

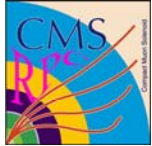


В. Генчев

ЦЕРН, 13-17 Октомври 2008

*Камери със съпротивителни  
плоскости за ATLAS и CMS*

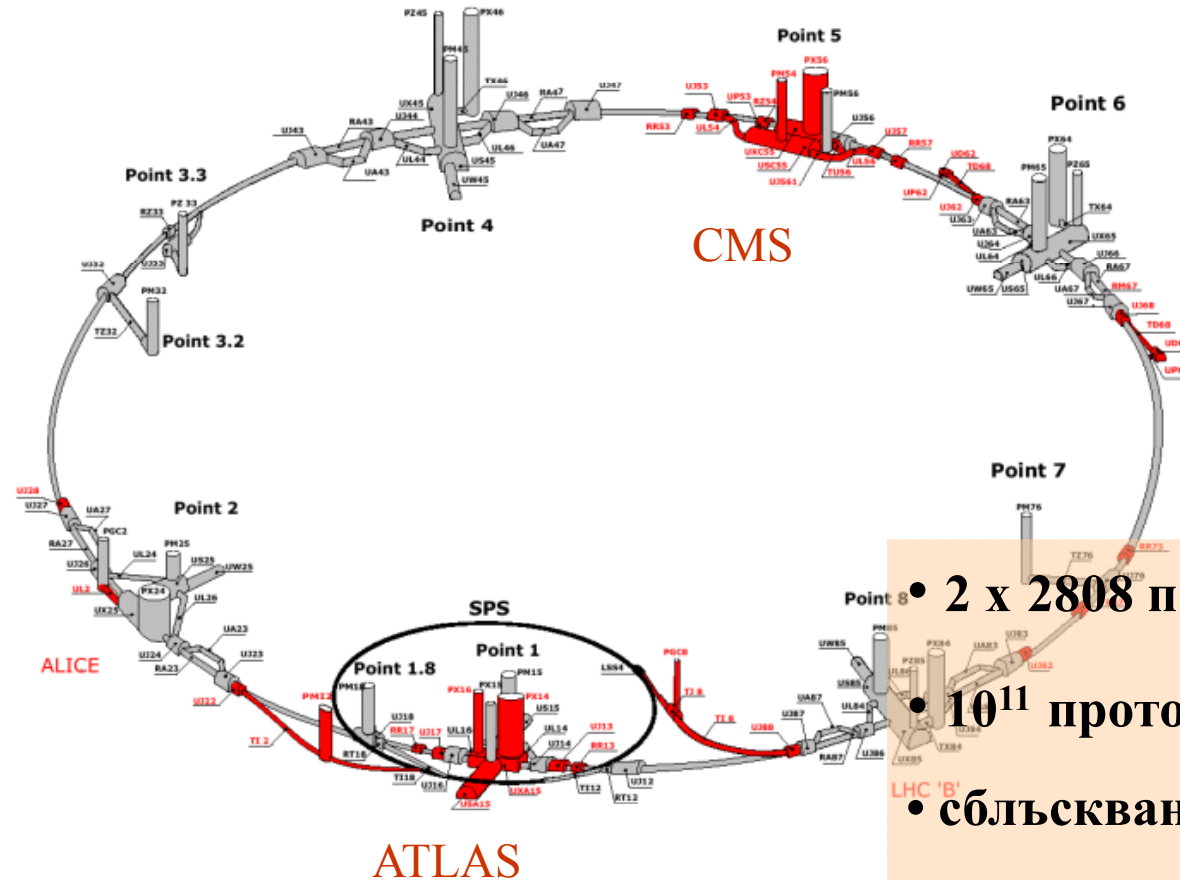
**Владимир Генчев**  
ИЯИЯЕ, БАН, София



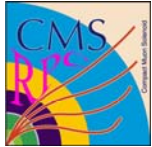
В. Генчев

# LHC

ЦЕРН, 13-17 Октомври 2008



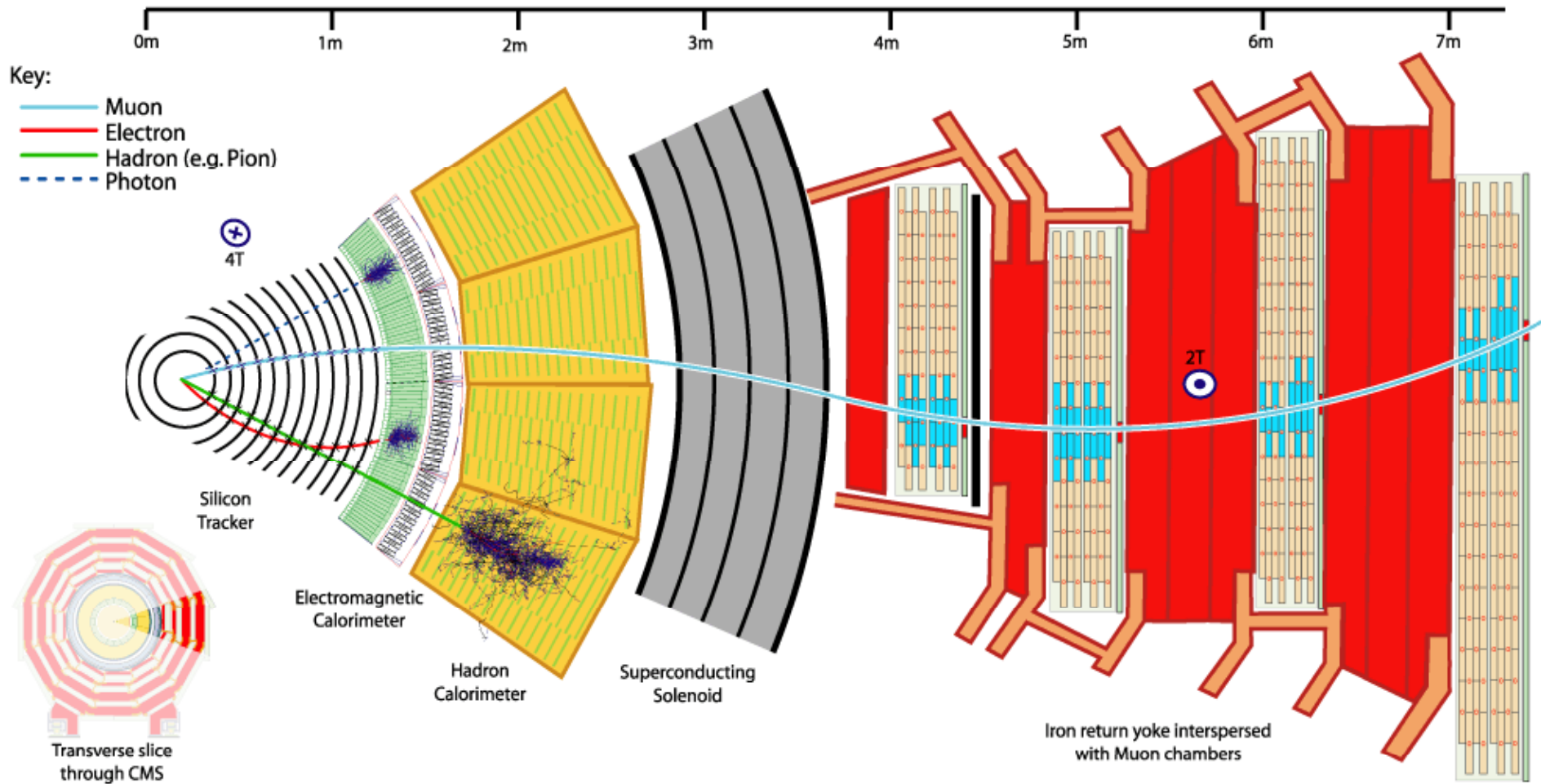
- 2 x 2808 пакета от протони 7 TeV
- $10^{11}$  протона в пакет
- LHC 'B'
- сблъскване всеки 25 ns
- светимост  $10^{34} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$
- фон от  $n$  и  $\gamma$

