

Programme d'activités de la section
HF
du groupe Production de Leptons (LP)

R. Bossart

B. Canard

G. Rossat

Copies des documents présentés à la
réunion du groupe LP

Distribution:

Groupe LP

Activités principales LP-HF en 1991

R. Bossart, B. Canard, J. Rossat

Consolidation LIL :

- Stabilisation de la température des sections accélératrices et LIPS à $30,0 \pm 0,1^\circ\text{C}$
- Accord et formation bunches W avec prebuncher, GR+BC.
- Installation et raccord structure de flexion par 6 kW, puis 600 kW.
Déflexion : $\hat{y} = 5 \text{ mm}$ par 6 kW, 50 mm par 600 kW
- Installation booster klystron de réserve, Modulateur accepté, klystron à changer.
- Formation LIPS 97 2x, avec tunes récupérés GR+BC.

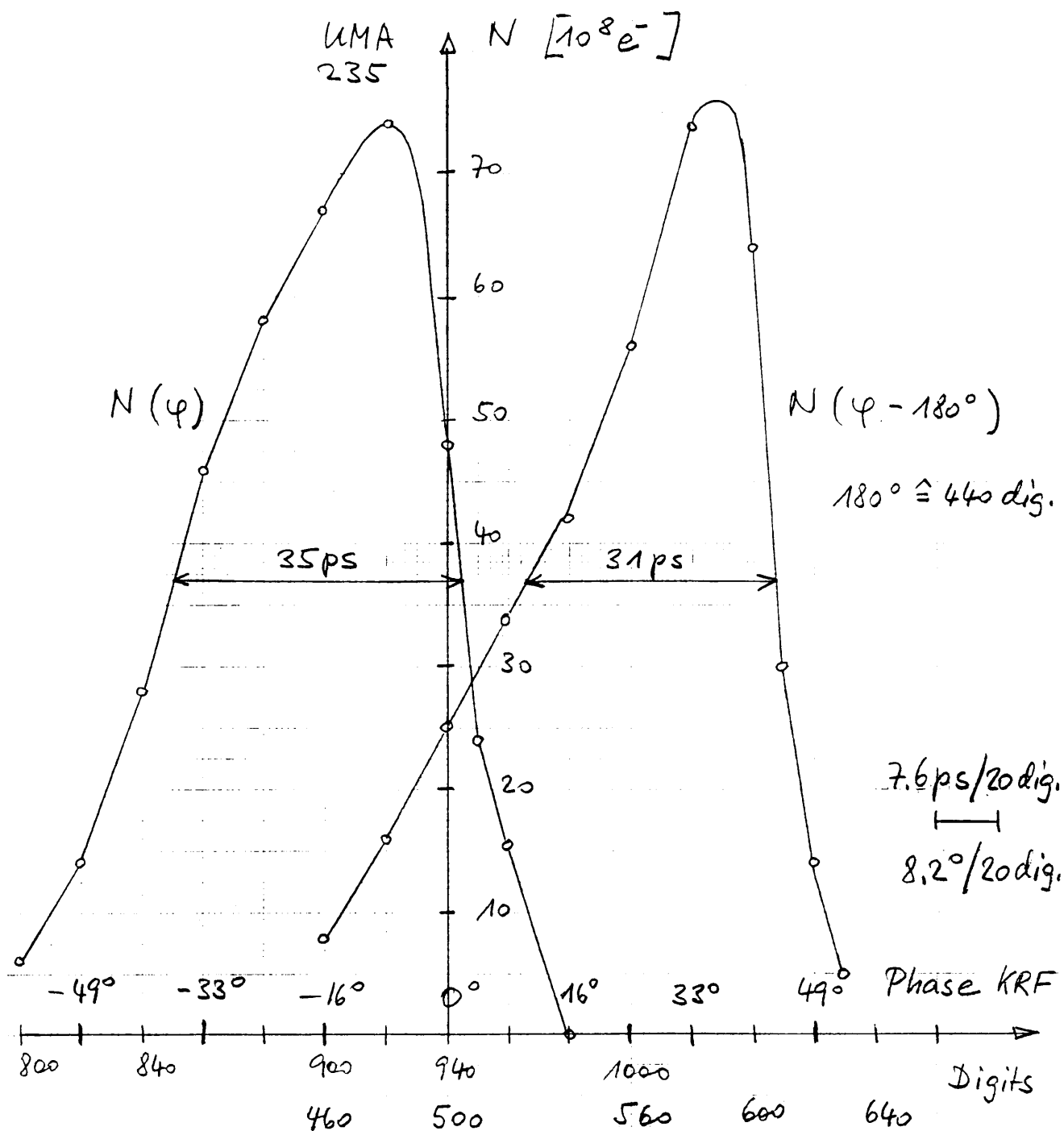
Total : 22 activités programmées, dont
15 terminées

