

Compte rendu de la réunion No. 5  
e<sup>±</sup> dans le PS

Personnes présentes: Y. Baconnier, S. Battisti, J. Bosser (SPS),  
M. Bouthéon, E. Brouzet, L. Burnod (SPS),  
R. Capi, E. D'Amico (SPS), J.P. Delahaye,  
R. Garoby, G. Gelato, J.P. Potier, K.H. Reich,  
T. Risselada, J.P. Riunaud, E. Schulte.

\* \* \* \* \*

AGENDA

1. Instrumentation e<sup>±</sup> du SPS (L. Burnod)
2. Les pick-ups du PS avec les e<sup>±</sup> (E. Schulte)
3. Les transformateurs d'intensité du PS avec les e<sup>±</sup> (G. Gelato).

Prochaine réunion : Mardi, 23 novembre 1982 à 14h30  
dans l'Auditorium PS

AGENDA

1. Spécifications pour le hardware de la RF (R. Garoby)
2. Le wiggler - status report (H.H. Umstätter)
3. L'instrumentation e<sup>±</sup> (J.P. Riunaud)

J.P. Riunaud

Distribution:

Personnes présentes

# 1- Instrumentation pour $e^{\pm}$ au SPS (L. Burnod)

## 1.1 Caractéristiques des faisceaux $e^{\pm}$ par comparaison avec les faisceaux $p\bar{p}$ :

- Dans les différents modes d'opération proposés indiqués dans la LEP Note 395, la gamme d'intensité de  $e^+$  ou  $e^-$  accélérés par bunch dans le SPS est de 4 à  $16 \times 10^9$  ppb.

Cette gamme se situe au milieu de la gamme des intensités actuelles des faisceaux  $p\bar{p}$  (de  $5 \times 10^8$  à  $10^{11}$  ppb) et ne pose donc pas de problème particulier.

- Le nombre de paquets accélérés (8 ou 4) est différent de celui qui est utilisé dans les opérations  $p\bar{p}$  ( $3 \times 3$ ,  $6 \times 6$  et même  $12 \times 12$ ). L'horloge de base actuellement utilisée pour le choix des paquets devra être adaptée à ce nombre de paquets.

- A l'occasion de l'opération  $p\bar{p}$ , dans l'opération  $e^{\pm}$  un seul type de particule circule à la fois dans la machine, ce qui simplifie le beam monitoring.

## 1.2 Mesures d'intensités

Les caractéristiques des moniteurs d'intensité sont indiquées dans les annexes A1 et A2. Ils consistent en:

- Un transformateur de courant haute intensité donnant la totalité du courant circulant ( $1 \text{ bit} = 10^9 p\bar{p}$ )

- Des ficke-ups électrostatiques

• Dans TT70, donnant l'intensité du paquet de  $p$  ( $1 \text{ bit} = 10^7 p$ )

- (2)
- Dans le sextant 3, donnant l'intensité de  $\bar{p}$  par bunch mesurée toutes les 30 ns pendant 12 secondes de l'injection à haute énergie ( $1 \text{ bit} = 3.4 \times 10^7 \bar{p}$ )
  - Dans le sextant 4, donnant l'intensité de  $\bar{p}$  par bunch mesurée à chaque tour SPS pendant les 256 premiers tours. ( $1 \text{ bit} = 10^7 \bar{p}$ )

Ces pick-ups électrostatiques ne sont pas sensibles à la longueur des paquets (Bande passante 250 à 700 KHz).

- Des coupleurs directionnels donnant l'intensité de  $p$  ou de  $\bar{p}$  par bunch toutes les 16 s. Les particules dégroupées ne sont pas mesurées et la mesure est sensible à la longueur des paquets.

1.3 Les mesures de positions du faisceau sont réalisées à l'aide de 216 pick-ups électrostatiques et de 16 coupleurs directionnels (qui permettent de voir les différents paquets).

Pour l'observation de routine de l'orbite les coupleurs directionnels sont utilisés, mais pour les mesures précises et les corrections d'orbite, les 216 PU sont utilisées avec un faisceau ayant une structure à 200 KHz.

Le problème principal posé par l'opération avec les  $e^{\pm}$  est celui du rayonnement synchrotron dans les PU électrostatiques. En effet, la partie externe de ces PU est frappée par ce rayonnement et des électrons sont émis par effet photo-électrique introduisant une erreur non négligeable sur la mesure.

Pour étudier l'influence de ce rayonnement sur les PU's, deux expériences ont été menées à DCI (Orsay):

- Dans la première (voir SPS/ABM/LB/Note 82-01) le nombre d'électrons  $N_e$  mis par une électrode en acier inox frappée par  $N_\gamma$  photons a été mesuré et trouvé égal à:

$$N_e = \frac{\delta}{4m\phi} N_\gamma$$

avec  $\delta = 5 \times 10^{-3}$

et  $\phi$  = angle d'incidence des photons (15 mrad au SPS)

Le spectre des photons incidents était alors limité entre 3 et 15 KeV par une fenêtre de 300  $\mu$  de beryllium. L'estimation de l'erreur de position donnée par les PU's serait, d'après cette expérience, de l'ordre de 5%.

- Dans la deuxième expérience (voir SPS/ABM/LB/Note 82-08) l'équipement a été directement connecté au vide de DCI pour laisser passer le spectre complet des photons incidents. De plus des barres de cuivre de  $4 \times 5 \text{ mm}^2$  ont été placées de chaque côté des électrodes pour les protéger du rayonnement sans limiter l'ouverture.

Il est alors apparu que le facteur  $\delta$  était plus faible que celui qui avait été mesuré lors de la première expérience (principalement car les photons à basse énergie subissent une réflexion totale à faible angle d'incidence).

L'estimation de l'erreur de position était alors ramenée à 1%.

(4)  
L'efficacité du blindage à l'aide des barres de cuivre a été évaluée à un facteur 30 environ.

Les principales modifications prévues pour les mesures de positions des  $e^\pm$  sont donc :

- la protection des PU par ces barres de cuivre de  $4 \times 5 \text{ mm}^2$
- dans l'électronique de traitement, le changement de la fréquence intermédiaire par une fréquence plus élevée (voir annexes A9 à A12).
- l'introduction d'un  $\mu$ processeur pour permettre 3 acquisitions sur les cycles pour protons et 4 acquisitions sur les cycles pour  $e^\pm$ .
- l'introduction de la possibilité de pulsar les 216 dipôles de correction d'orbite pour corriger l'orbite pendant le cycle pour  $e^\pm$  ( $\mu$ P).

1.4 Les mesures de profil sont réalisées au moyen de :

- un wire scanner qui donne une mesure assez précise, quand la mécanique est bien au point (vitesse du fil  $4 \text{ m/s}$ ). Ce dispositif permet une mesure individuelle par paquet.
- un moniteur à lumière synchrotron qui permet aussi une mesure individuelle par paquet.

Dans le plan vertical la concordance est bonne entre ces deux types de mesures (10% en profil et 20% en émission).

Dans le plan horizontal une bonne calibration n'a pas

peut encore être obtenue à cause de la dispersion d'énergie. (5)

Avec les  $e^{\pm}$  le spectre du rayonnement synchrotron est plus large et un choix devra être fait entre lumière visible ou Rayons X. De plus d'autres problèmes apparaissent (diffraction, profondeur de champ, puissance du rayonnement allant jusqu'à  $2.4 \text{ W/m}$ ).

La mesure de profil longitudinal sera possible (avec photo diode rapide ou streak camera).

Il apparaît que le problème le plus important dans l'installation d'un moniteur à lumière synchrotron est le problème optique et mécanique de l'extraction de la lumière de l'endroit où elle est produite.

## 2 - Les PU's du PS avec les $e^{\pm}$ (E. Schulte).

L'opération avec  $e^{\pm}$  pose 3 problèmes pour les PU's du PS :

2.1 La sensibilité - Elle permet actuellement une résolution de  $1 \text{ nm}$  pour un faisceau de  $3 \times 10^{10}$  ppb. Comme les intensités accélérées pourront descendre jusqu'à  $0.5 \times 10^{10}$  ppb (variante 1), cette sensibilité devra être augmentée, principalement en réduisant le bruit dans la chaîne d'amplification.

2.2 La bande passante limitée à  $30 \text{ MHz}$ . On pourra y remédier par l'introduction de filtres de Bessel sur les capteurs, avant l'amplification, mais pour l'instant

(6)  
il ne s'agit que de premiers idées et aucun essai n'a encore été fait.

2.3 La lumière synchrotron. Dans le cas des  $e^-$  les électrodes ne sont pas soumises au rayonnement synchrotron car l'angle est favorable ; par contre elles le sont dans le cas des  $e^+$ .

des électrodes placées dans les chambres normales sont partiellement protégées (voir annexe B3) mais la situation est bien plus mauvaise pour les 14 PU's qui sont placés dans les chambres élargies.

Une étude approfondie sur l'effet du rayonnement synchrotron sur ces PU's, en tenant compte des résultats des expériences SPS à DCI, n'a pas encore été entreprise.

D'autre part, la résonance à 200 MHz de l'électrode risque aussi de poser des problèmes.

### 3 Les transformateurs d'intensité du PS avec les $e^\pm$ (G. Gelato)

- Les intensités d' $e^\pm$  circulant dans le PS varient entre 3 mA (variante 1) et 6 mA (mode nominal et variante 2). Ces intensités sont dans les gammes actuelles des transfo PS et ne posent donc pas de problème.
- Les longueurs de bunch très courtes en cours d'accélération (0.35 ns à 20) risquent par contre de poser des problèmes d'observation et cette contrainte devra être prise en considération lors de la revue des besoins en instrumentation  $e^\pm$  pour le PS.

SPS/ABM/LB/Note 82-09

26.10.82

Beam intensity measurement in  $p\bar{p}$  mode

The beam intensity in  $p\bar{p}$  mode is measured by various monitors. The situation up to date is as follows.

1. High intensity BCT

Layout : BCT 4.1439  
: BCT 5.1439

Function : gives the total of circulating charges ( $p$  &  $\bar{p}$ ) in the ring

DMS : BCT

Resolution : 1 bit =  $1 \cdot 10^9$  particles.