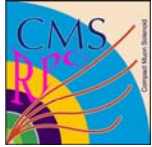


# Мюонен тригер

ЦЕРН, 13-17 Октомври 2008

В. Генчев

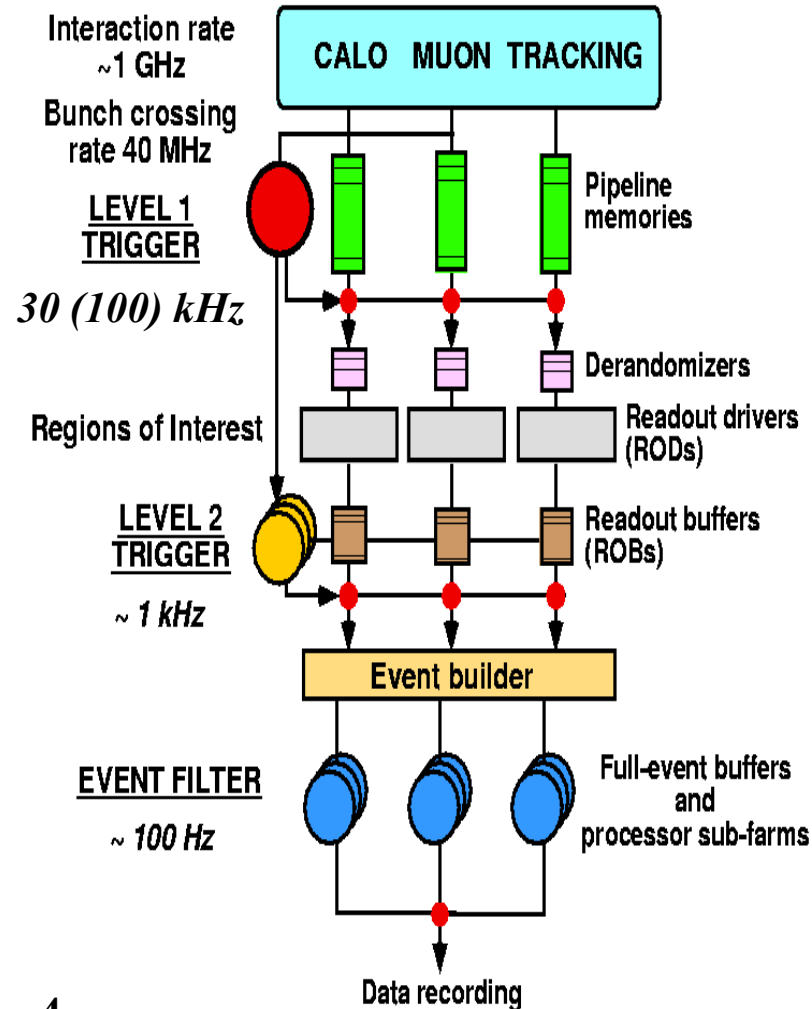




# Мюонен тригер

ЦЕРН, 13-17 Октомври 2008

В. Генчев



**Atlas & CMS мюонен тригер се базира на:**

- **тригерни детектори (RPC's & TGC's)**
  - бързо и прецизно измерване на времето
  - определяне на точката на взаимодействие
  - грубо измерване на импулса
- **мюонни камери (DT & CSC)**
  - вектор на направлението за всеки трек
  - прецизно измерване на импулса

**Двуконпонентният тригер осигурява:**

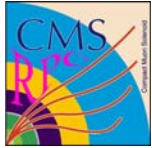
- разделяне на "bunches"
- обрязване по напречен импулс от 3 – 100 GeV
- мюонна идентификация
- мощен фонен филтър