Tests CTF 1991

- Formation du canon RF, Ressort RF pour cathode (7000A) par JCG, Tuning si cathode chargée
- Boîtes C par MDK 97 et Gun par GR.
- Installation et adaptation de l'électronique de commande et lecture des moteurs pas-à-pas pour les atténuateurs et phaseurs RF pour le canon et la structure déflectrice; BC
- Mesures RF du nouveau réseau CTF.
- Beam Steering et optimisation de la transmission du faisceau par BC.
- Test de la structure déflectrice
Reconnaissance des paquets.
- Installation ligne de référence entre MDK 97 et GUN et entre Laser Pulse (ringing cavity) et Référence 39MHz par GR

Total 15 activités prévues, dont
10 " " terminées.

Longitudinal Beam Profile at Slit SLV 221



UMA 170 : $1860 \cdot 10^8 e^-$

Beam Energy : $p = 3.2 \pm 0.1 \text{ MeV}/c$

$P_{KRF} = 33 \text{ kW}$ ($P_{K1} = 25 \text{ MW}$)

DVT 210 : +3.25A

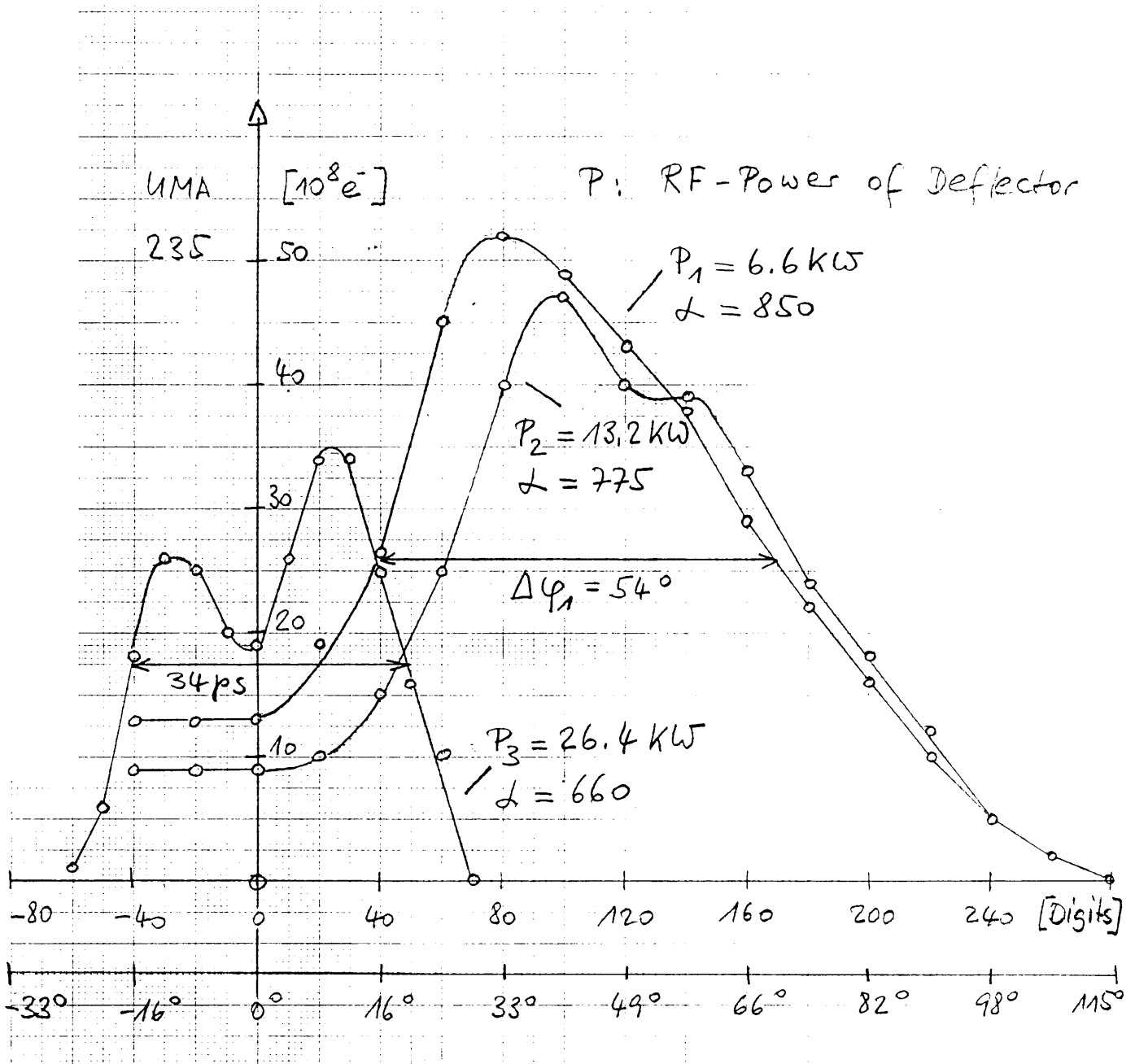
Slit Width : 3mm

GUN : $\alpha = 1, \varphi = 810$

KRF : $\alpha = 660$ (-17dB)

