

CARACTERISTIQUES DES INTEGRATEURS  
PASSIFS BASSE IMPEDANCE

---

J. Leroux

1. INTRODUCTION

L'intégration des signaux différenciés provenant des divers points de contrôle de l'équipement d'éjection rapide est réalisée par un intégrateur passif semblable à la technologie utilisée pour O.S.F.

Nous ne reviendrons pas sur la description et la réalisation de cet intégrateur qui a déjà été présenté dans plusieurs rapports<sup>1,2,3,4</sup>.

La présente note définit les caractéristiques optimales à donner à cet intégrateur utilisé pour le "monitoring" de l'éjection rapide à Serpukhov.

2. MOTIVATION DU CHOIX DES CARACTERISTIQUES

Les spécifications à donner à l'intégrateur sont un compromis entre la tension de sortie minimale et la constante de temps.

2.1 Tension de sortie de l'intégrateur

L'amplitude des signaux à observer sur l'oscilloscope devrait être au maximum de 4 cm. La sensibilité de celui-ci doit être réglée à 100 mV/cm pour être au-dessus des bruits et des inductions à 50 c/s pouvant être de l'ordre de 5 mV.

L'expérience de l'O.S.F. nous montre qu'en tenant compte de la calibration et du partage des signaux intégrés adaptés en impédance pour d'autres fonctions (ex.: pulse balance), l'amplification finale de distribution sur les oscilloscopes peut être de 8 au maximum. La tension de sortie devra donc être comprise entre 50 et 150 mV (constante de temps 300  $\mu$ s).

Pour des mesures de précision sans partage des signaux intégrés on pourrait tolérer des signaux de 25 à 50 mV minimum (constante de temps 635  $\mu$ s).

(Voir tableau comparatif des paramètres Serpukhov et OSF).

## 2.2 Constante de temps de l'intégrateur

Deux critères servent à déterminer la constante de temps d'intégration; elle doit être :

- a) minimum afin d'obtenir le signal de sortie maximum;
- b) suffisamment grande pour qu'une erreur minimum soit introduite d'une part à la charge (front de montée et de descente produit par le différentiateur), d'autre part à la décharge naturelle de l'intégrateur dans sa résistance de charge.

A la charge, la réponse d'un circuit passe bas à un échelon de tension  $e_0$  est :

$$e_s(t) = e_0 \left( 1 - e^{-\frac{t}{T_i}} \right)$$

Si  $T_d$  = temps d'intégration du signal différencié

$T_i$  = constante de temps d'intégration

pour  $T_i \gg T_d$  l'erreur par rapport à une droite théorique

$e_0 \frac{t}{T_i}$  sera absolument négligeable

Comme cet intégrateur intègre parfaitement les flancs très raides<sup>3,4</sup>, on aura une très grande fidélité de représentation des fronts de montée et de descente. La mesure ne dépendra donc que de la qualité du différentiateur et des câbles de transmission et l'on pourra dire que :

$$e_s(t) = \frac{1}{T_i} \int_0^{T_d} e_0(t) dt$$

$e_0(t)$  = signal du différentiateur.

Entre le front de montée et de descente du kicker, la décharge de l'intégrateur est :

$$e_s(t) = e_0 e^{-\frac{T_B}{T_i}}$$

$T_B$  = temps pour éjecter n bunches.

La tension de sortie minimale ayant été déterminée au paragraphe précédent, la constante de temps sera donc définie d'une part par la tension que peut délivrer le pick-up différentiateur, d'autre part par l'erreur minimale de décharge de l'intégrateur sur le flat top.

La fig. 1 donne la tension de sortie de l'intégrateur en fonction de la tension délivrée par le pick-up différentiateur avec comme paramètre les différentes constantes de temps réalisables.

Il est nécessaire de revoir complètement le problème des capteurs différentiateurs inductifs et capacitifs.

Il serait en effet souhaitable d'une part de doubler la tension de sortie par rapport à O.S.F. ce qui permettrait d'obtenir la tolérance maximale de la tension de sortie choisie pour l'intégrateur, d'autre part d'améliorer la différentiation du signal.

La fig. 2 donne l'erreur due à la décharge de l'intégrateur correspondant à la tension à maintenir sur le flat top en fonction du temps d'éjection de  $n$  bunches, avec comme paramètres les différentes constantes de temps réalisables.

Pour définir l'erreur tolérable à l'observation on se base sur les spécifications que l'on peut attendre de l'oscilloscope Tektronix utilisé pour l'observation.