**CMS и Atlas използват:**

- тригерни детектори RPC's
- прецизни мюонни камери

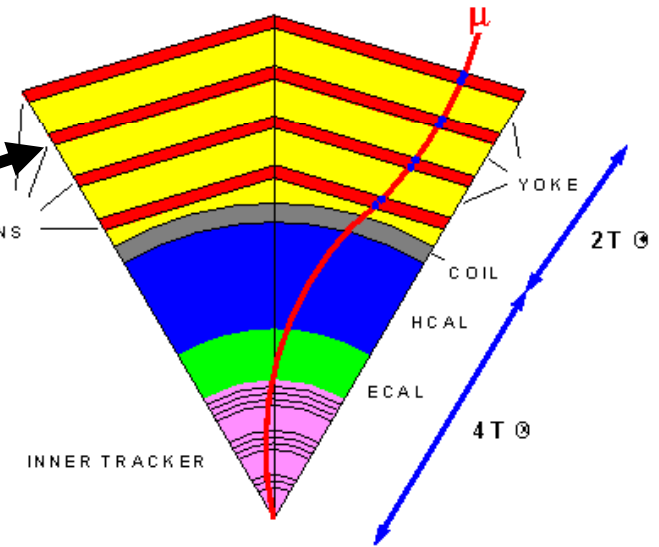
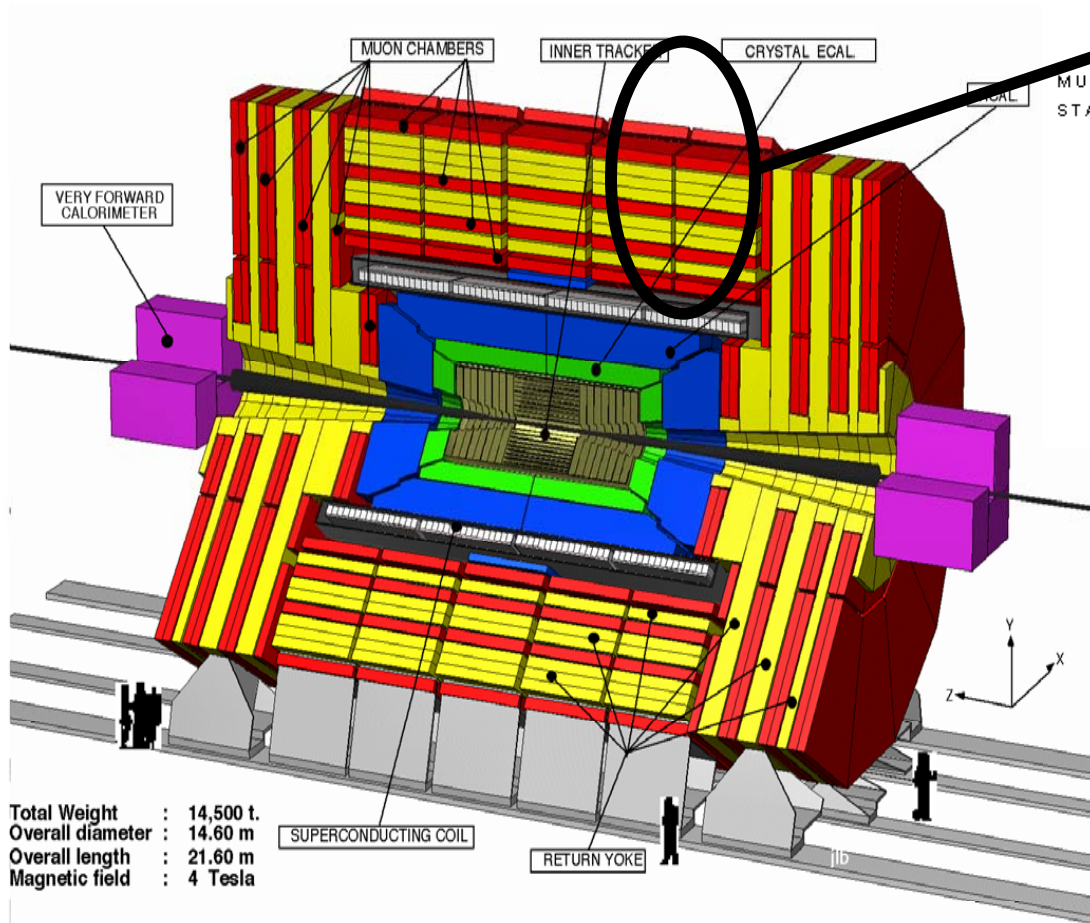
**Разлики:**

- Atlas използва мюонните камери в LV2
- CMS прави това в LV1

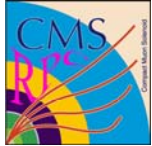


ЦЕРН, 13-17 Октомври 2008

В. Генчев



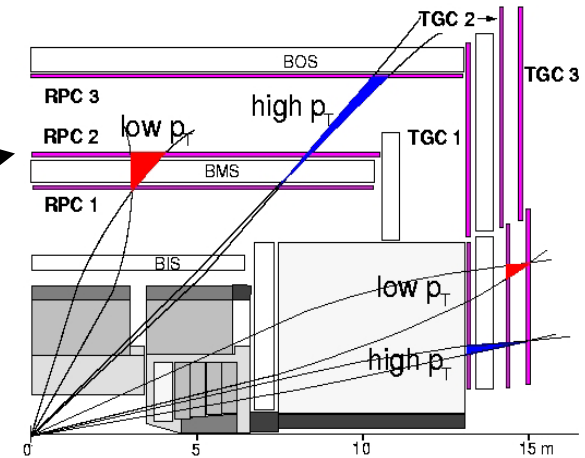
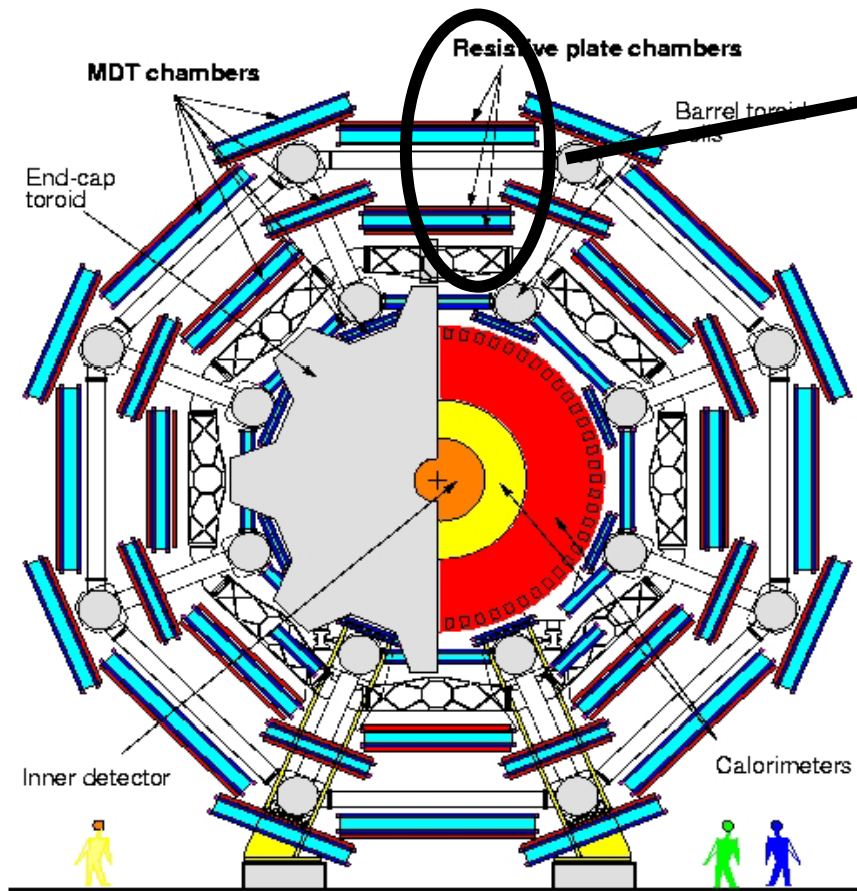
**4 мюонни станции**  
**6 RPC плоскости**  
**732 еднокоординатни камери**  
**175000 канала**  
**Централна част: RPC & DT**  
**Завършващи части: RPC & CSC**  
**3400 m<sup>2</sup>**