8.11.91

Beam Profile at Slit SLV 221 versus RF-Phase φ



UMA 170 : $820 \cdot 10^8 e^-$

GUN : $\varphi = 780 \text{ dig.}$

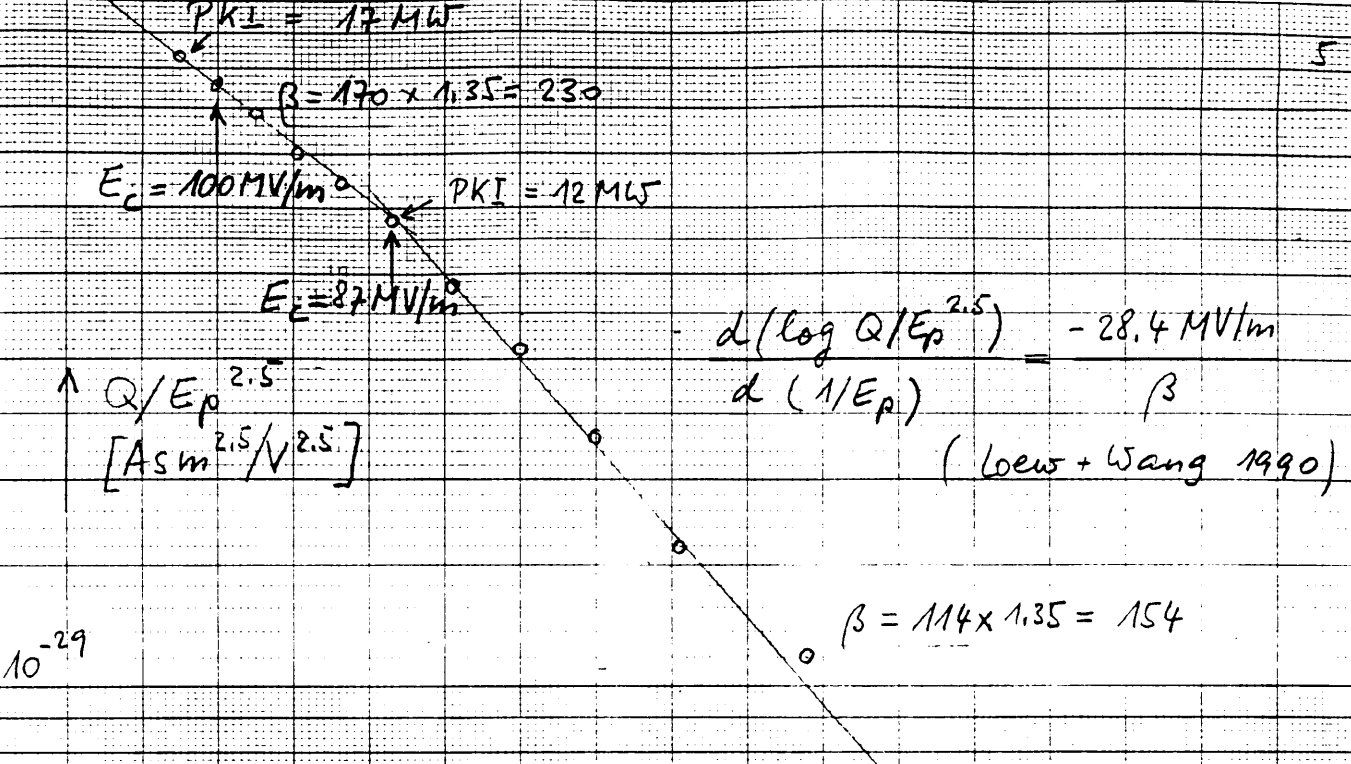
DVT 210 : -0.489 A

" $\lambda = 1 \text{ dig.}$

Beam Energy : $p = 3.13 \pm 0.2 \text{ MeV/c}$

Slit Width : 3 mm

4.11.91



Modified Fowler - Nordheim Plot