2. 'Electrostatic' pick-ups AES(a) in IT70

Layout : AES 7007

Function : gives the  $\bar{p}$  charges injected from CPS to SPS, as they pass through IT70

DMS : PAPOS in GP6, N-value 7  
: In extended cycle, property # S11 bunch Z  
# S21 bunch Y  
# S31 bunch X

: In normal cycle ( $2p$ ,  $1\bar{p}$ ), property = 531 bunch Z

Resolution with maximum gain of 60 db : 1 bit =  $1.05 \cdot 10^7$  particles

(b) in sextant 3

Layout : 3.2302

Function : gives the  $\bar{p}$  charges in each bunch measured every 30 ms for 12 seconds (400 acquisitions) during the accelerating cycle, from injection to coast

DMS PAPIR in GP3 N-value 1 = bunch Z  
2 = bunch Y  
3 = bunch X



Resolution with maximum gain of 60 db : 1 bit =  $3.39 \cdot 10^7$  particles

As the overall bandwidth of this system is 250 to 700 kHz at 3 db, the monitor is not sensitive to the bunch length.

(c) in sextant 4

Layout : 4.0904

Function : gives the  $\bar{p}$  charges in each bunch measured at each SPS revolution during the first 256 revolutions at injection. It is not sensitive to the bunch length

DMS : PAPI in GP4  
 : 1 N-value but 3 acquisitions # AQ1 bunch Z  
 # AQ2 bunch Y  
 # AQ3 bunch X

Resolution with maximum gain of 60 db : 1 bit =  $1.05 \cdot 10^7$  particles.

3. Directional couplers BPCR

Layout : 3.1431 & 3.1433

Function : gives the p and  $\bar{p}$  charges of each bunch measured at each simulated cycle (cycle 2) during the coast. Due to the directivity of its 2 ports ( $\sim 72/1$ ) the  $\bar{p}$  measurement is less affected by the presence of intense p bunches. Due to its overall bandwidth ((50 $\pm$ 2) MHz), it measures the RF captured beam and is sensitive to bunch length

DMS : up to now, no dedicated DMS  
 : use of DMS DAMPA, GPMPX, CAMAC

Resolution with maximum gain of 60 db in  $\bar{p}$  mode : 1 bit =  $6 \cdot 10^4$  particles.

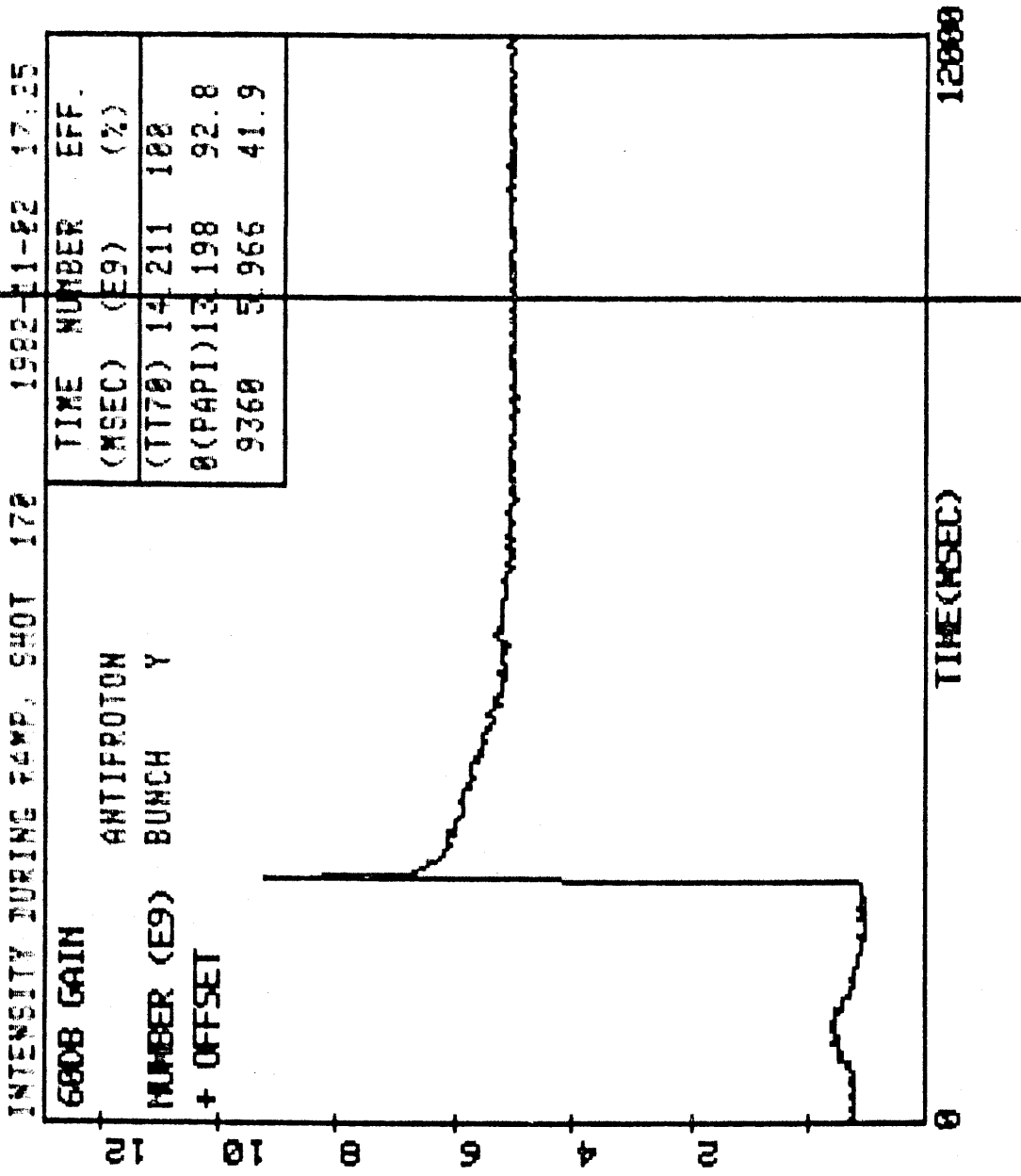
PBAR INTENSITIES ACQUIRED 2 NOV 82 17:25

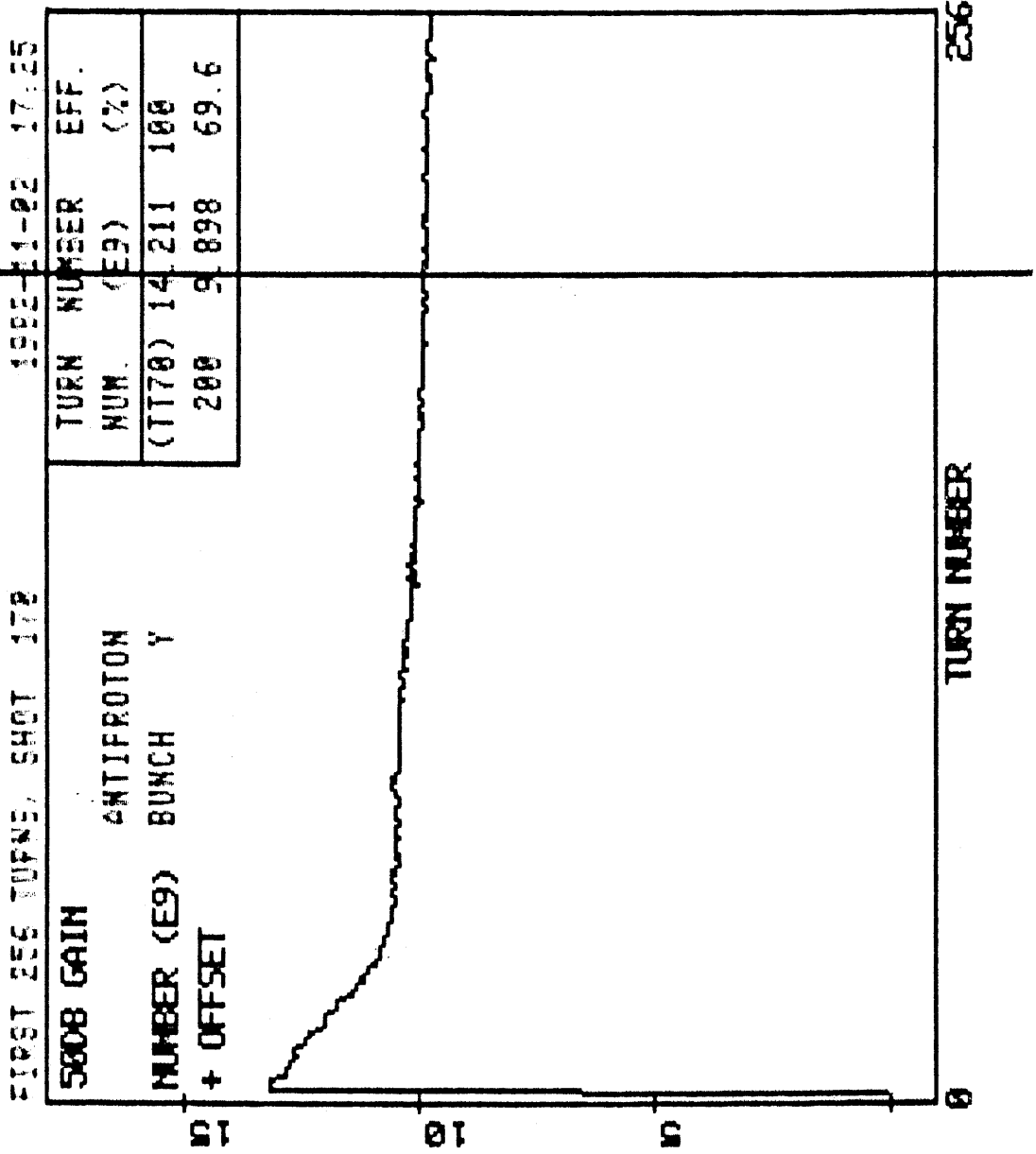
SHOT178, NUMBER 7 OF THE DAY

AA "LOST" INTENSITY	15.03	15.2	12.53
TTL2 LOOP TRANSFORMER		12.18	
TT2 TRAF0 BEFORE PS INJ		12.44	
PS EJECTION[58J TO SPS OR ISR		11.21	
SPS INJECTED	12.81	13.19	11.82
SPS COASTING	4.98	5.93	5.83