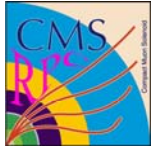
# ATLAS

ЦЕРН, 13-17 Октомври 2008

В. Генчев



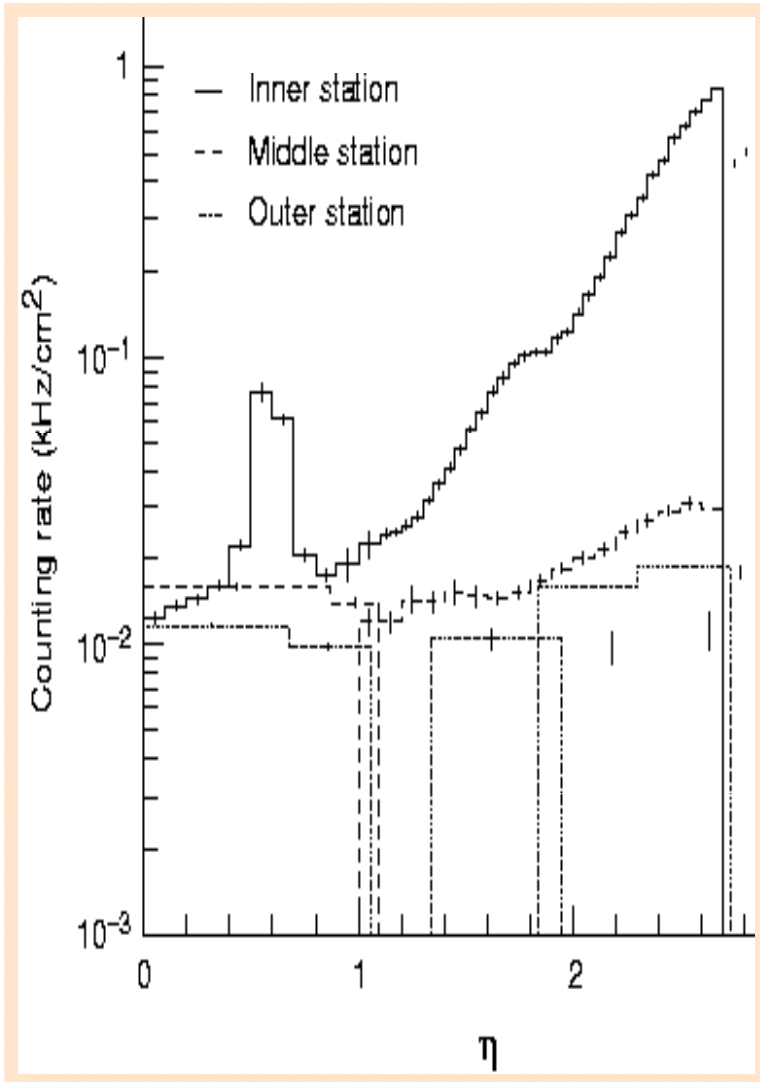
**3 мюонни станции**  
**6 RPC плоскости**  
**596 двукоординатни камери**  
**355000 канала**  
**Централна част: RPC & DT**  
**Завършващи части: TGC & CSC**  
**3650 m<sup>2</sup>**