of Dark Current of RF-Gun

RF-pulse width PW = 2.0 μs on 9.11.90

E_p : peak field on copper, $E_p = 1.35 E_c$

E_c : peak field on cathode

PKI = 4 MW
 $E_c = 50 MV/m$

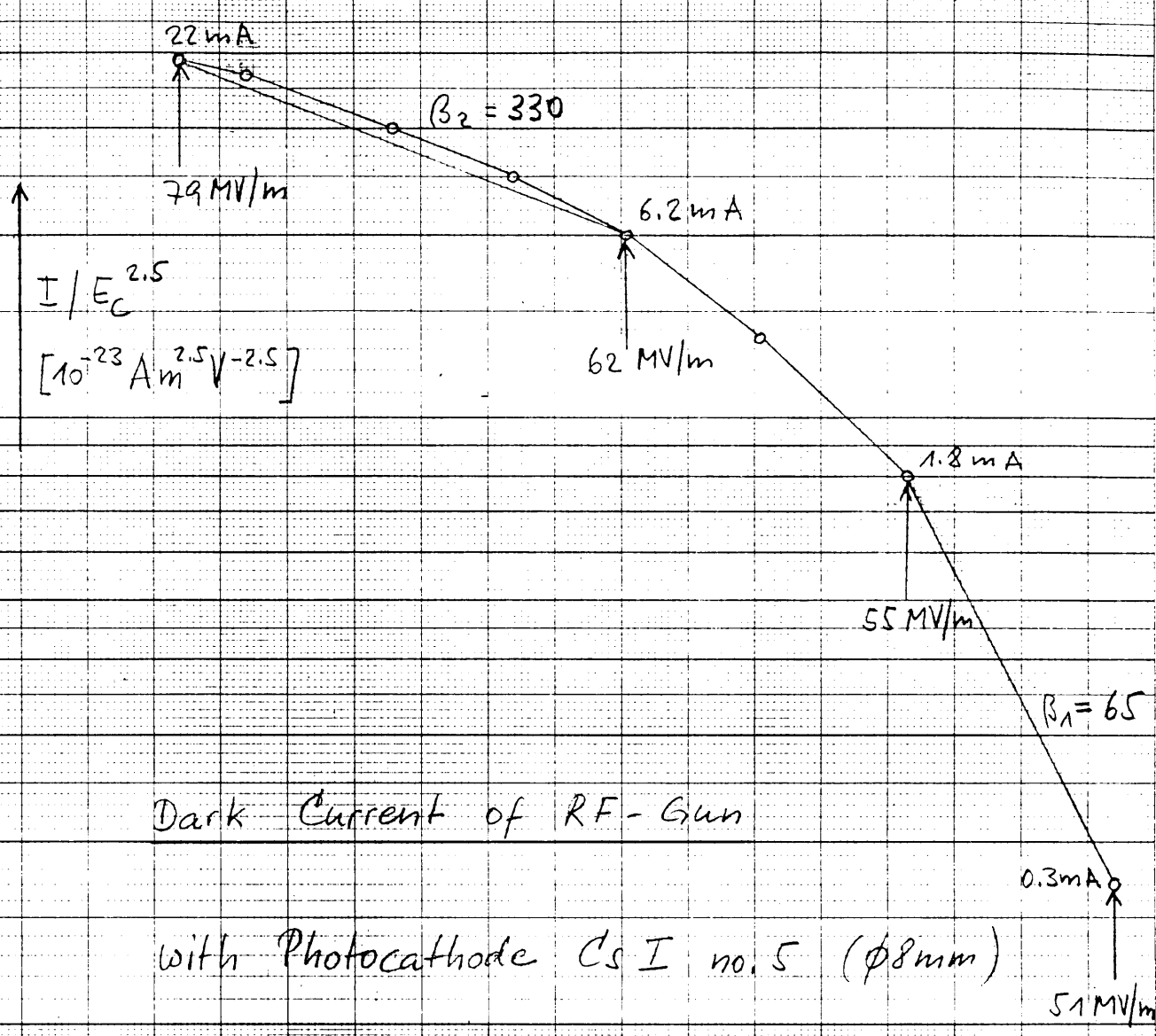
Faraday cup with large aperture

$1/E_p$ [mm/MV]

7 8 9 10 11 12 13 14

Gez.
 Gepr.
 Ges.