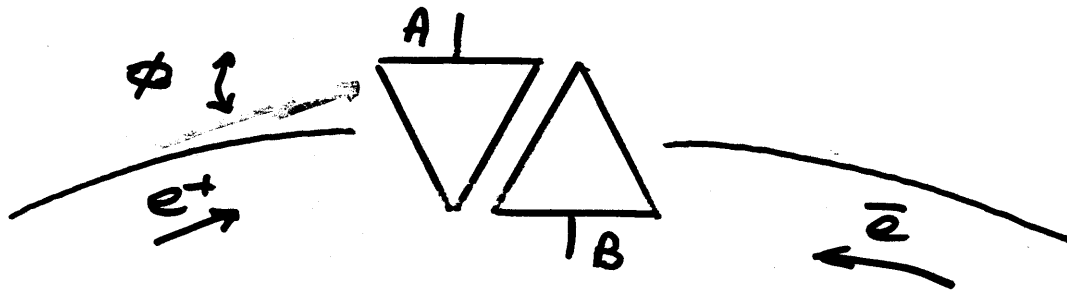
ARG(1)= 117

ARG(2)= 15





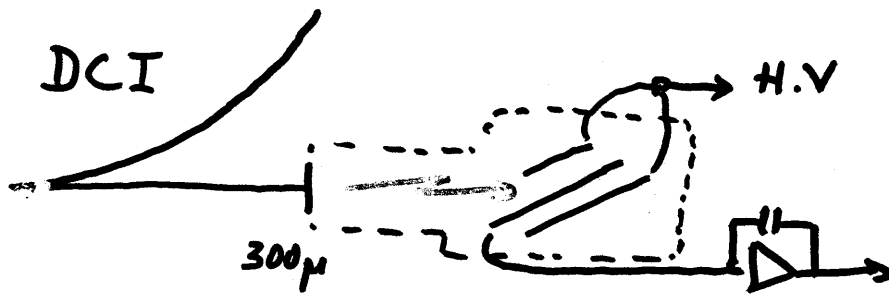
# Synchrotron radiation effect on P.U. diodes



$$N_e = \frac{J}{\sin \phi} N_\sigma$$

$$\left. \begin{aligned} J &= .1 \text{ } \rho(AR) \\ \phi &= 15 \text{ mrad} \end{aligned} \right\} \rightarrow \left| \begin{aligned} N_e &\approx N_b \\ \text{Error} &\approx 100\% \end{aligned} \right.$$

v)



$$J = 5 \cdot 10^{-3} \text{ (Stainless steel)} \rightarrow \text{Error} \approx 5\% \text{ at edge}$$

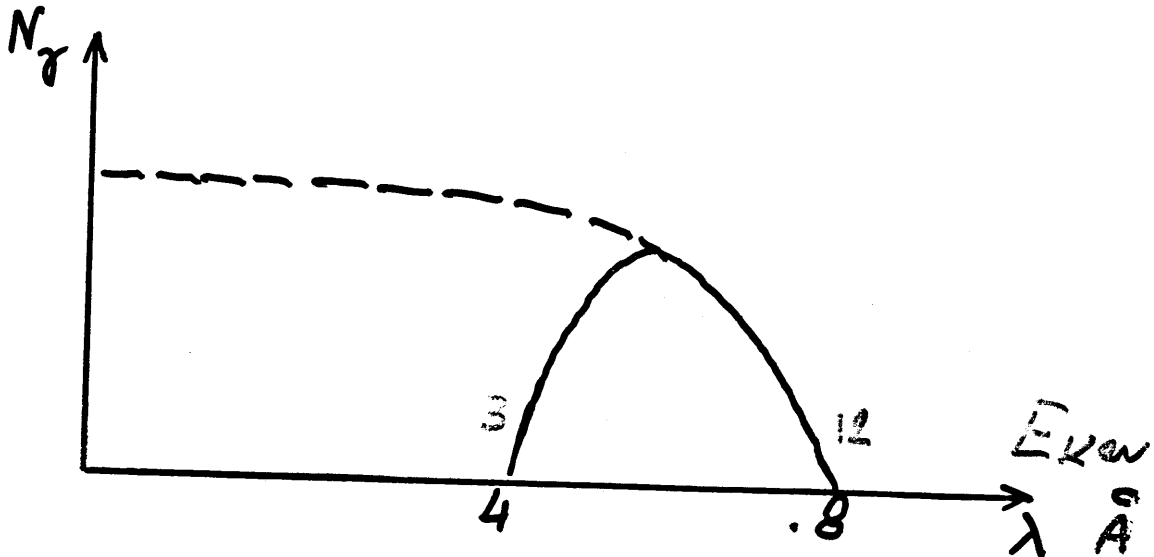
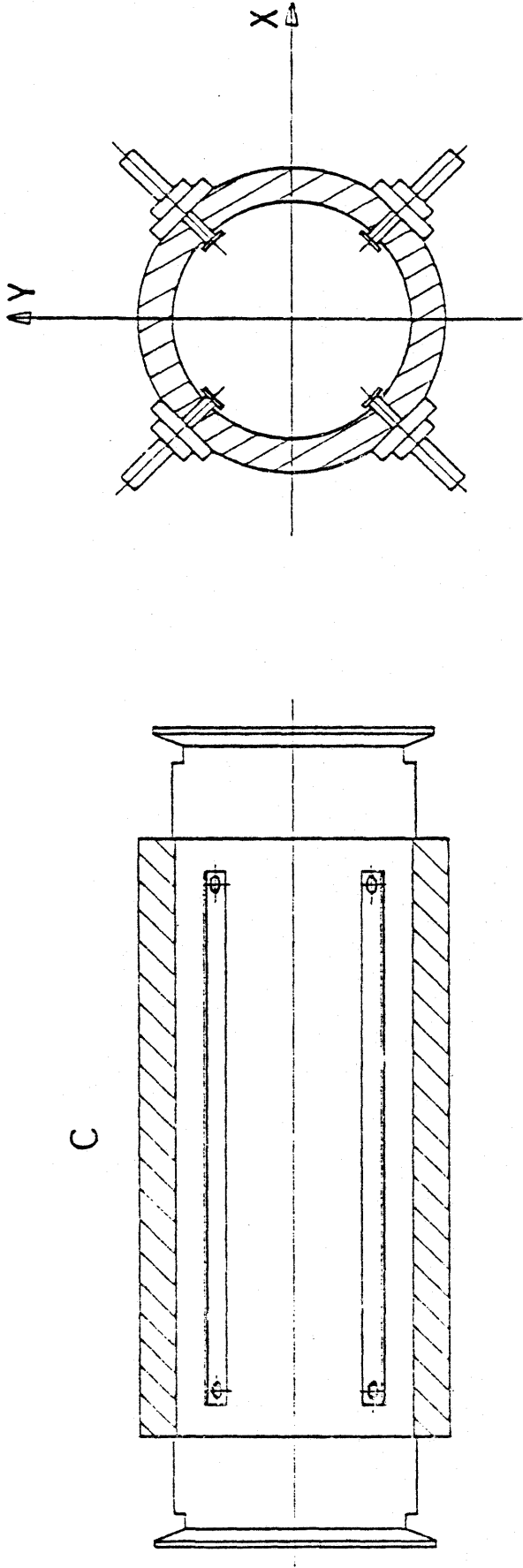