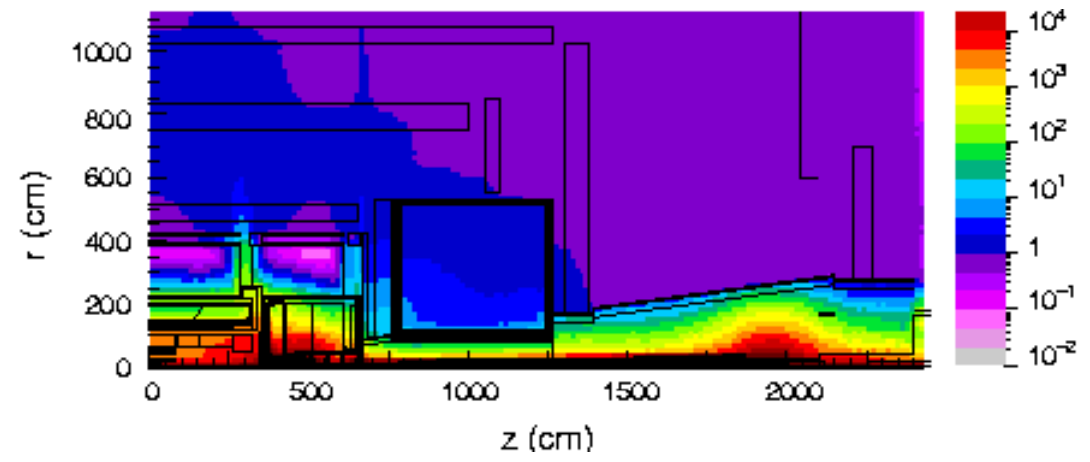
# ПОТОК В ATLAS

ЦЕРН, 13-17 Октомври 2008

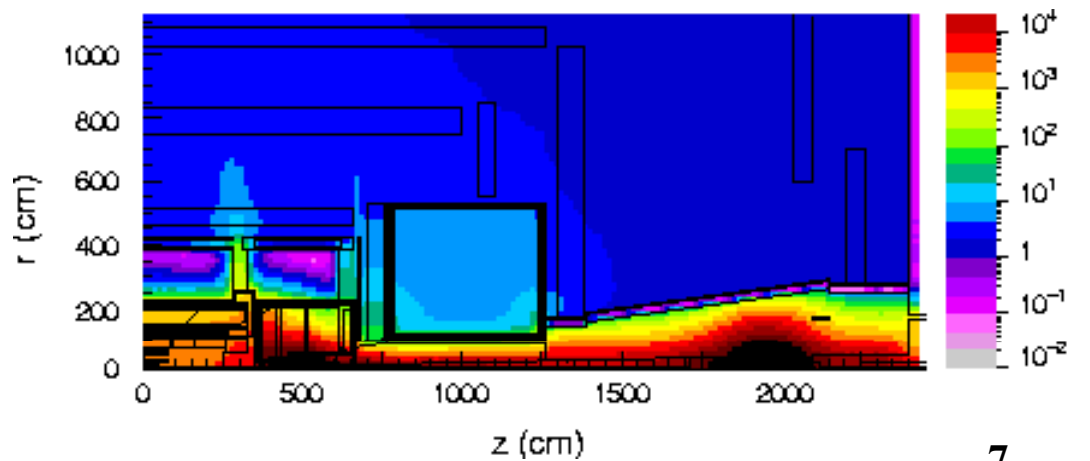
В. Генчев

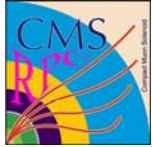


## Gamma kHz/cm<sup>2</sup>



## Neutron kHz/cm<sup>2</sup>



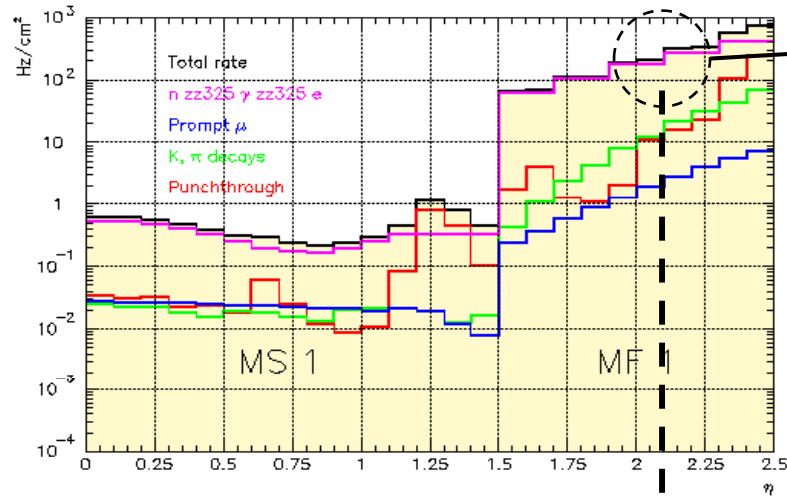


# Поток в CMS

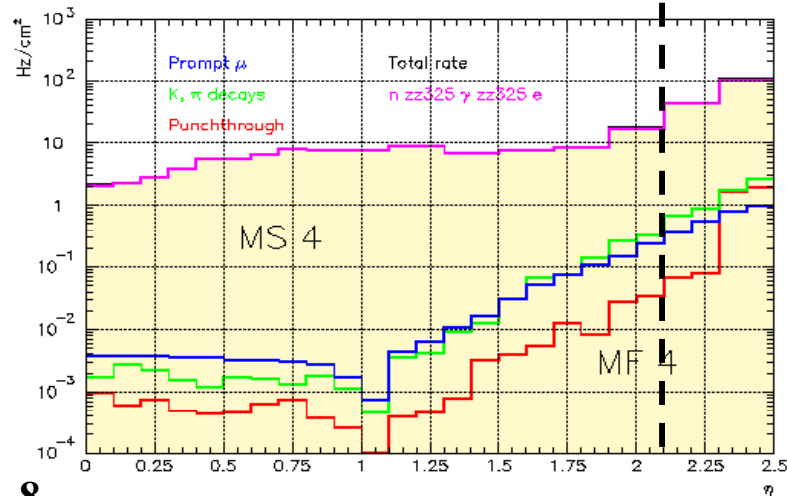
ЦЕРН, 13-17 Октомври 2008

В. Генчев

**Очаквано максимално ниво:  
(2-3)x10<sup>2</sup> Hz/cm<sup>2</sup> at η < 2.1**

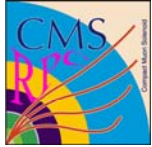


**Max. Barrel поток:**  
 $\Phi_\gamma = 3 \times 10^2 \text{ } \gamma / \text{cm}^2\text{s}$   
 $\Phi_n = 10^3 \text{ n} / \text{cm}^2\text{s}$



**Max. Barrel поток за 10 г. работа на  
LHC:**  
 $F_\gamma \approx 1.5 \times 10^{10} \text{ } \gamma / \text{cm}^2$   
 $F_n \approx 5 \times 10^{10} \text{ n} / \text{cm}^2$

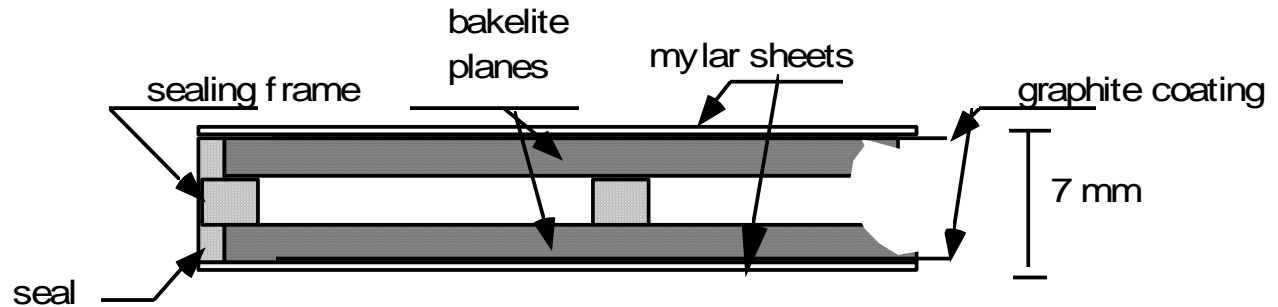




В. Генчев

## Защо RPC?

ЦЕРН, 13-17 Октомври 2008



### Изисквания

Разделителна способност по време  $< 2 \text{ ns}$

Поток частици  $\sim 1 \text{ kHz/cm}^2$

Ефективност  $> 95\%$

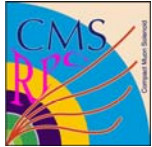
Шум  $< 5 \text{ Hz/cm}^2$

Ширина на кластерите  $< 2 \text{ strips}$

Дълговременна работа в силно рад. условия

RPC са евтини и прости за изработка. Могат да се покрият големи площи. Разделителната способност по време **е превъзходна и може да се достигне добро пространствено разрешение.**