RB, 19. 11. 90



Dark Current of RF-Gun

with Photocathode Cs I no. 5 ($\phi 8\text{mm}$)

Integrator Gate of UMA 170 open during 72 μs

$$\beta = -28.4 \text{ MV/m} \frac{d(I/E_c)}{d(\log I/E_c^{2.5})}$$

I/E_c [mm/MV] \rightarrow

12	13	14	15	16	17	18	19
----	----	----	----	----	----	----	----

Comparison of Dark Current between

- Copper Cathode no. 1 (9.11.90) and
- Photocathode CsI no. 5 (8.11.91)

Copper Cathode no. 1 (9.11.90)

$$E_c = 97 \text{ MV/m}, \quad 79 \text{ MV/m}, \quad 56 \text{ MV/m}$$

$$I = 14 \text{ mA}, \quad 2.7 \text{ mA}, \quad 0.19 \text{ mA}$$

Photocathode CsI no. 5 (8.11.91)

$$E_c \text{ [MV/m]} = 79 \quad 66 \quad 55$$

$$I \text{ [mA]} = 22 \quad 8.7 \quad 1.8$$

Conclusion The dark current of the photocathode CsI ($\phi 8 \text{ mm}$) is 8-10 times larger than for the copper cathode $\phi 24 \text{ mm}$.

Local Field Enhancement Factor β

- Copper Cathode $\beta_c = 154$ for $E_c = 50 - 87 \text{ MV/m}$
- Photocathode CsI $\beta_c = 146$ for $E_c = 51 - 79 \text{ MV/m}$

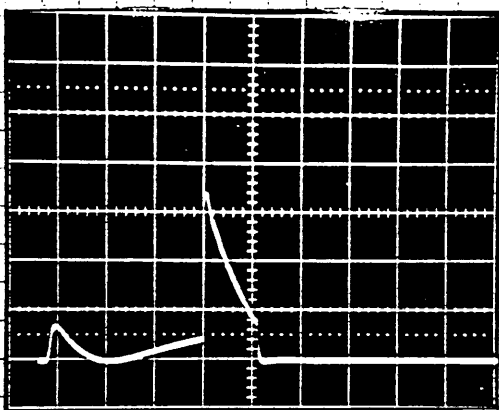
Ligne de Référence, Programme 1992

1. Mise en service du nouveau modulateur TH pour booster klystron de réserve. Vérifier ripple HT. Ajuster temps de montée I_k et délai RF On. Contrôle de la sécurité HT par P. Marti.
2. Vérification périodique des courants de chauffage pour klystron et tube dur dans modulateurs. Installation μA -meter, puisque mesure avec pince courant pas faisable. GR
3. Entretien des booster klystrons LAL et TH 1. Contrôle des sécurités. Vérifier chauffage du crowbar et les résistances Le Carbone $2 \times 5 \Omega$ par décharge crowbar dans TH1. P. Marti, GR.
4. Contrôles des booster klystrons TH à partir de la console HCR : Status - Interlocks - On/off. GR, BE
5. Installation booster klystron LAL dans local CTF, rack 02 (GR, BC). Source 3 GHz pour formation HF du canon (GR). Synchronisation $12 \times 250 \text{ MHz}$ par SRD (FC). Tests de la haute tension et sécurité par P. Marti, GR.

6. Entretien annuel du ventilateur de la ligne de référence, changer filtre d'air et cartouche de séchage. GR, BC.
7. Déplacer coupleur -9 dB/2KW pour MDK 13 en face de ACS 11 à ACS 13. Réduction des pertes RF dans le câble Flexwell trop long. Le klystron sera saturé avec 200 W à l'entrée. Reconstruction de la ligne de référence entre ACS 11 et ACS 13. GR, BC.
8. Bilan de la puissance RF distribuée par la ligne de référence aux boîtes A et B. Puissance du booster klystron: 15-20 KW max. RB, GR.
9. S'il y a des klystrons avec < 200 W à l'entrée, il faut remplacer le câble existant entre boîte A et boîte B sur le klystron par un câble avec moins de pertes RF, p. ex. le câble Flexwell utilisé entre ligne de référence et boîte A. GR.
10. Pour baisser les pertes RF dans les boîtes A, si besoin est, les câbles semirigides miniatures peuvent être remplacés par des câbles plus gros sur la ligne 1KW reliant phosor MAG et atténuateur variable Qritel. Proposition GR.

13.2.92

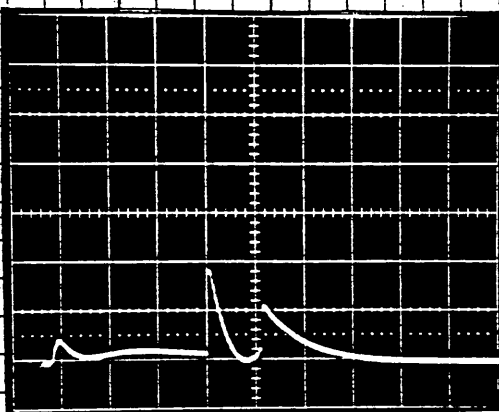
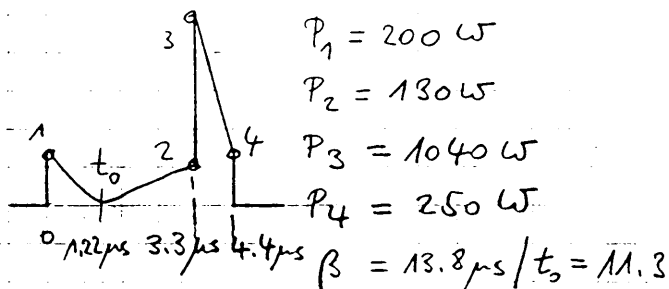
Impulsions LIPS



