
SERPUKHOV FAST EJECTION MONITORING SYSTEM DOCUMENTATION

J. Leroux

Table des matières

Avant-propos

1ère partie1. DESCRIPTION GENERALE DU MONITORING

- 1.1 But à atteindre
- 1.2 Présentation des signaux
- 1.3 Signaux rapides kicker
 - 1.3.1 Signaux à observer et à traiter
 - 1.3.2 Sélection des signaux à observer
 - 1.3.3 Trigger sélecteur multishot
- 1.4 Signaux septum LCR
 - 1.4.1 Signaux à observer
 - 1.4.2 Sélection signaux septum
 - 1.4.3 Trigger sélecteur
- 1.5 Signaux "Machine parameters measurements" LCR
 - 1.5.1 Signaux à observer
 - 1.5.2 Sélection des signaux
 - 1.5.3 Trigger sélecteur
- 1.6 Signaux à observer à l'EQR
 - 1.6.1 Signaux lents et rapides
 - 1.6.2 Sélection des signaux
 - 1.6.3 Trigger sélecteur
- 1.7 Système hydraulique
 - 1.7.1 Liste des signaux à observer
 - 1.7.2 Sélection des signaux
 - 1.7.3 Trigger

2ème partie

La table des matières (List of Contents) incluse dans le dossier Monitoring Documentation indique dans l'ordre tous les schémas détaillés, les circuits imprimés des circuits de sélection des signaux et des triggers, la construction des intégrateurs et des lignes à retard.

Avant-propos

Le projet d'étude du "Serpukhov Fast Ejection Monitoring System" est basé d'une part sur le "Design study on the fast ejection system of channel A" ¹⁾ et d'autre part sur des considérations diverses venues ensuite.

Ce rapport donne la description générale de l'appareillage définitif.

1. DESCRIPTION GENERALE DU MONITORING

1.1 But à atteindre

Le "monitoring system" doit traiter et permettre la sélection d'un nombre important de signaux provenant des diverses parties de l'équipement. Les signaux sont présentés sur des oscilloscopes et d'autres instruments à différents endroits (LCR - Local Control Room, EQR - Equipment Room, Pumping station). Le bloc diagramme est donné (Fig. 1).

L'échelle de temps des signaux à afficher étant très variée, la présélection des différents triggers pour la synchronisation des oscilloscopes est nécessaire.

Un appareillage annexe "Remote or local control delay lines" permet l'ajustement temporel précis de certains signaux.

1.2 Présentation des signaux

Selon la proposition du 10.12.1969 ²⁾ modifiée et acceptée par le Groupe, 5 oscilloscopes Tektronix sont prévus pour le monitoring. Afin de permettre une certaine flexibilité d'interchangeabilité en cas de défaillance, seulement deux modèles d'oscilloscopes et quatre modèles de tiroirs ont été achetés.

A) 2 oscilloscopes type 556, 0-50 Mhz, double faisceau, sont prévus pour :

Scope N° 1 (position LCR)

- "General fast monitoring" comprenant l'observation des signaux de l'appareillage, "lines + kicker magnet", "H.T. trigger" et ceux d'observation du faisceau (2 tiroirs 1A1 à 2 traces chacun).

Scope N° 2 (position EQR)

- Observation de la charge et de la séquence de charge des lignes. Observation de signaux rapides divers (2 tiroirs 1A4 à 4 traces chacun).

- B) 3 oscilloscopes type 565, 0-10 Mhz, double faisceau, sont prévus pour :

Scope N° 3 (position LCR)

- Observation des signaux des appareillages pour les 2 septums.
2 tiroirs 3A6 à 2 traces chacun.

Scope N° 4 (position LCR)

- "Machine parameters measurements". 2 tiroirs 3A74 à 4 traces chacun.

Scope N° 5 (position pumping station)

- Observation des signaux de l'appareillage hydraulique.
2 tiroirs 3A6 à 2 traces chacun.

1.3 Signaux rapides kicker

1.3.1 Signaux à observer et à traiter

Les signaux sont prélevés sur 10 lignes alimentant 10 kickers, sur 3 ensembles triggers HT et sur le faisceau. Ils se présentent sous trois formes :

- a) différenciés par pick-ups électrostatiques ou magnétiques,
- b) réduits par diviseurs résistifs,
- c) déjà traités : beam diagnostics (analog signals).

Voir disposition des points de mesure (Fig. 3), le répertoire des points de mesure en annexe séparée, et le plan des câbles.

Le répertoire donne les informations suivantes :

- les abréviations sur les boutons poussoirs,
- le type de capteur,
- le type d'observation à réaliser,
- la constante de temps des intégrateurs passifs.