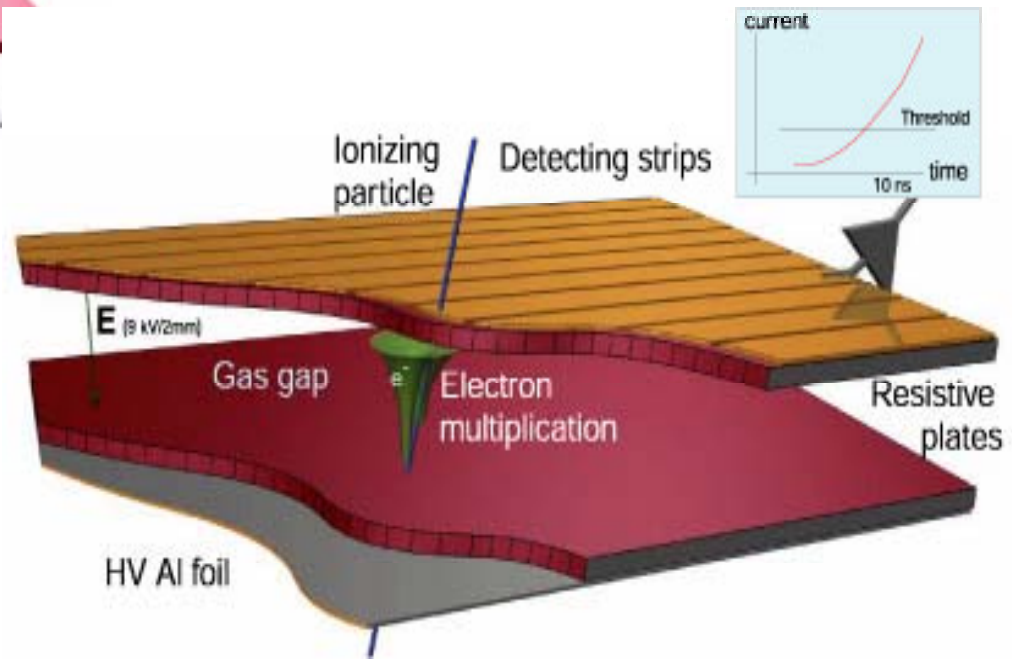
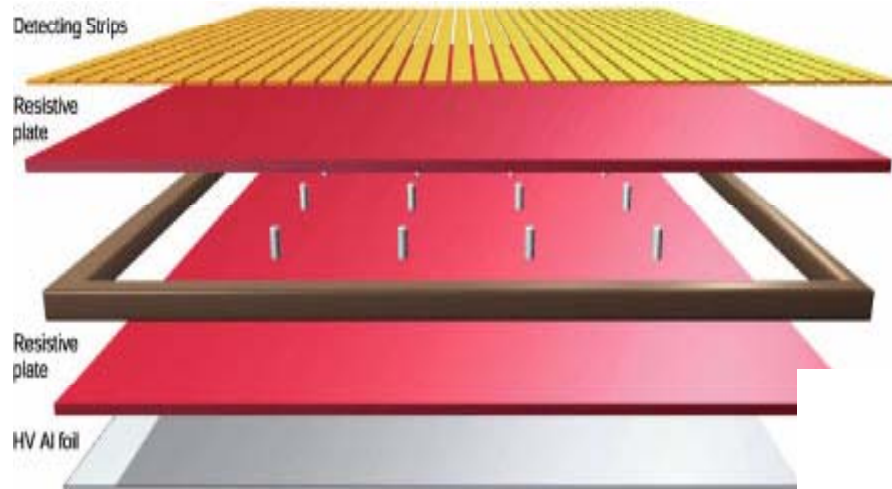
- Способност за работа при големи потоци от частици
- Равномерност на отклика от голяма площ
- Равномерност на отклика в различни фонове условия
- Работа в радиационни условия
- Възможност за космически тригер за мониториране на другите детектори

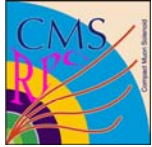


В. Генчев

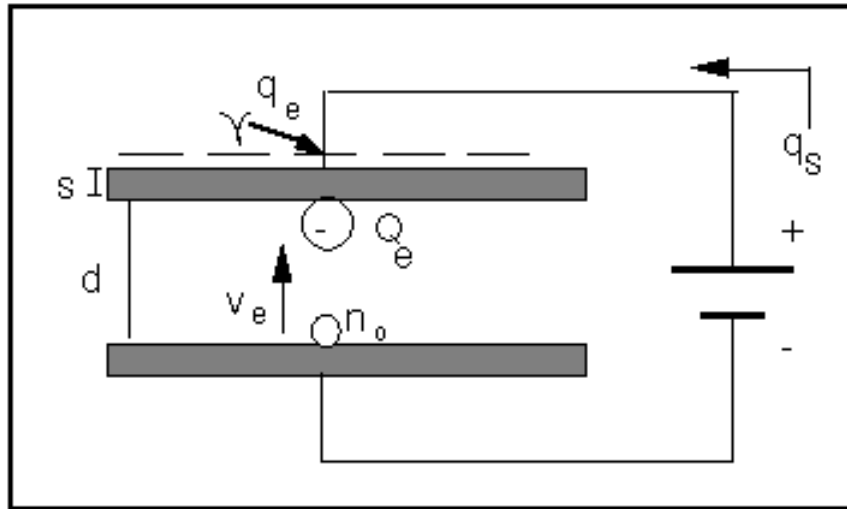
# RPC

ЦЕРН, 13-17 Октомври 2008





В. Генчев



**Устройство**

- 2 mm двоен процеп
- дебелина на бакелита: 2 mm
- съпротивление на бакелита:  
(2-5)x10<sup>10</sup> Ωcm
- пропорционален режим
- газ с ниско усилване
- работно напрежение: ~ 9.0 - 9.2 kV
- вътрешна повърхност –  
ленено масло

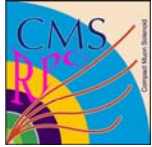
$$\langle q_e \rangle = q_{el} n_0 k l e^{hd} / hd(h+l)$$

$q_{el}$  – заряд на електрона;  $n_0$  – ширина на кластера;

$k = (\epsilon_r d / s) / (\epsilon_r d / s + 2)$ ;  $l$  – плътност на кластера;

$\epsilon_r$  – диелектрична конст.;  $d$  – ширина на процепа;

$h$  – ионизационен коеф.;  $s$  – дебелина на електрода.