LIPS Transmitted Power 1μs/div

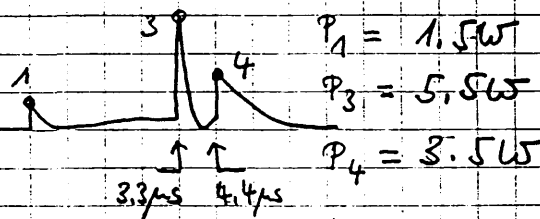
Input Power 200W / 2998.0 MHz

Air T = 22°C, H = 45%



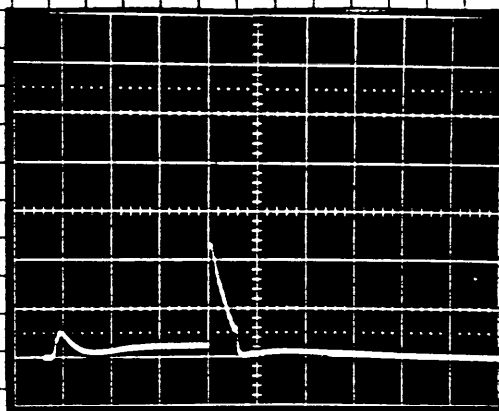
LIPS Reflected Power 1μs/div

Input Power 162W / 2998.0 MHz



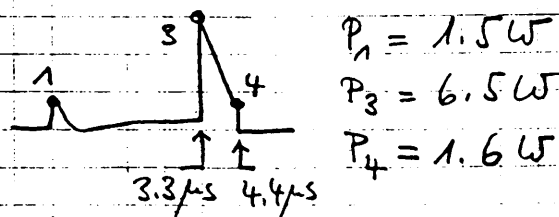
Phase Inversion too early!

$$PKR / PKI = 5.5 \text{ W} / 162 \text{ W} = 3\% = -15 \text{ dB}$$



LIPS Reflected Power 1μs/div

Input Power 162W / 2998.0 MHz



Phase Inversion too late

$$PKR / PKI = 6.5 \text{ W} / 162 \text{ W} = 4\% = -14 \text{ dB}$$

LIPS et High Gradient Tests 1992

11. Fabrication LIPS pour LAL Orsay. Tests RF avec analyseur de réseau et avec inversion de phase. Mesures OK : $Q_0 = 185\,000 \pm 3\,000$, $\beta = 11.5 \pm 0.25$ ($\phi 29.5\text{mm}$)
 $\beta = \text{TOS} = \frac{1+r}{1-r}$, $r^2 = 0.7$, $1-r^2 = 0.3$ pour $\phi 29.5\text{mm}$
LIPS LIL : $\phi 28.5\text{mm}$, $\beta = 8$, $r^2 = 0.6$, $1-r^2 = 0.4$. RB.
12. Procédure de tuning avec RF pulsé et inversion de phase. Critère PLI converge bien en cas de désaccord des deux cavités. Passage à zéro $t_0 = 14\mu\text{s}/\beta$. Egalisation $f_1 = f_2$ avec PKR pour minimiser réflexions vers klystron. RB.
13. Formation HF des vitres en inox pour MDK 13, MDK 27 et MDK 31 sur MDK 97 en MDK 29. Installation nouvelles charges $39\text{Hz}/2 \times 35\text{MW}$ avec hybride 3dB. Blindage à plomb. GR, BC.
14. Installation et test LIPS pour MDK 35. Modification réseau guides d'onde par pompe à vide supplémentaire et alimentation directe de la section ACS 35 avec MDK 35.
D. Allard, R. Berard, H. Blaha, A. Kuch.

15. Formation HF du réseau LIPS 35 - ACS 35.
 $\hat{P} = 30 \text{ MW} \times 0.7 \times 7 = 150 \text{ MW crête} \cong 120 \text{ MeV}.$
 Tests high gradient $\hat{E}_z \cong 120 \text{ MV} \sqrt{5} / 4.6 \text{ m} = 60 \text{ MV/m}.$
 Gradient sur cuivre iris $E_{cu} \cong 2.5 \hat{E}_z = 150 \text{ MV/m}.$
 Bon test de formation par ACS 35 et MDK 35.