L'optique du faisceau du tube cathodique peut produire une courbure maximum de 1 mm sur un balayage horizontal de 9 cm, ceci quel que soit le déplacement vertical du faisceau.

La précision de calibration verticale pointe à pointe est de 3% de la tension indiquée. L'erreur de gravage du graticule est de  $\pm 1\%$ . On pourrait tolérer une erreur de décharge de l'ordre de 2%, soit 0,8 mm sur 4 cm de déviation verticale. Se basant sur les valeurs de la tension de sortie des PU obtenu pour O.S.F., le tableau comparatif entre les deux projets donne le compromis le plus favorable : deux constantes de temps d'intégration ont été retenues, 300  $\mu$ s pour l'observation visuelle avec 1,6 % d'erreur sur le flat top, 635  $\mu$ s (construit en petite quantité pour des mesures de précision) avec 0,78% d'erreur sur le flat top.

Les photos 1 et 2 donnent les résultats obtenus sur le prototype avec RC = 300  $\mu$ s.

Comparaison des paramètres  
Serpukhov et OSF

	Serpukhov	OSF	Observations
Largeur de l'impulsion d'éjection	200 à 5000 ns	100 à 2000 ns	
Nombre de bunches	1 - 19	1 - 25	
Haute tension kicker	80 kV*	60 kV	*estimation par rapport à OSF
Tension recueillie par la boucle de mesure kicker	264 V*	198 V	"
Temps de montée du kicker	150 ns*	120 ns	"
Temps de montée dans les éclateurs	10 ns	30 ns	
Impédance caractéristique des câbles	75 $\Omega$	50 $\Omega$	
Constante de temps de l'intégrateur	a) 300 $\mu$ s	90 $\mu$ s	a) série contrôle visuel
	b) 635 $\mu$ s		b) série mesure de précision
Tension de sortie de l'intégrateur selon paramètre définie plus haut	a) 70 mV	132 mV	
	b) $\sim$ 35 mV		

Références

1. J. Leroux  
Propositions pour la réalisation du "Fast Monitoring" CERN PS/FES  
Int. 68 3/D.
2. Fast ejection OSF Service manual  
CERN/PS/FES/TN-52 vol.B section 8 Aug. 69
3. J. Leroux  
Intégrateur passif basse impédance pour les impulsions rapides à  
haut voltage.  
CERN/PS/FES-69-7.
4. J. Leroux  
Intégrateur passif basse impédance pour les impulsions rapides à  
haut voltage.  
Nuclear instruments and methods 76 (1969) 164-168