Fig. 3

C



A7

Fig. 4

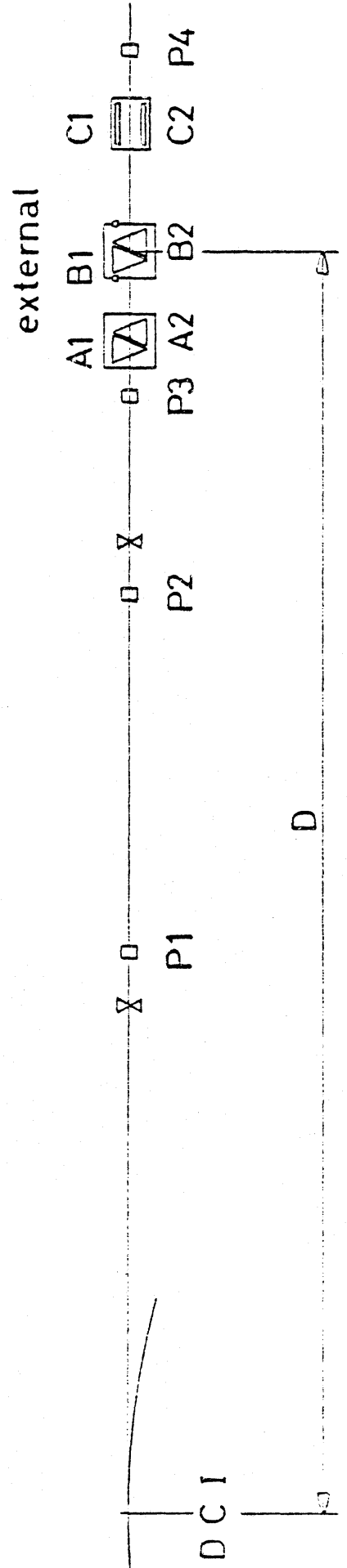


Fig. 1

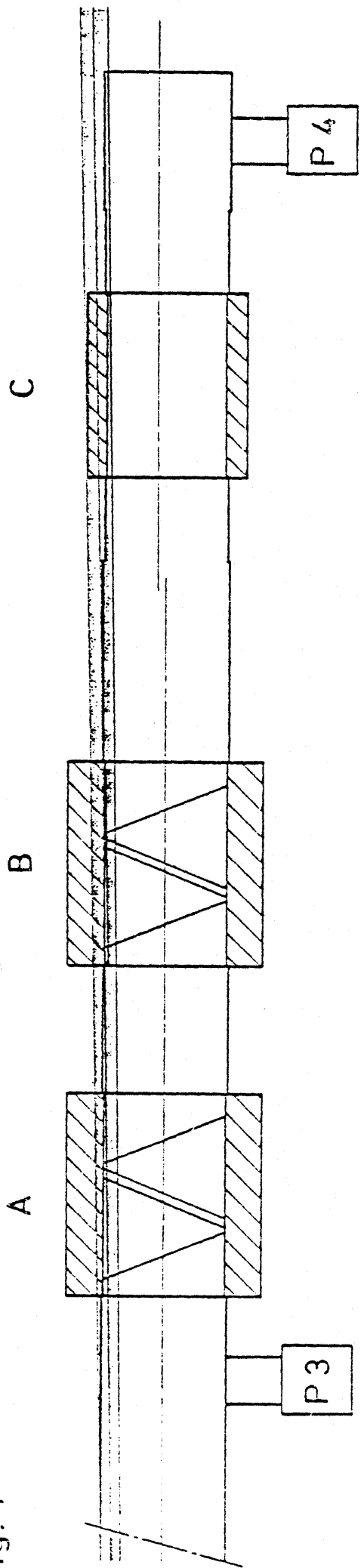
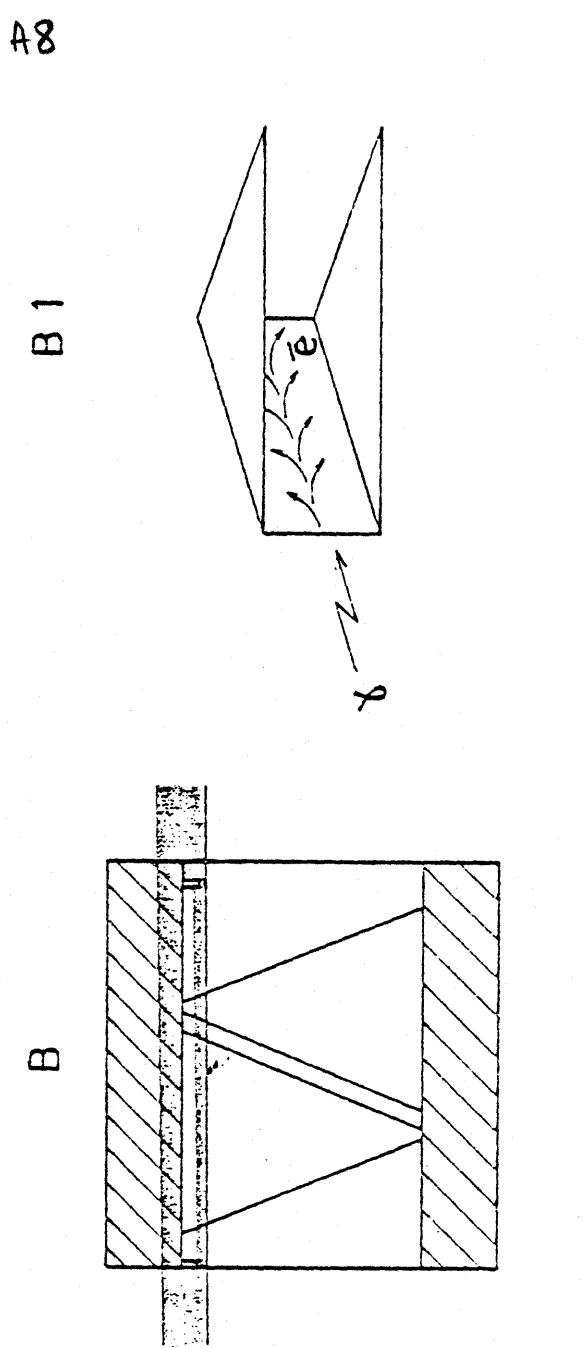


Fig. 2

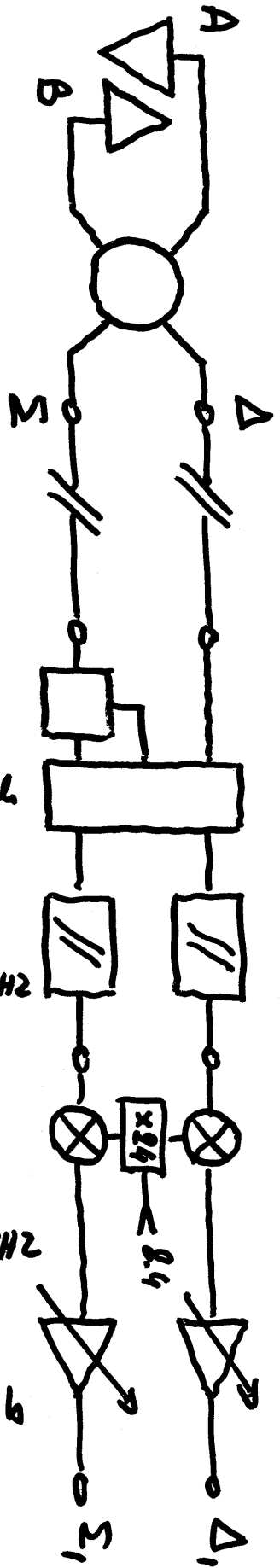


•  $e^-$  recaptured  
 • Total reflection  
 → Error  $\approx 1/2$   
 + Sliding (2000)  
 - Time  $\approx 1.50$   
 (200 ± 8) MHz