16. Formation Automatique, basée sur la puissance réfléchie PKR (pulse sweyaw du MDK 35) et sur la pression du vide.
 Ecrire software pour baisser puissance RF de X% après 3 arrêts PKR et remontée de Y% après 10 minutes. Ecrire software pour pression du vide dans ACS 35 et réseau (fenêtres RF) en cas de dégazage subite.
 Appliquer stratégie KEK. P. Fernier, G. Metral.

17. Inspection de l'état de surface des iris à l'entrée de puissance ACS 35. Photos avant et après tests de claquage. Chaque "punch through" des barrières de claquage abîmera les surfaces de cuivre et le facteur de qualité Q_0 .
 à cause des risques de destruction, les tests à high gradients sont conduits au SLAC, KEK et LAL avec des structures démontables et coûtées ~ 50 ans.

Opérations et Consolidation LIL en 1992

19. Compléter 2 boîtes logiques A par ADC.
Acheter ou développer ADC 12 bits / 664 (PF).
18. Mise en service du réseau HF de LIL :
Tuning SKLY, SRFP, SRFT, ERFP + boîtes B (BC)
RF-Logging. Ajustage puissance RF dans boîtes A.
Formation HF (Tuning LIPS (GR, BC)).
20. Compléter 3 boîtes B avec coupleurs
directionnels 30 dB / 500 W (RB, BC).
21. Documentation sur circuits RF de la boîte A (GR).
Indiquer puissance RF aux entrées / sorties
et aux détecteurs de phase (LO, RF, IF) des
canaux COS et SIN pour pleine échelle 5V.
Ecrire NOTICE de réglage et synchronisation.
22. Documentation sur logiciel de la boîte A (PF).
Description de la procédure de calibration,
des cycles e^{\pm} , de l'asservissement de
la phase par itérations, programmes
d'application, câblage chassis G 64.
23. Installation et calibration des peak
power meters HP 8900 mesurant PKI
dans les racks à côté des klystrons (BC, RB).
Installer et calibrer câbles RF par 10 dB (GR).

CTF , Programme 1992

- 24. Tuning du Canon no. 3 dans chambre climatisée. Remplacer l'embout du tube 2 trop court de 3mm. Nouveau montage de la cathode à cause du ressort dur. Accorder eigenfréquences des cellules en fonction de l'air (T, H, P). Ajuster couplage critique de la cavité, actuellement surcouplée. Mesure de perturbation avec tubes pour égalité des champs $E_1 = E_2$. Mesurer Q_{ext} . Ajuster et calibrer les moniteurs de champs E_1 et E_2 : RB
- 25. Assemblage de la chambre de transfert et du bras de transfert pour changer la photocathode sous vide. Tests du robot par K. Grimbagel.
- 26. Installation du canon RF avec chambre de transfert dans CTF. Etuvage 200°C avec gilet de chauffage par vide $< 10^{-10}$ Torr. Moine.
- 27. Formation RF du canon avec photocathode et ressort RF. RB, GR.
- 28. Mesurer courant d'obscurité du canon RF et de la photocathode à 30-100 MV/m. RB.

- 29. Modification et brazage du canon no. 4 avec siège en inox pour photocathode et avec ressort axial pour bras de transfert J.C. Godot et K. Grünhagel.
- 30. Synchronisation du canon RF avec laser. Installation boîte A avec boîte logique et scope digital pour mesurer la phase RF entre la cellule 2 du canon et la référence 3GHz fournie par laser. GR, RB.
- 31. Rapport EPAC sur construction, tuning et high gradient tests du canon RF, RB.
- 32. Simulations URMEL et PSPICE pour canon 3 1/2 cellules, RB.
- 33. Simulations TBCISF pour canon 3 1/2 - 5 1/2 cellules. W. Remmer, C. Johnson, W. Pihl, RB.
- 34. Etude analytique des forces transversales dans cellules en fonction de la forme de l'iris et de la phase RF. RB, W. Remmer.
- 35. RF-focusing by wose cones, W. Pihl.
- 36. Etude du multipactoring et du courant noir dans canon RF. C. Parody, RB.
- 37. Construction du nouveau canon multicellules J.C. Godot, K. Grünhagel, A. Ruck, RB.

