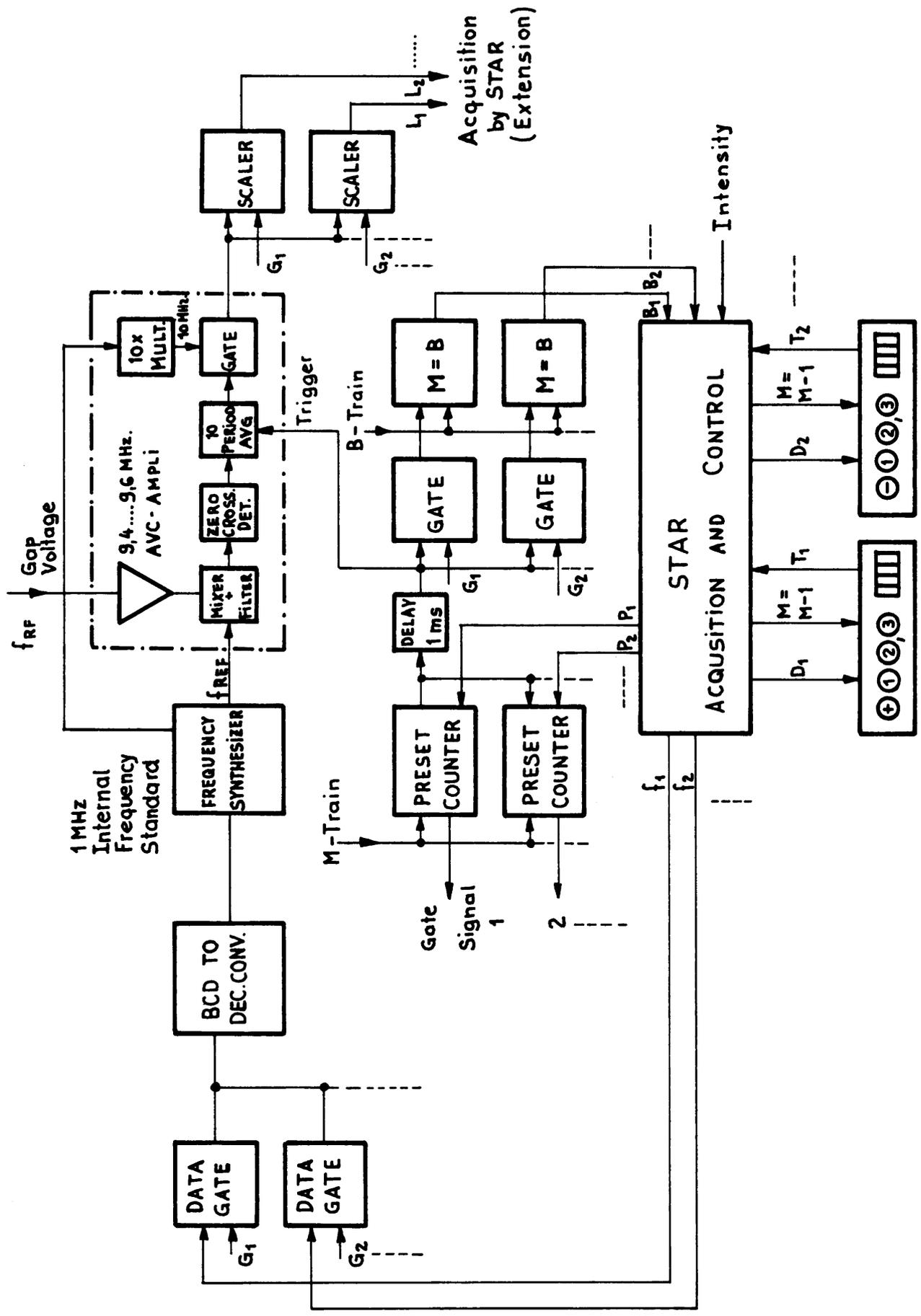
Il existe plusieurs synthétiseurs de fréquence à vitesse de programmation suffisante sur le marché (Hewlett-Packard, 5103 A, fr.s. 35.000.-, Dana, 7010, * fr.s. 22.000.-, adret électronique, 202, * fr.s. 32.000.-, Rhode & Schwarz, No. 280, fr.s. 29.760.-).

Le prix total du système est estimé à fr.s. 60.000.- et il peut être réalisé jusqu'en octobre 1969.

E. Schulte

Distribution :

Liste MPS-SI/1



Acquisition
by STAR
(Extension)

Intensity

STAR
ACQUISITION AND CONTROL

BCD TO
DEC.CONV.

DATA
GATE

DATA
GATE

1 MHz
Internal
Frequency
Standard

FREQUENCY
SYNTHESIZER

f_{RF} GOP
Voltage

10x
MULT.
9.4...9.6 MHz.
AVC-AMPLI.
MIXER
+
FILTER
ZERO
CROSS.
DET.
10
PERIOD
AVG.

SCALAR

SCALAR

M = B

M = B

GATE

GATE

DELAY
1 ms

PRESET
COUNTER

PRESET
COUNTER

M-Train

Gate
Signal
1

2

Trigger

B-Train

G_1

G_2

L_1

L_2

P_1

P_2

B_1

B_2

$M = M-1$

T_1

T_2

D_1

D_2

$\oplus \textcircled{1} \textcircled{2} \textcircled{3}$

$\ominus \textcircled{1} \textcircled{2} \textcircled{3}$

f_1

f_2