Intégrateur

mV 850 800 750 700 650 600 550 500 450 400 350 300 250 200 150 100 50 0

125

250

500

750

1000 V. P. U.

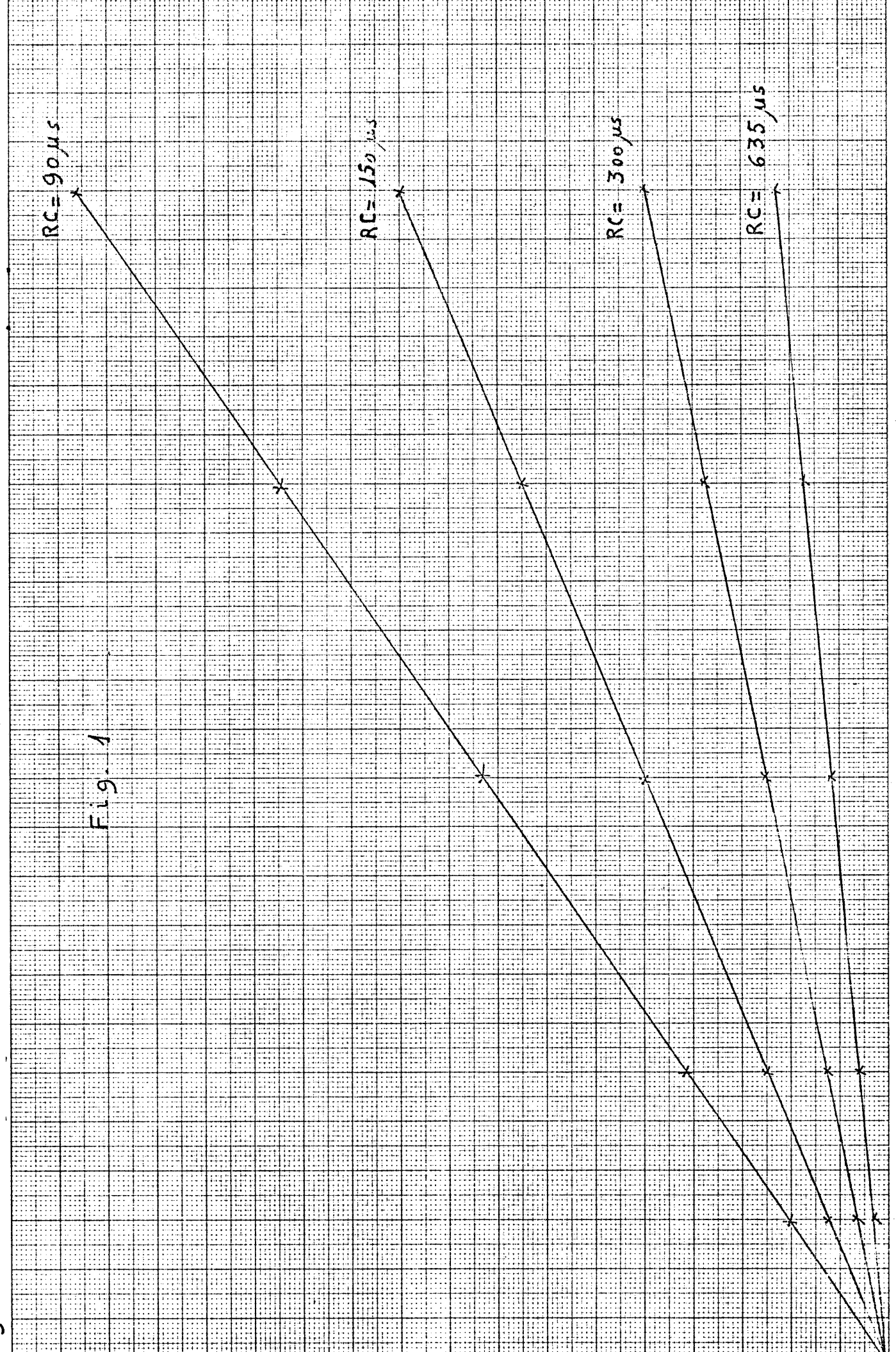
Fig. 1

$RC = 90 \mu s$

$RC = 150 \mu s$

$RC = 300 \mu s$

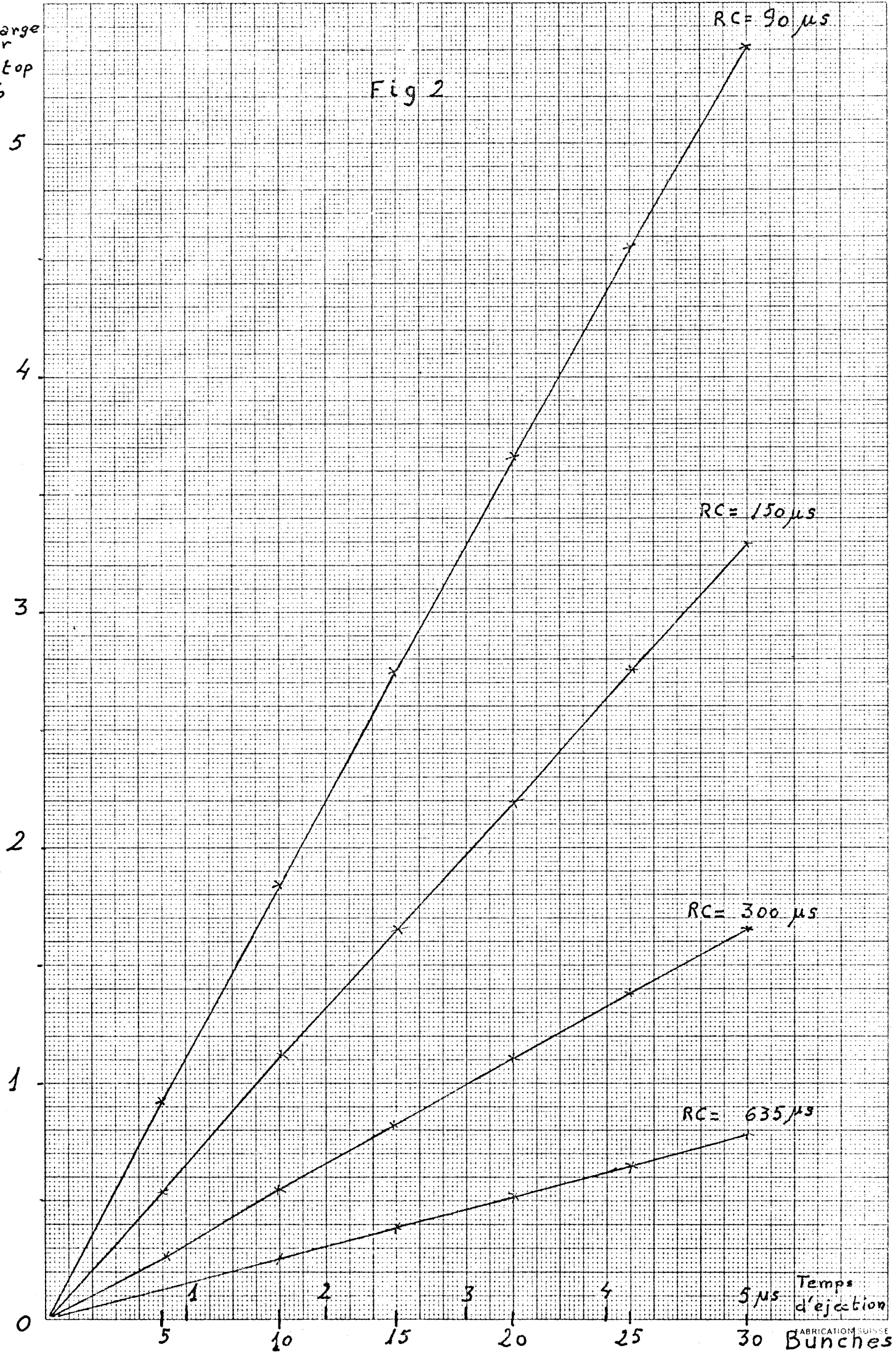
$RC = 635 \mu s$



1000 V. P. U.	$RC = 90 \mu s$ (mV)	$RC = 150 \mu s$ (mV)	$RC = 300 \mu s$ (mV)	$RC = 635 \mu s$ (mV)
0	0	0	0	0
125	100	100	100	100
250	200	200	200	200
500	400	400	380	350
750	600	600	550	450
1000	800	800	750	550

Décharge sur Flat top %

Fig 2



Temps d'éjection

Bunches