Le plan des câbles donne les informations suivantes :

- l'attribution des câbles,
- les numéros correspondants des câbles de transmission :
N° sur patch panel EQR-LCR
N° LCR
- le type de câbles,
- la longueur des câbles,
- le point de départ, le point d'arrivée.

Les signaux différenciés par pick-ups magnétiques ou électrostatiques sont restitués dans leur forme première par intégration passive (on distingue trois constantes de temps selon le type d'observation à effectuer : 135 μ s, 300 μ s, 635 μ s. La description, les caractéristiques, le choix des constantes de temps sont donnés sous réf. 5), 6) et 7).

Les autres signaux provenant des diviseurs résistifs sont standardisés en amplitude par des atténuateurs passifs en T à 75 Ω puis transmis au "lines + kickers signals selector" (commutateurs coaxiaux commandés à distance par des claviers à boutons poussoirs) pour être présentés 2 par 2 sur l'oscilloscope N° 1.

1.3.2 Sélection des signaux à observer

La sélection des signaux sur les deux faisceaux de l'oscilloscope N° 1 type Tektronix 556 monté à la LCR se fait par commutateurs coaxiaux commandés à distance par sélecteurs à boutons poussoirs. La figure 2 représente la disposition des commutateurs et des sélecteurs à poussoirs.

On distingue deux catégories de signaux :

- A) l'appareillage lignes et kickers,
- B) l'appareillage trigger : thyatron HT + master gap trigger, l'observation du faisceau (signaux analogiques) et divers.
- A) Appareillage lignes et kickers

L'observation simultanée de 2 signaux dans n'importe quelle combinaison s'opère par la manipulation de 4 sélecteurs à poussoirs.

Deux claviers à 10 boutons poussoirs permettent la sélection d'un numéro de ligne indépendamment dans chaque canal de l'oscilloscope. Deux claviers à 18 boutons poussoirs permettent la sélection d'un signal dans chacune des deux lignes déjà présélectionnées.

Les deux sélecteurs de signaux agissent sur 2 x 10 commutateurs coaxiaux de 18 signaux en relation avec les deux sélecteurs de lignes qui agissent sur les deux commutateurs coaxiaux indépendants de ligne. Les connexions réalisent un double système à coordonnées rectangulaires avec entrée-sortie toujours adaptées à 75 Ω . Les signaux non utilisés dans un canal sont automatiquement disponibles à 75 Ω dans le second.

En résumé, 4 touches sont à presser pour la comparaison deux à deux de n'importe lesquels des 180 signaux (maximum) du fast monitoring kicker. L'enfoncement d'une touche dans chacun des claviers éjecte celle précédemment enfoncée *). Le canal 1 est préférentiel sur le 2.

*) pas de relais : économie et simplification de câblage. Les touches sont verrouillées mécaniquement.

Les circuits de commutation coaxiaux et les circuits logiques de commande à distance sont tous inclus en détails dans le dossier de documentation "Monitoring".

Les caractéristiques des ensembles de commutations coaxiaux ont un temps de montée de 0,8 ns et par conséquent transmettent sans déformation les signaux ayant un temps de montée inférieur à 10 ns.

Les deux signaux sélectionnés sont raccordés à l'oscilloscope 556 N° 1 :

- canal A2 (upper beam + tiroir gauche 1A1 entrée 2),
- canal B2 (lower beam + tiroir droit 1A1 entrée 2).

B) Appareillage trigger HT

Trois groupes de signaux (front, clipping, tail) sont à observer depuis l'entrée des thyratrons trigger à 40 kV jusqu'à la sortie du Master gap trigger. Au total, 18 signaux au maximum, y compris les signaux d'observation du faisceau (voir le répertoire des points de mesure en annexe séparée, et le plan de câbles).

L'observation simultanée de deux signaux s'opère par la manipulation de 2 sélecteurs à poussoirs indépendants pour des raisons techniques de qualités de signaux, d'économie de circuits coaxiaux et d'augmentation de flexibilité.

Deux claviers à 18 boutons poussoirs répètent chacun les signaux et permettent l'observation de deux signaux simultanément dans n'importe quelles combinaisons. L'enfoncement d'une touche éjecte mécaniquement celle précédemment enfoncée dans chaque clavier (pas de relais). Ces deux sélecteurs agissent sur deux commutateurs coaxiaux comme dans 1.3.2 A), les signaux non utilisés dans le premier commutateur sont transmis à 75 Ω au second.

Les deux signaux sélectionnés sont raccordés à l'oscilloscope 556 N° 1 :

- canal A1 (upper beam + timing gauche, tiroir 1A1, entrée 1),
- canal B1 (lower beam + tiroir droit 1A1, entrée 1).