TUNNEL

AMX. BUILDING

RF Receiver  
Component Receiver



Pow. Div

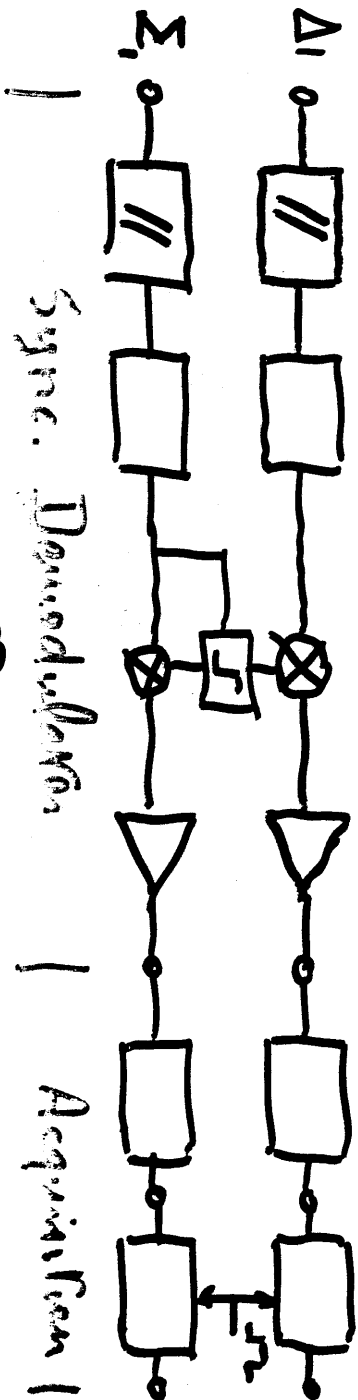
Cal. Switch

Filter  
(200 ± 2) kHz

Mixer

IF = 1.8 MHz

Ampli  
20 → 60 db



Synch. Demodulation

V/F Acquisition

Filter  
100 kHz

A & φ  
Trimmer

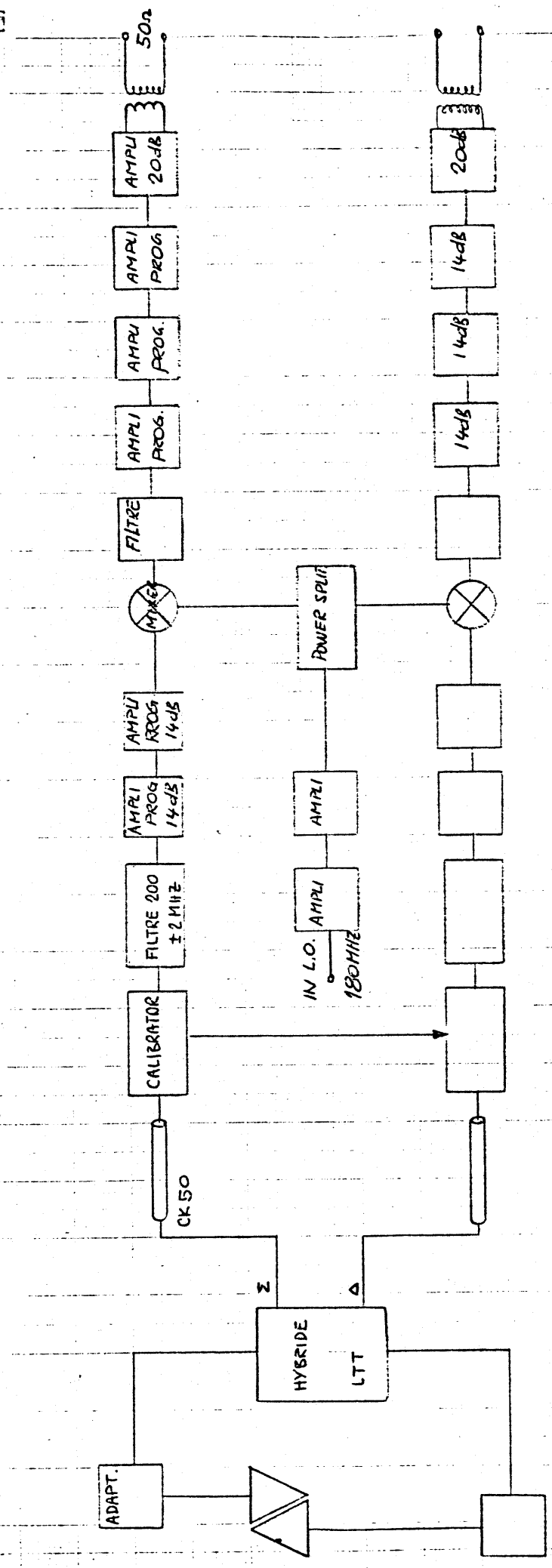
Zero Xing

Ampli

V/F

Scaler





DYNAMIQUE NOMINALE  $5 \times 13 = 65 \text{ dB}$

EQUIPEMENTS MODIFIES

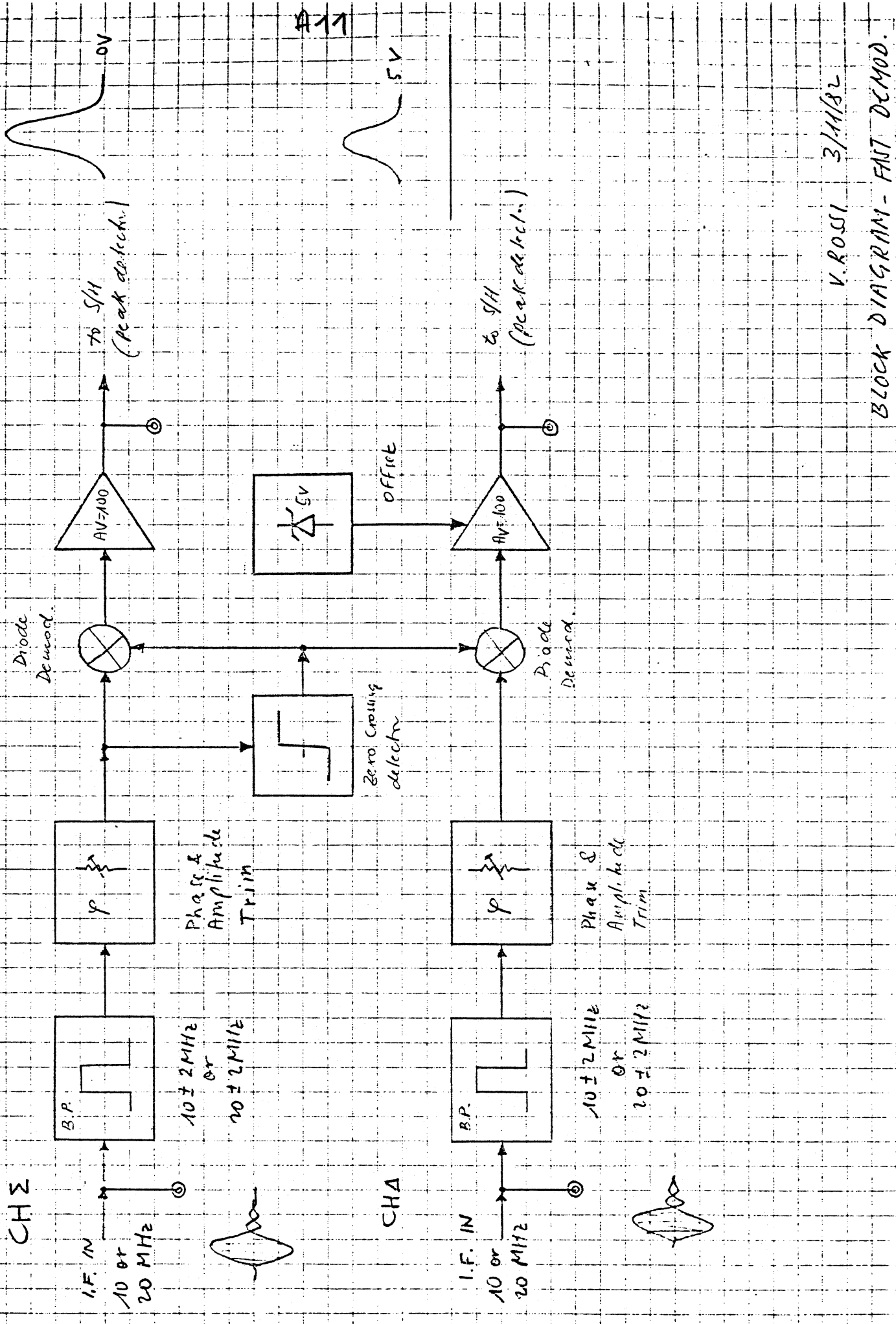
BA.

TUNNEL

#10

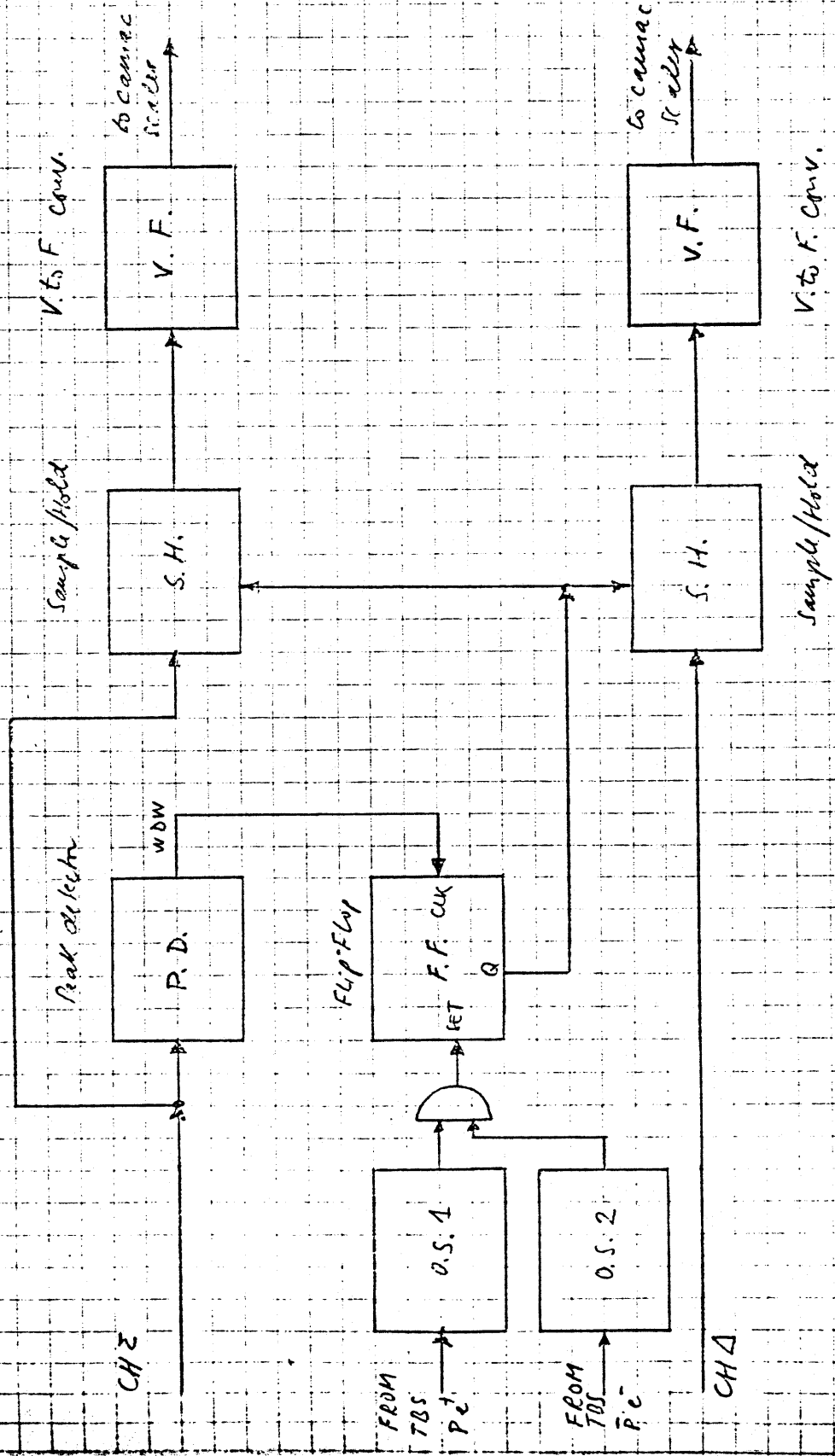
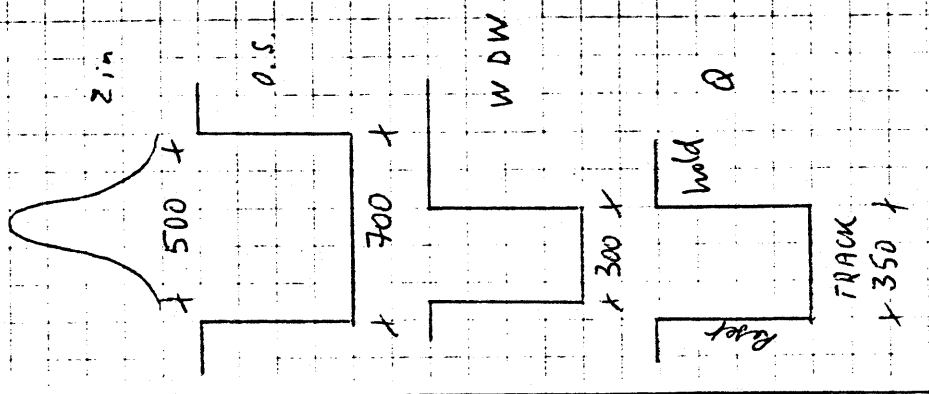
BLOCK DIAGRAM SINGLE BUNCH ELECT.

J.P. PAPIE 3-11-82



V. ROSSI 3/11/82  
 BLOCK DIAGRAM - FAST DEMOD.

Tipping / Acquisition  
8.9.82



V. Rossi 3/11/82

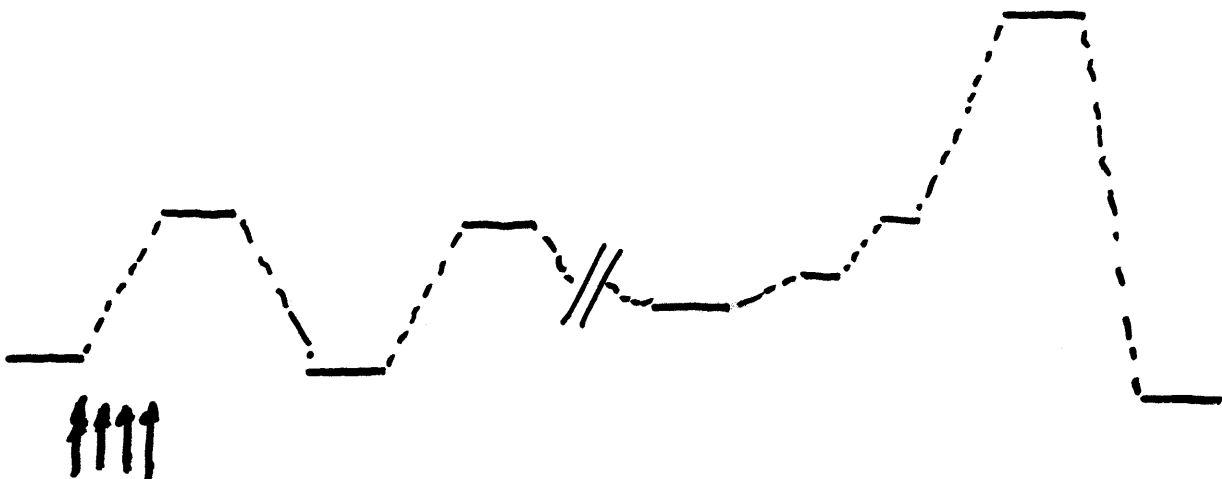
Block DIAGRAM - "Bipolar" peak detect

BP acquisitions

$$\begin{array}{r}
 p \quad 3 \\
 e^+ \quad +4 \\
 \hline
 \rightarrow \mu P \quad (1 \mu P / GP)
 \end{array}$$