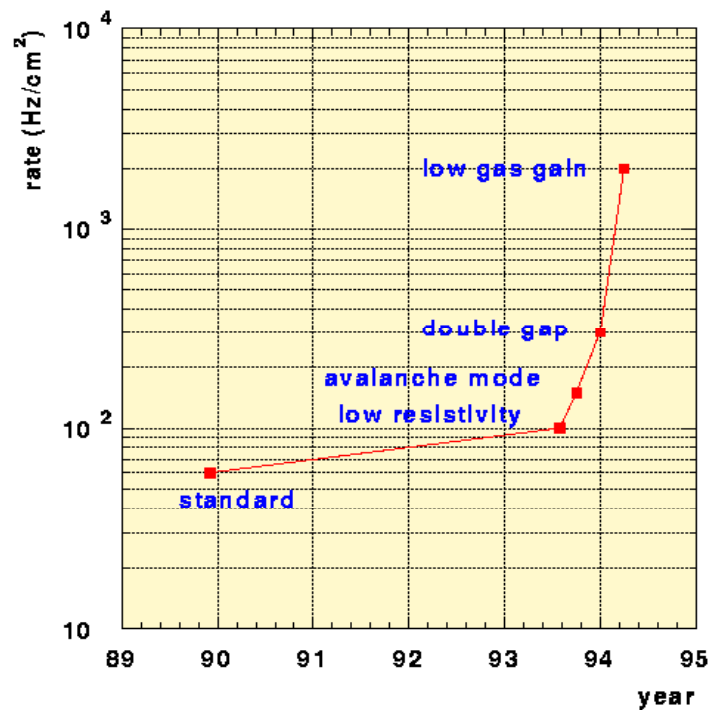


В. Генчев

## Развитие на RPC

ЦЕРМ, 13-17 Октомври 2008

През последните години се развиваше интензивна R&D програма за да се достигне до окончателния детектор.

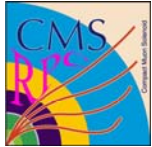


Основни параметри (газова смес, съпротивление на плоскостите, повърхностна обработка на плоскостите) бяха променени за да се изпълнят Atlas & CMS работни изисквания.

Стандартен – стримерен режим

Подобрения:

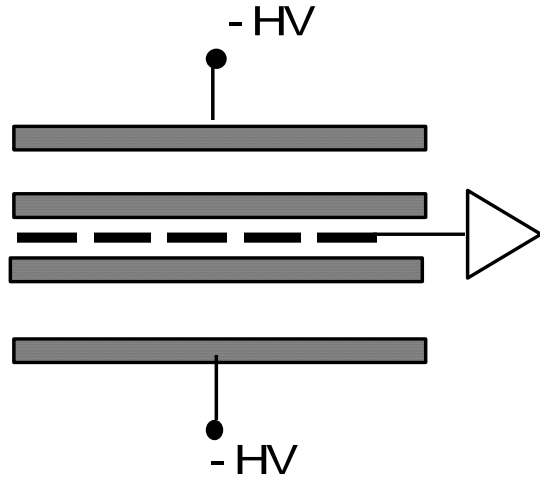
- Заряд на сигнала < 1 pC;
- Продължителност на сигнала < 10 ns;
- Време за нарастване на сигнала < 3 ns;
- Работа с големи потоци ~ 1 kHz/cm<sup>2</sup>;
- Разделителна способност по време ~ 2 ns.



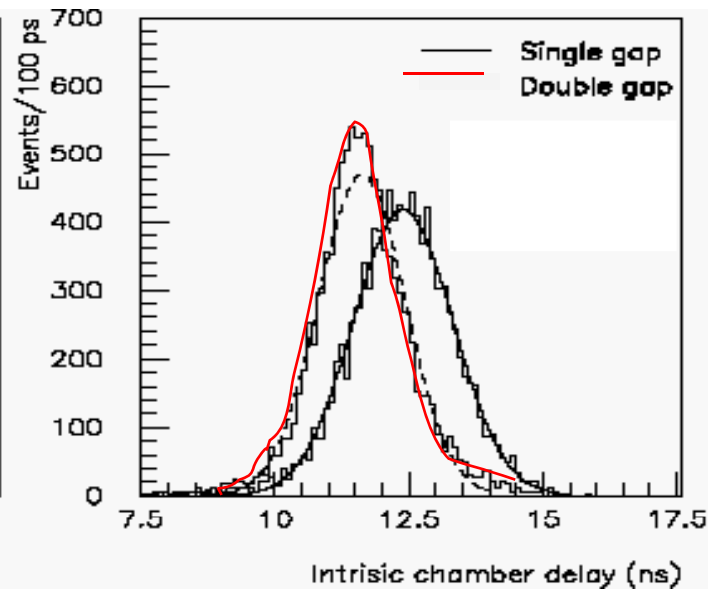
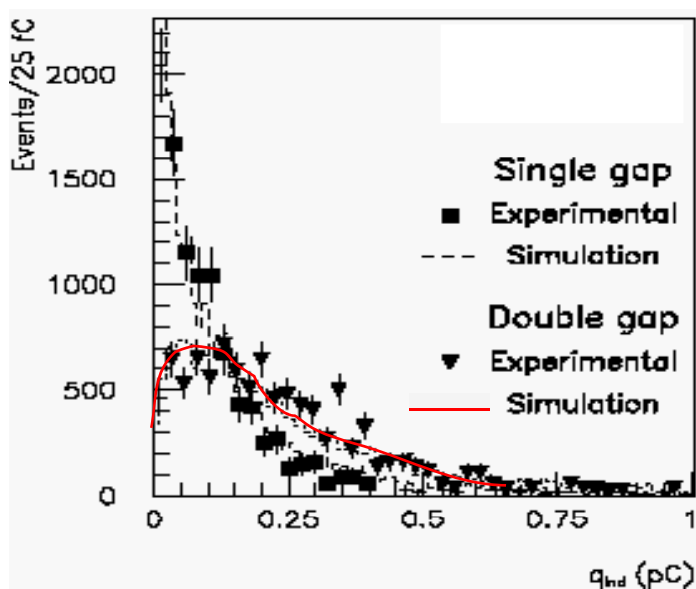
В. Генчев