En conclusion, les quatre canaux d'observation peuvent se combiner à volonté pour l'observation simultanée de deux signaux :

A2 et B2	observation de 2 signaux ensembles "lines + kickers"
A1 et B1	observation de 2 signaux trigger HT
ou	
A2 et B1	{ observation d'un signal trigger HT et
A1 et B2	

Lorsque les signaux sont répétitifs d'un cycle à l'autre, la position "alternate" des deux tiroirs 1A1 permet l'observation alternative de 4 signaux, deux par deux. L'oscilloscope permet également d'autres facilités (voir Manuel 556 Tektronix). Le système offre donc une grande flexibilité d'utilisation.

1.3.3 Trigger sélecteur multishot

L'oscilloscope 556 à double faisceau possède deux bases de temps utilisables selon les différents modes suivants :

- séparées pour chacun des deux canaux,
- communes pour les deux canaux,
- retardées l'une par l'autre pour l'élargissement d'une partie quelconque d'un signal dans un canal.

Il apparaît donc comme nécessaire d'avoir deux signaux de trigger indépendants. En outre, l'éjection devant se faire à "multishot", il est également nécessaire de réaliser un "trigger selector" permettant l'observation d'un shot ou de plusieurs shots simultanément.

Les signaux de trigger seront générés à partir des "remote controlled RF train pre/post scalers" 3).

Dans une première étape, le système sera réalisé pour synchroniser l'observation de trois shots avec ensuite possibilité d'extension à six shots. L'ejection time de référence, T_0 , correspond au pulse 1000 du train RF de chaque shot 4) (il existe un train RF et un T_0 pour chaque shot).

Pour obtenir un triggering pulse, soit avant soit après l'instant T_0 , on affectera donc une unité "pre" ou "post" à chaque shot. Soit trois "pre" et trois "post" scalers pour le trigger canal A, et trois "pre" et trois "post" scalers pour le canal B. L'affichage est réalisé à distance par des multiswitches Contraves à 3 décades par scaler. La disposition des commandes est donnée à la figure 2 (Trigger selector panel), Les plans de câblages dans le dossier "Monitoring documentation".

La sélection des signaux se fait de la façon suivante :

Les 3 signaux "RF pre-pulse" et "RF post-pulse" travaillent indépendamment sur le mode "OU inclusif". Par contre, l'utilisation des "RF pre-" et "RF post-pulse" d'un même shot travaille sur le mode "OU exclusif". Il est évident que l'on ne peut utiliser comme trigger en même temps le "pre" et le "post" d'un même shot.

Le "reset" s'effectue par un bouton dans chaque canal.

Les deux ensembles trigger channel A et B sont identiques. Les boutons poussoirs de chaque "trigger channel" agissent sur "l'inhibit" de l'impulsion de sortie des unités "pre" et "post" scalers.

On peut donc sélectionner un à trois pulses trigger par canal et par cycle machine. La résolution du système sera d'une impulsion R1 ou 1 bunch ~ 150 ns. L'ajustement fin (par exemple pour des mesures de jitter ou le centrage d'une impulsion sur l'oscilloscope) se fera avec une ligne à retard variable 0-200 ns résolution 2 ns (voir dossier "Monitoring documentation").

La présélection d'affichage du trigger s'opère pour chaque shot de la façon suivante :

Pour l'observation du front, on affichera le numéro du 1er bunch à éjection - 1 (pour observer le début du pulse) et on ajoutera le retard fixe dû aux câbles aller et retour.

Pour l'observation du clipping, on affichera le numéro du 1er bunch + le nombre de bunches éjection - 1 et on ajoutera le retard fixe dû aux câbles aller et retour.

Pour l'observation du tail, l'affichage à indiquer étant le décompte à partir de T_0 , il suffira d'afficher $30 - (N+n+1) + D$, avec N = numéro du 1er bunch éjecté et n = nombre de bunches éjectés, + D = retard des câbles.

1.4 Signaux septum LCR

1.4.1 Signaux à observer (décharge dans les septums 24 et 26)

	<u>type de capteur</u> ⁸⁾
1) Trigger out	Diviseur résistif
2) Discharging current from main ignitron in septum	Transformateur de courant + intégrateur passif
3) Crow-bar current	Transformateur de courant + intégrateur passif
4) Septum current (+)	Transformateur de courant + intégrateur passif

1.4.2 Sélection signaux septum

Les signaux sont observés à la LCR sur le rack N° 3 avec un oscilloscope Tektronix 565 à double faisceau. L'oscilloscope comporte 2 tiroirs 3A6 (commutateur électronique à 2 entrées). L'oscilloscope permet donc l'observation de 4 signaux lents sur position "chopped".