C.O. correction

P	216	COD <sub>n</sub>	DC	10 GeV or 26 GeV
P $\bar{P}$	40	POD' <sub>n</sub>	26	$\rightarrow$ 270 GeV (Low $\beta$ )
		$\rightarrow$ 40 GEF <sub>n</sub>		
$e^+e^-$		3.5	$\rightarrow$ 20 GeV	
		$\rightarrow$ 216 POD' <sub>n</sub>		
		but - same magnets (laminated)		
		- same Pow. Sup ( $\pm I_{MAX}$ in 1 sec)		
		$\rightarrow$ 1 $\mu P / GP$ (=36 COD <sub>n</sub> )		(Fair Acc)



1 NOV 82

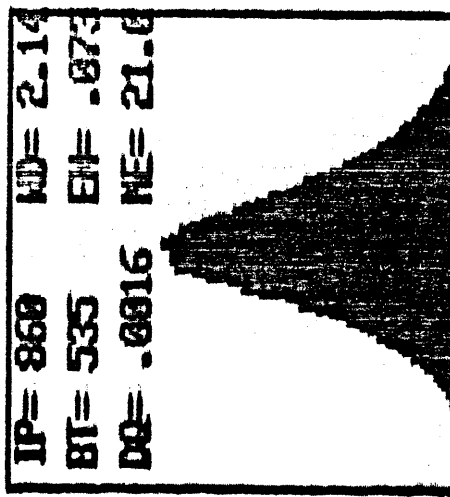
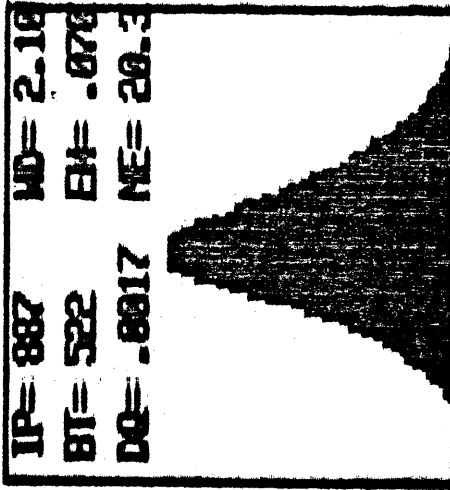
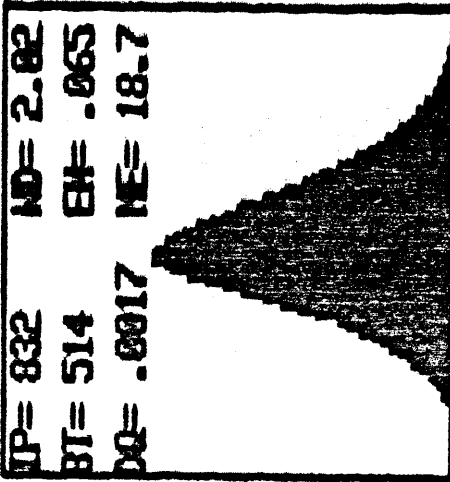
WIRE SCANNER PROFILES - BMSY21960

13: 3HRS

WIRE GOING OUT

AQU. TIME = 14080 MSEC

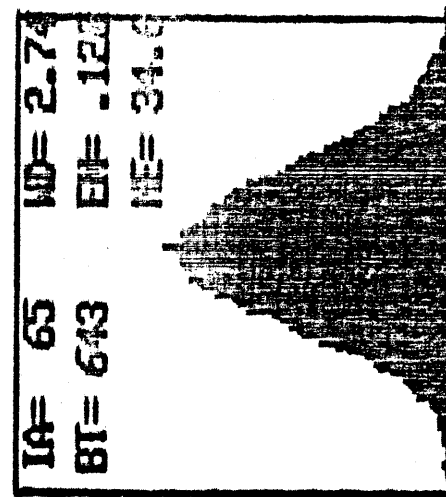
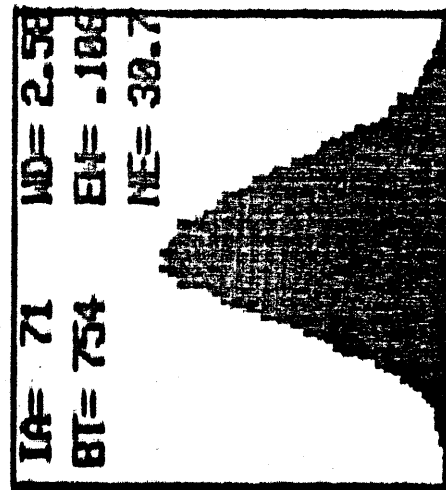
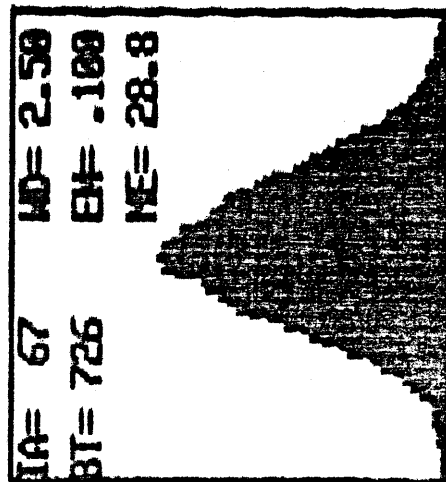
SPEED = 4.034115



1ST P BUNCH

2ND P BUNCH

3RD P BUNCH



1ST P- BUNCH

2ND P- BUNCH

3RD P- BUNCH

$I_w = 1100 A$

A15

1982-11-01-13:20:54 BRSC PROTOHS BUNCH GLOBAL

TIMING 11900  
GEV 269.9  
IP 257.80

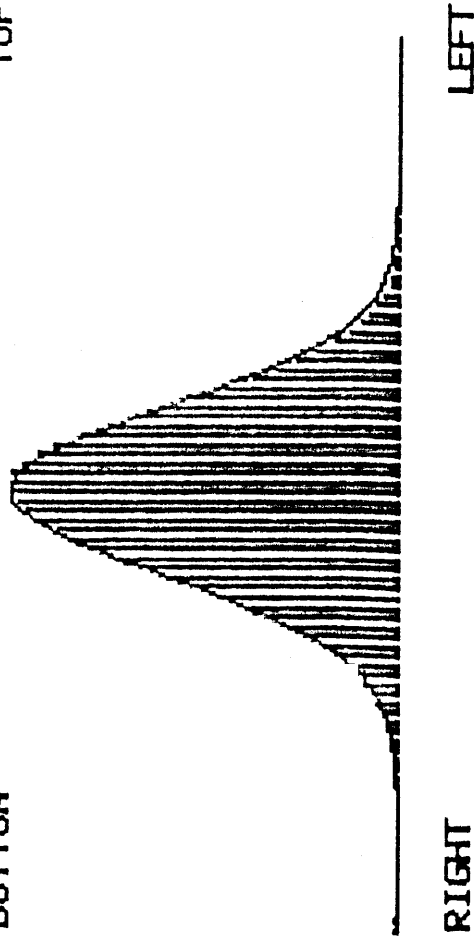
VERT. PROFILE

MEAN -12.1MM  
2SIGMA 2.37MM(2.30)  
EMIT. .077(.072)  
PEAK 3138



HOR. PROFILE

MEAN -65.1MM  
2SIGMA 1.82MM(1.86)  
EMIT. .083(.088)  
PEAK 3954



N.B. FIGURES IN PARENTHESIS = GAUSSIAN FITS

$I_w = 1100 A$

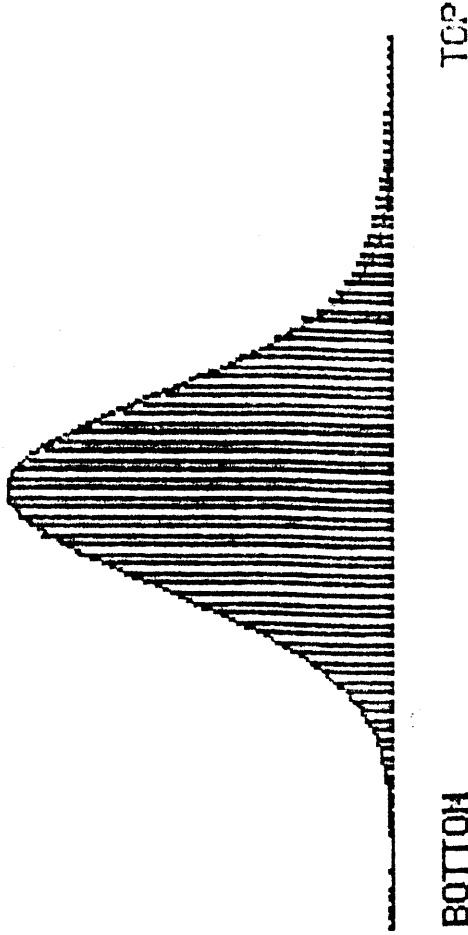
A16

1982-11-01-13:19:28      BRSA      ANTIPROTONS      BUNCH      GLOBAL

TIMING 12000  
GEY 269.9  
IP 19.45

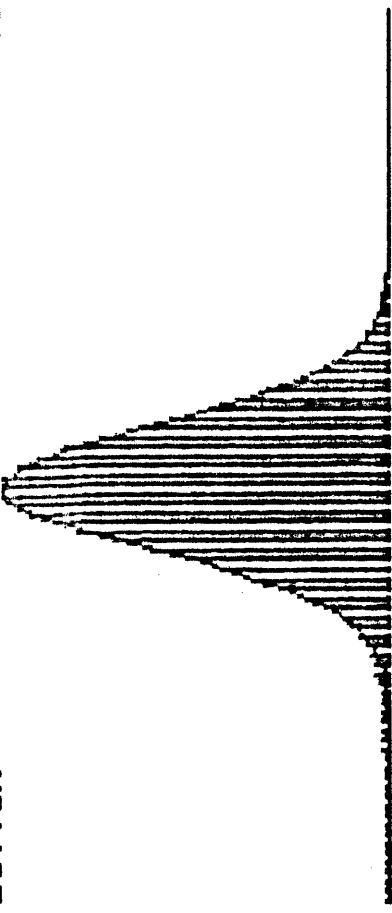
VERT. PROFILE

MEAN 1.7MM  
2SIGMA 2.67MM(2.43)  
EMIT. .097( .088)  
PEAK 2992



HOR. PROFILE

MEAN -24.6MM  
2SIGMA 1.82MM(1.59)  
EMIT. .084( .059)  
PEAK 4493



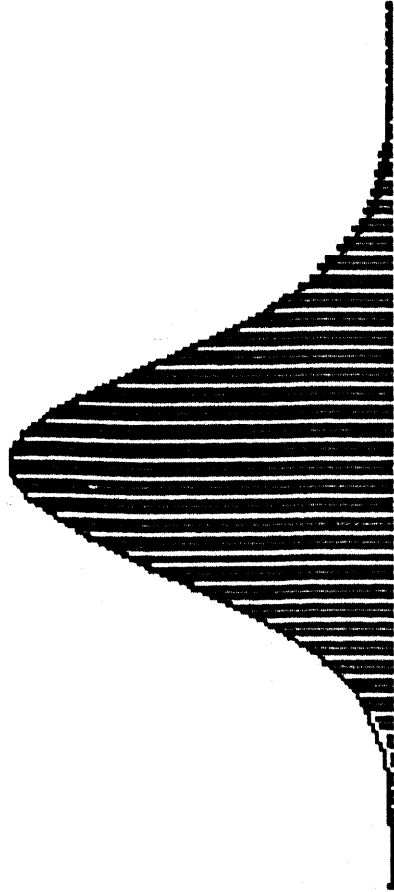
H.B. FIGURES IN PARENTHESIS = GAUSSIAN FITS