FABRICATION SUISSE

Intégration avec  $RC = 300 \mu s$   
d'un signal rectangulaire  
Mercury pulser rt 200 ps

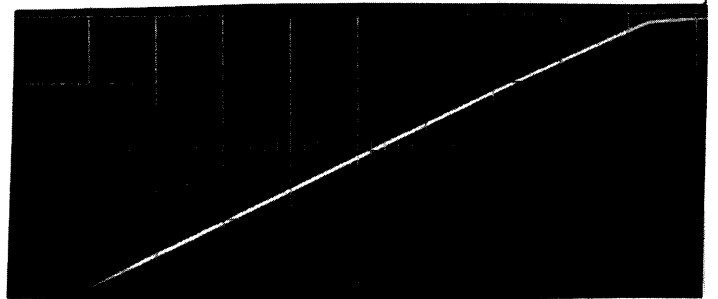


Photo N<sup>o</sup> 1

$V = 0,01 \text{ V/cm}$

$H = 10 \text{ mV/cm}$

Décharge sur  $5 \mu s$  d'un intégrateur  
avec  $RC = 300 \mu s$  correspondant au  
"flat top" de l'impulsion d'éjection  
pour 30 "bunches".

L'amplitude des flancs verticaux  
est de 4 cm sur l'oscilloscope.

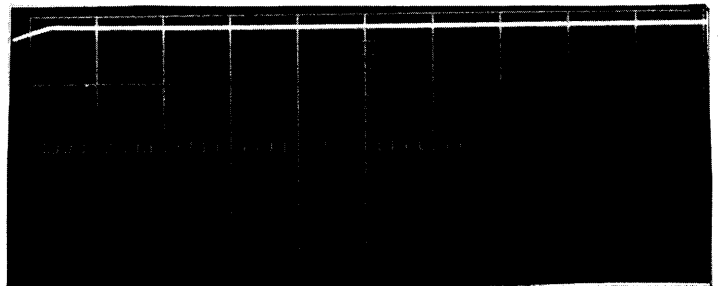


Photo N<sup>o</sup> 2

$V = 0,01 \text{ V/cm}$

$H = 0,5 \mu s/cm$