Quatre sélecteurs à 8 boutons poussoirs sont raccordés 2 à 2 à chacun des septums 24 et 26, ce qui permet l'observation simultanée de 2 signaux de chacun des deux septums dans n'importe quelle combinaison possible.

L'enfoncement d'une touche dans chacun des claviers éjecte celle précédemment enfoncée. Le fonctionnement étant purement mécanique, aucun relais n'est nécessaire. Les signaux sont directement commutés sur les contacts des poussoirs, ce qui simplifie grandement le câblage.

1.4.3 Trigger sélecteur

L'oscilloscope 565 à double faisceau possède deux bases de temps utilisables selon les différents modes suivants :

- séparées pour chacun des deux canaux,
- communes pour les deux canaux,
- retardées l'une par l'autre pour l'élargissement d'une partie quelconque d'un signal dans un canal.

Il apparaît donc comme nécessaire d'avoir deux signaux de trigger indépendants pour chaque septum. D'autre part, l'éjection devant se faire à multishot, il est également nécessaire de réaliser un "trigger selector" permettant l'observation d'un shot ou de plusieurs simultanément.

Le trigger sélecteur sera constitué ainsi :

- 3 boutons poussoirs travaillant sur le mode logique OU avec un bouton de reset sélectionneront les "3 shots firing septum pulse" en provenance du timing pour l'observation des signaux de décharge du septum 24,
- 3 boutons poussoirs travaillant sur le mode logique OU avec un bouton de reset sélectionneront les "3 shots firing septum pulse" en provenance du timing pour l'observation des signaux de décharge du septum 26.

Pour chaque septum, on pourra donc observer indépendamment la décharge pour les shots de 1 à 3.

1.5 Signaux "Machine parameters measurements" LCR

1.5.1 Signaux à observer

Ils peuvent être différents selon les expériences à effectuer. A titre d'exemple, on pourra observer :

1er groupe

- le cycle d'aimantation de la machine,
- l'intensité du courant de protons pendant le cycle machine,
- les moniteurs de radiations.

2ème groupe

- le signal de charge d'une ligne,
- le signal de charge du septum 24,
- le signal de charge du septum 26.

La liste n'est pas limitative et pourra être mentionnée dans une annexe séparée.

1.5.2 Sélection des signaux

Ces signaux lents sont observés à la LCR sur le rack N° 2 avec un oscilloscope Tektronix 565 à double faisceau, avec tube cathodique à longue persistance et 2 tiroirs 3A74 à 4 traces chacun.

Le sélecteur à poussoirs est constitué par quatre groupes de 2 sélecteurs à 4 boutons poussoirs permettant l'observation de deux signaux différents dans chaque groupe; au total, 8 signaux peuvent être observés simultanément sur 16 signaux raccordés au maximum.

1.5.3 Trigger sélecteur

L'oscilloscope 565 à double faisceau possède deux bases de temps, utilisables selon les modes suivants :

- séparées pour chacun des deux canaux,
- communes pour les deux canaux,
- retardées l'une par l'autre pour l'élargissement d'une partie quelconque d'un signal dans un canal.

Les "triggers" seront indépendants pour les canaux A et B et se feront à multishot. Le trigger sélecteur est similaire à celui du fast monitoring et l'on se reportera pour la description au paragraphe 1.3.3, en remplaçant les impulsions RF par les impulsions B+T "remote controlled".

Les 3 signaux "B+T pre-pulse" et "B+T post-pulse" travaillent indépendamment sur le mode OU inclusif. Par contre, l'utilisation des B+T pre- et B+T post-pulse d'un même shot travaille sur le mode OU exclusif.

Les deux ensembles canal A et B sont identiques. Les boutons poussoirs de chaque trigger channel agissent sur l'inhibit de l'impulsion de sortie des unités B+T pre- et post-scalers. L'affichage est réalisé à distance par des multiswitches Contraves à 5 décades par "scaler".

1.6 Signaux à observer à EQR

1.6.1 Signaux lents et rapides

Le cycle de charge des 10 lignes alimentées par les générateurs Siefert avec régulation.

Le cycle de charge des deux bancs de condensateurs des septums alimentés par les générateurs Siefert avec régulation.

Selon les besoins, certains signaux rapides sont observés à l'EQR en provenance des lignes et des kickers.