Two Cornered Half Cells Iris ϕ 20 mm

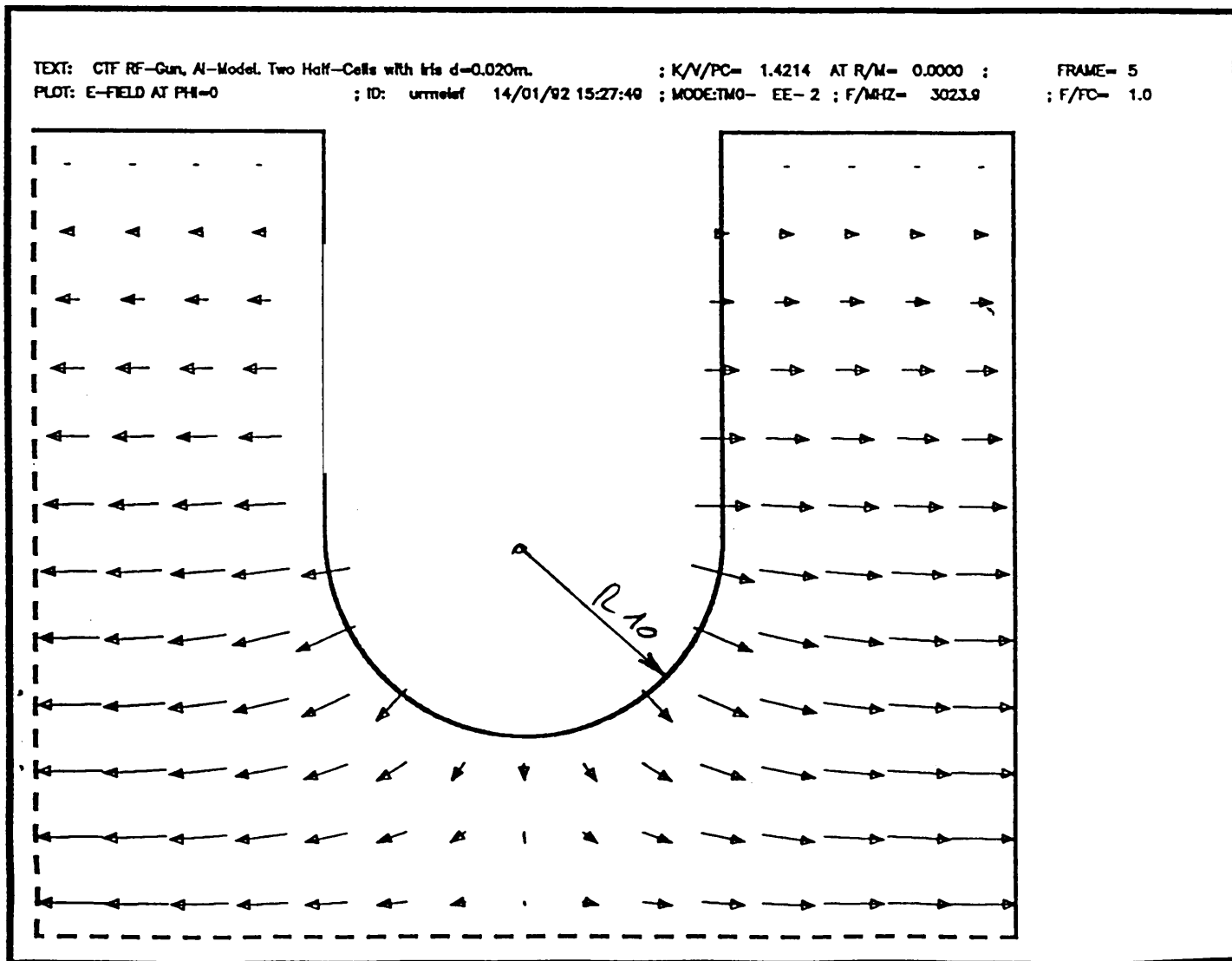
$d = \phi 20 \text{ mm}$, $D = \phi 79 \text{ mm}$, $L = 50 \text{ mm}$, $R = 10 \text{ mm}$

Eigenfrequency $f_0 = 3022.312 \text{ MHz}$

Q - Factor $Q_0 = 14166$ without end plates

Shunt Impedance $R = 1.060 \text{ M}\Omega$ (ZT^2)

Coupling Factor $k = (f_4 - f_3) / f_0 = 1.039 \cdot 10^{-3}$



Two Rounded Half Cells Iris $\phi 20\text{ mm}$

$d = \phi 20\text{ mm}$, $D = \phi 79\text{ mm}$, $L = 50\text{ mm}$, $R = 10\text{ mm}$

- Eigenfrequency $f_0 = 3139.647\text{ MHz}$ (+4%)
- Q - Factor $Q_0 = 15338$ no end plates (+8%)
- Shunt Impedance $R = 1.229\text{ M}\Omega$ (+16%)
- Coupling Factor $k = (f_4 - f_3) / f_0 = 1.224 \cdot 10^{-3}$ (+8%)
- Energy Gain of Beam ($v=c$) $V = \sqrt{2RP}$ (+8%)