1982-11-01-14:16:06 BRSC PROTONS BUNCH 3

TIMING 11900  
GEY 269.9  
IP 85.71

VERT. PROFILE

MEAN -12.1MM  
2SIGMA 2.38MM(2.32)  
EMIT. .077(.073)  
PEAK 1555

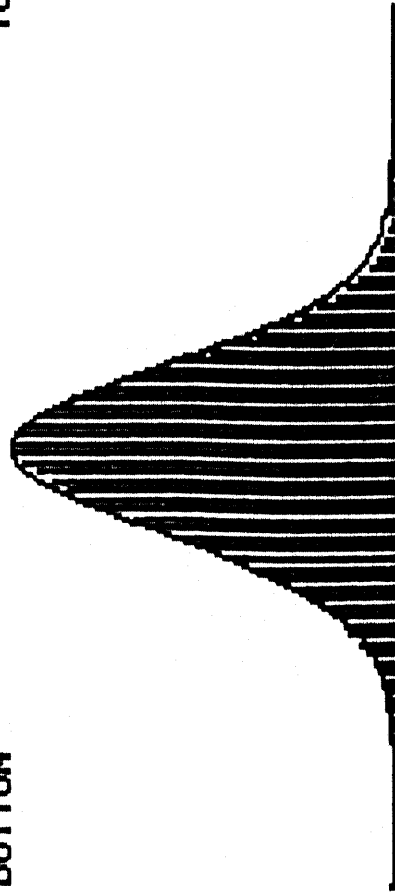


BOTTOM

TOP

HOR. PROFILE

MEAN -65.0MM  
2SIGMA 1.82MM(1.87)  
EMIT. .084(.089)  
PEAK 2010



RIGHT

LEFT

N.B. FIGURES IN PARENTHESIS = GAUSSIAN FITS

A17



1982-11-01-14:21:09

BRSA

ANTIPROTONS

BUNCH

1

TIMING 12000

GEV 269.9

IP 6.30

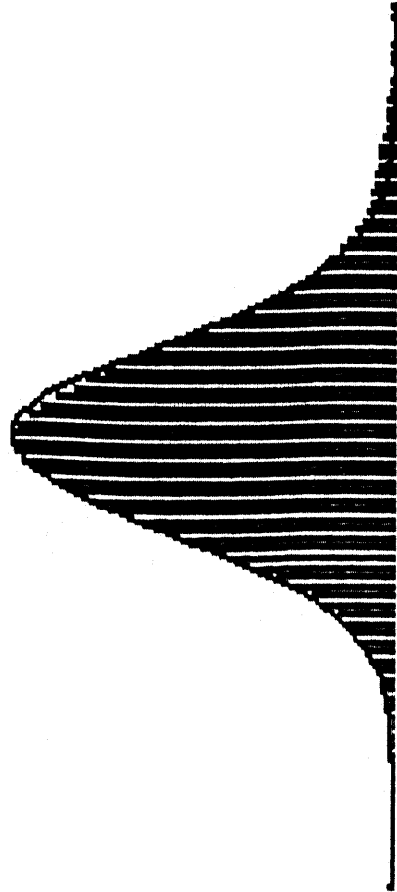
**VERT. PROFILE**

MEAN 1.9MI.

2SIGMA 2.49MM(2.36)

EMIT. .085(.076)

PEAK 1434



BOTTOM

TOP

**HOR. PROFILE**

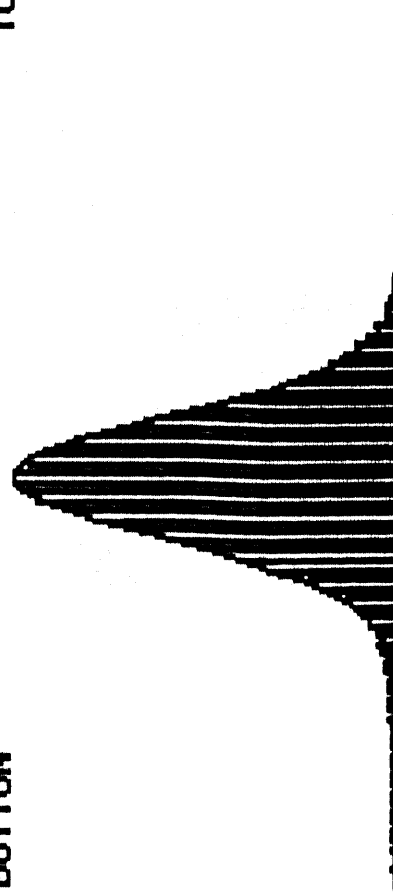
MEAN -24.6MM

2SIGMA 1.74MM(1.54)

EMIT. .075(.054)

PEAK 2157

A18



RIGHT

LEFT

N. B. FIGURES IN PARENTHESIS = GAUSSIAN FITS

# Profile by Synchrotron Light

- . visible
- . X rays

## Diffraction

$$d \approx \lambda / \theta \rightarrow \approx \rho^{1/3} \lambda^{2/3} \approx .3 \text{ mm}$$

→ indep. of energy

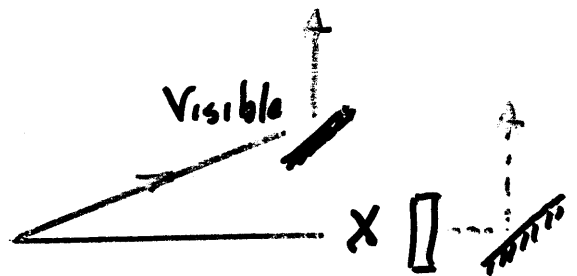
## Depth of field

$\rho$ : "punctual" edge effect on wigglers  
 $e^+e^-$  L in bending magnets

$$D \approx \frac{1}{4} \lambda / \theta \rightarrow \approx \rho^{1/3} \lambda^{2/3} \approx .3 \text{ mm}$$

## Power

- . Total 2.4 / m
- . In visible  $P \downarrow$
- . Attenuator in front of camera?