1.6.2 Sélection des signaux

Les signaux lents et rapides sont raccordés à deux racks dans la cage Faraday de l'EQR. L'observation s'effectuant selon les besoins sur un oscilloscope 556 à double faisceau, équipé de deux tiroirs 1A4 à 4 traces chacun. En position "chopped", on peut donc observer jusqu'à 8 traces en même temps.

Quatre sélecteurs à 8 boutons poussoirs sont raccordés 2 à 2, de façon à observer 2 signaux dans chaque canal (A et B) dans n'importe quelle combinaison possible. On raccorde les cycles de charge des lignes 1 à 5 et celui du septum 24 au canal A. Les cycles de charge des lignes 6 à 10 et celui du septum 26 au canal B. Les signaux rapides sont directement raccordés à l'oscilloscope selon les besoins à partir d'un patch panel ⁹⁾ monté sur l'autre rack de la cage Faraday, sur lequel se trouvent rassemblés tous les signaux susceptibles d'être utiles à observer. Un certain nombre d'intégrateurs sont vissés à la cage Faraday pour les signaux devant être intégrés. Il est également possible de connecter à ce panneau quelques signaux provenant de l'anneau via la LCR. Cette solution a été préférée pour des raisons de flexibilité.

1.6.3 Trigger sélecteur

Deux dispositifs de trigger sont disponibles.

Pour les signaux lents, on utilisera le "power supplies monitoring selector". Il sera constitué par un panneau comportant :

- 3 boutons poussoirs travaillant sur le mode logique OU exclusif, pour la sélection des 3 "shots start" de la charge des lignes 1-10, ou les 3 "shots start" du SM 24, ou les 3 "shots start" du SM 26.
- 3 boutons poussoirs travaillant sur le mode OU inclusif permettant de choisir 1 à 3 shots d'un des trois groupes présélectionnés ci-dessus.

Les canaux A et B sont construits de façon identique. On pourra par exemple observer la charge des lignes sur le canal A et la charge d'un septum sur le canal B, ou le contraire.

Dans les signaux rapides, on aura à disposition un tiroir de présélection "remote control" agissant simultanément sur les 3 shots des signaux

- RF pre-pulse
- RF post-pulse
- B+T pre-pulse
- B+T post-pulse.

Quatre groupes de 3 signaux proviendront de ce tiroir. Ils seront chacun sélectionnés sur un panneau comportant quatre groupes de boutons poussoirs travaillant sur le mode OU inclusif avec le reset. On pourra donc sélectionner pour chacun de ces quatre groupes 1 à 3 shots sur le mode OU inclusif. Les signaux de sortie viennent sur le panneau avant de façon à simplifier les raccordements sur l'oscilloscope.

1.7 Système hydraulique

1.7.1 Liste des signaux à observer

- Timing pulse
- Program
- Servo input
- Spool position
- Ram. position
- Acceleration.

1.7.2 Sélection des signaux

Un oscilloscope Tektronix 565 (N° 5) à double faisceau et 2 tiroirs 3A6 permet l'observation simultanée (chopped) de 4 signaux avec deux balayages indépendants. Quatre sélecteurs à 8 touches, identiques aux deux précédents, permettent de répéter les différents signaux de telle sorte que n'importe lesquels des signaux puissent être observés 4 par 4.

1.7.3 Trigger

Les signaux à observer étant très lents, on synchronisera les deux balayages de l'oscilloscope sur l'impulsion de départ du champ magnétique de l'accélérateur à partir du train T à 10 Kz (Timing russe).

Les possibilités balayage retardé et balayage synchronisé après retard permettent d'observer les détails quelconques des signaux.

Références

- 1) Design study on the fast ejection system of channel A
(Serpuukhov 70 GeV Proton Synchrotron)
PS/FES/TN-49, 22.2.69
- 2) Mémorandum de J. Leroux :
Liste des oscilloscopes pour le monitoring, 10.12.69
- 3) H. Rossi :
Remote controlled RF train pre/post scaler
PS/FES/TN-154, 20.4.70
- 4) H. Rossi :
Générateur des pre/post impulsions du train RF -
RF train pre/post scaler.
PS/FES/TN-77, 13.8.69
- 5) J. Leroux :
Intégrateur passif basse impédance pour les impulsions rapides
à haut voltage.
Nuclear Instruments and Methods, 76, 164-168 (1969).
North-Holland Publishing Co.
- 6) J. Leroux :
Caractéristiques des intégrateurs passifs basse impédance.
PS/FES/TN-136, 23.2.70
- 7) J. Leroux :
Intégration des signaux différenciés. Choix des constantes
de temps pick-up et des intégrateurs.
PS/FES/TN-237, 26.10.70
- 8) L. Caris :
Documentation
- 9) B. Kuiper :
Proposition.