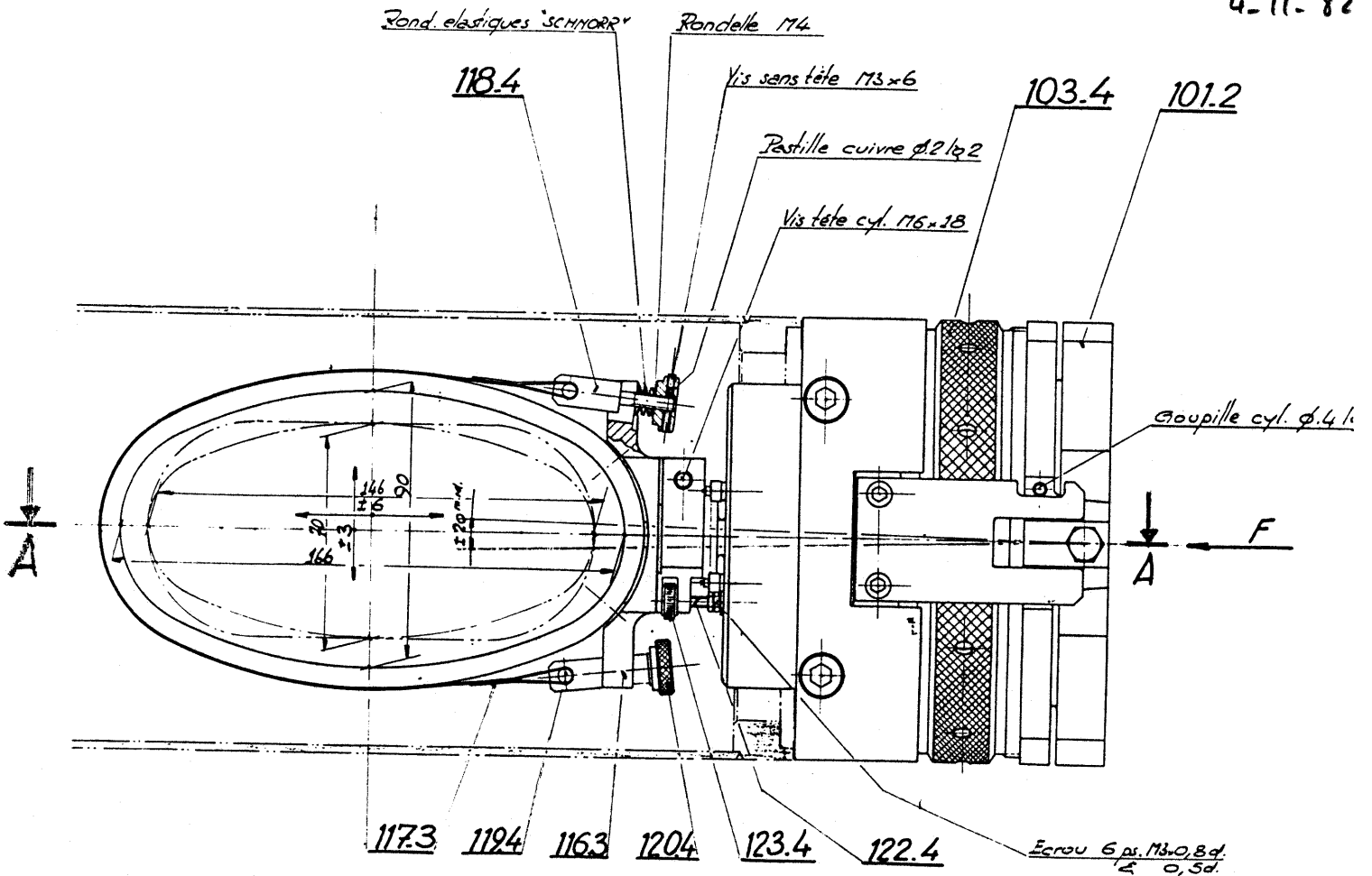


## Longitudinal profile

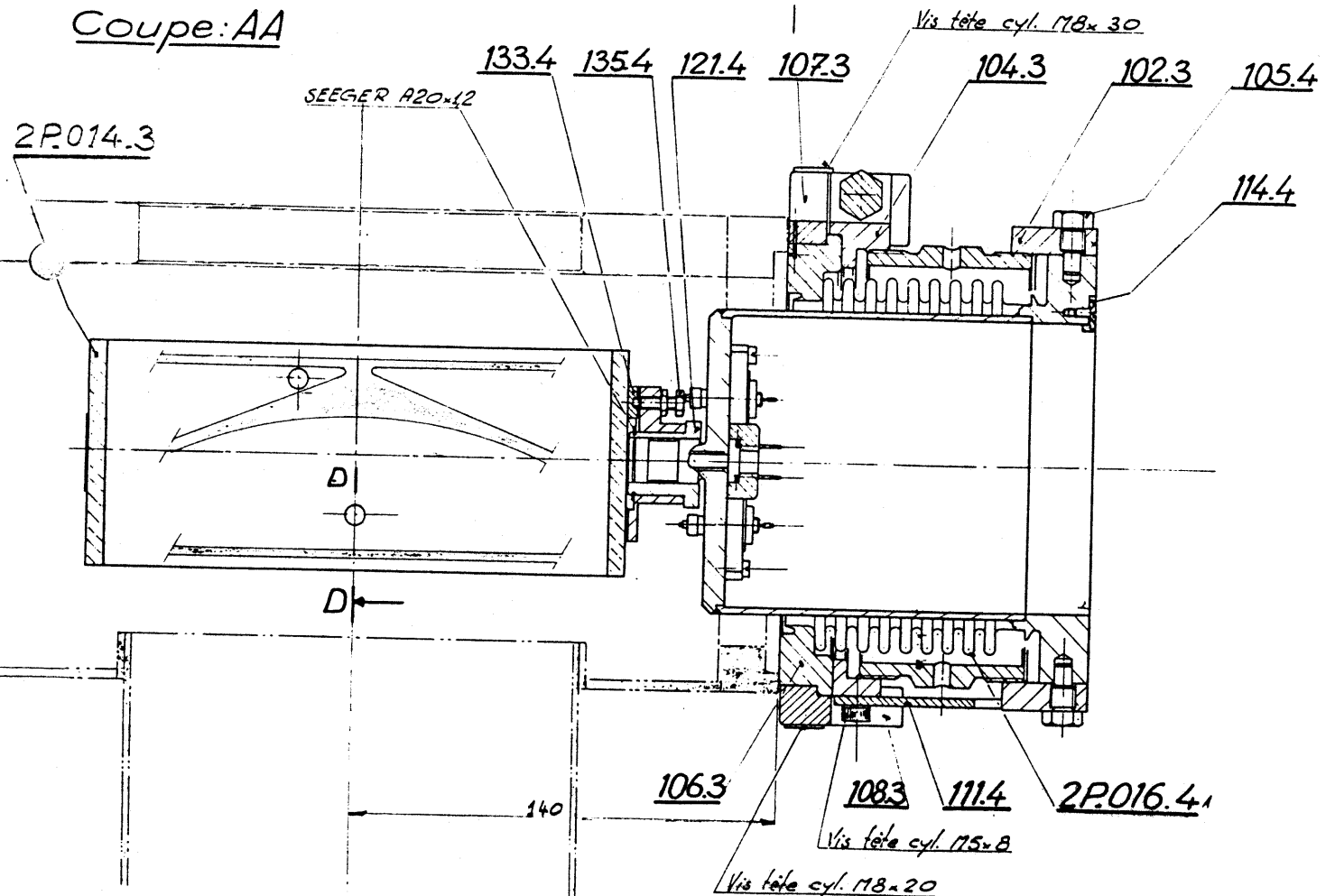
- . fast photo diode
- . streak camera

B<sub>1</sub>

E. Schulte  
4-11-82



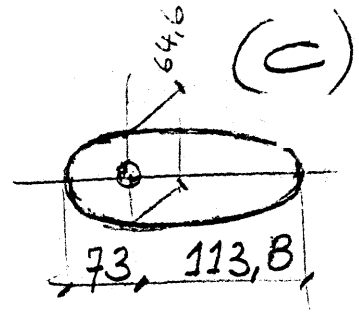
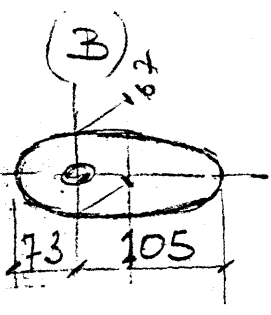
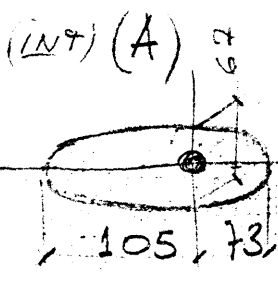
Coupe: AA



PICK UP STANDARD

MPS. 2P05.100.0A

le 27.9.82 TD 2000

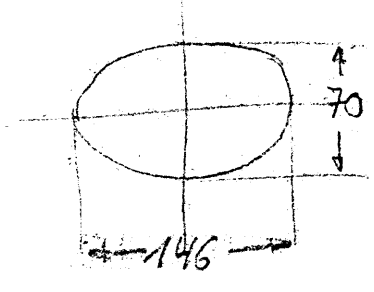


S-D	7	105 intérieur	→	(A)
d	15	ext. (ej. 16)	→	(C)
d	17	ext. ( " )	→	(Dx)
d	25	ext. (inj. line)	→	(B)
d	27	ext. " "	→	(B)
d	30	ext. (section 31)	→	(B)
d	33	ext.	→	(B)
d	43	ext. (inj. Broshe)	→	(E)
d	57	ext. (ej. 58)	→	(B)
d	63	ext. (ej. 62)	→	(B)
d	73	ext. (ej. 74)	→	(B)
d	75	ext. ( " )	→	(Dy)
d	83	ext. (section 83)	→	(B)
d	85	ext. ( " )	→	(B)

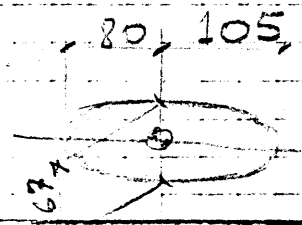
Electrodes:

normalis: 90 x 166 mm  
larges: 90 x 215 mm

Vacuum chamber:

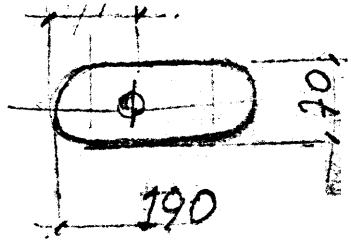


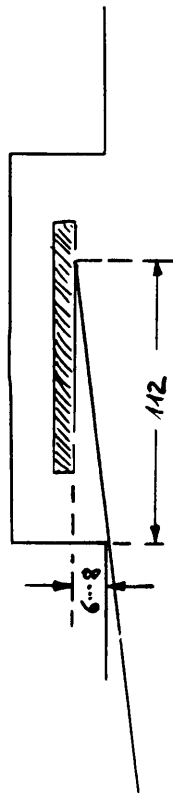
(E)



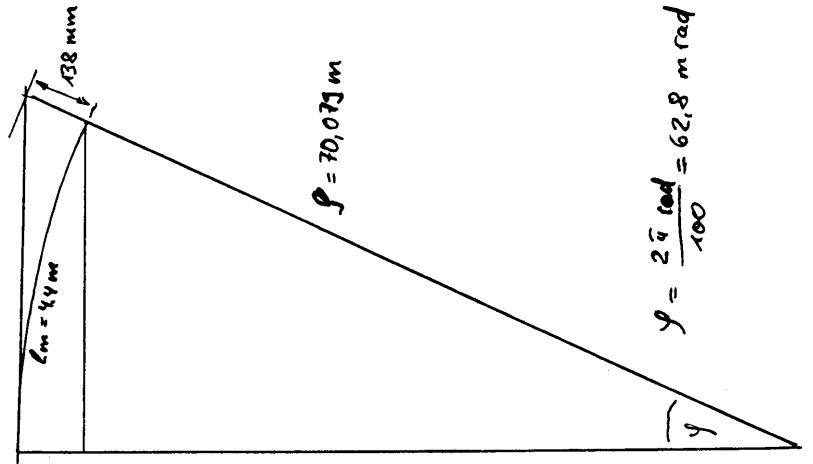
(D)

x = 79  
y = 99



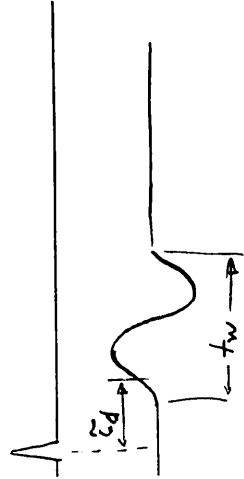
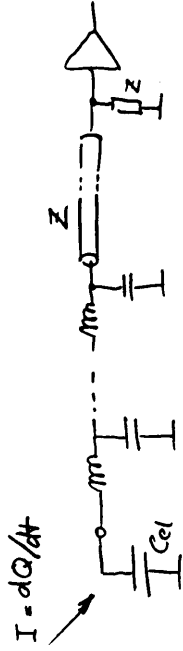


$\theta_{max} : \theta = 71,3 \text{ mrad}$   
 $\theta_{min} : \theta = 53,5 \text{ mrad}$



$\rho = 70,073 \text{ m}$

$\phi = \frac{29 \text{ rad}}{100} = 62,8 \text{ mrad}$



$t_w < \frac{1}{f_{max}(RF)}$