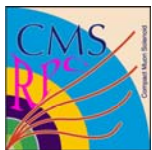
# Двоен процес RPC

ЦЕРН, 13-17 Октомври 2008



Геометрията с двоен процес подобрява ефективността и разделителната способност по време и позволява работа при по-висок праг.

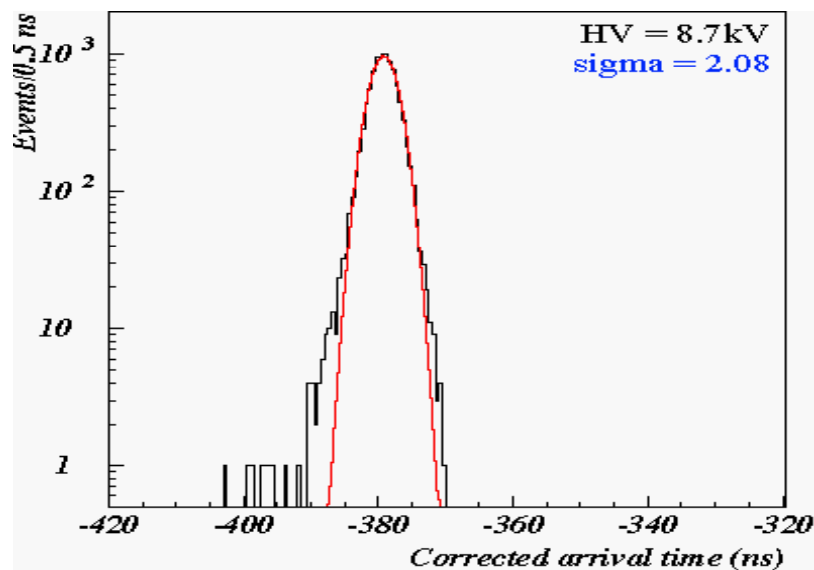




# Разделителна способност по време

ЦЕРН, 13-17 Октомври 2008

В. Генчев

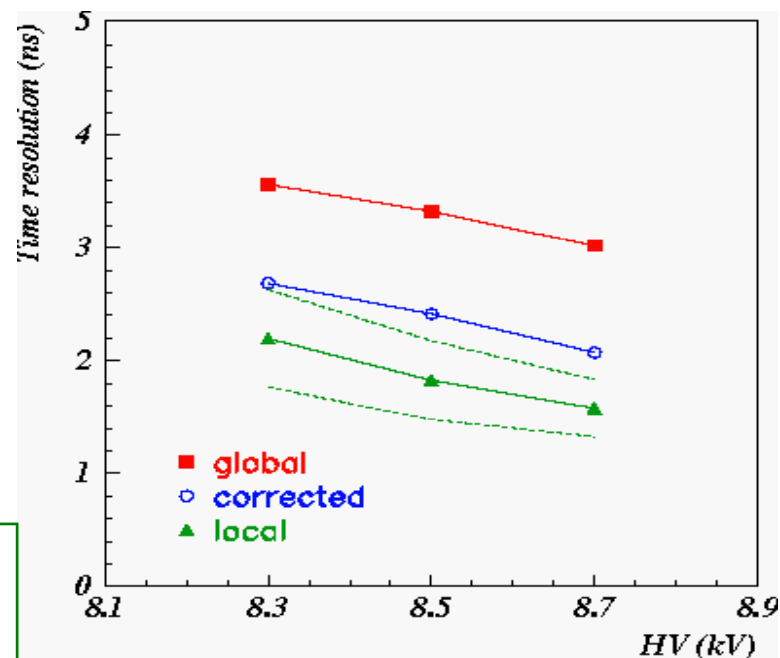


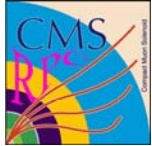
Без корекция.

След корекция на времето за преминаване на сигнала по електрода .

Осреднена разделителна способност по време изчислена за  $1 \times 1 \text{ cm}^2$  клетка. Прекъснатата линия е на  $\pm 1$  r.m.s. около средното значение.

Направена е корекция на времето за преминаване на сигнала по електрода, чрез изваждане на времето за достигане до електрониката.

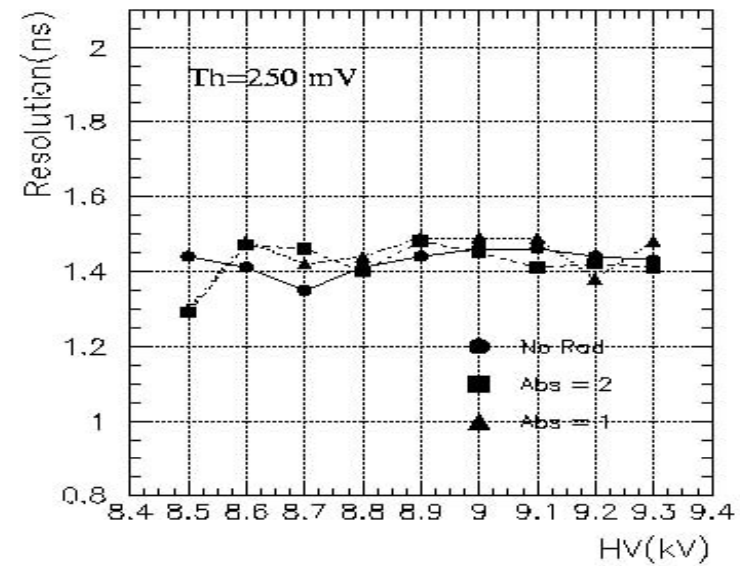
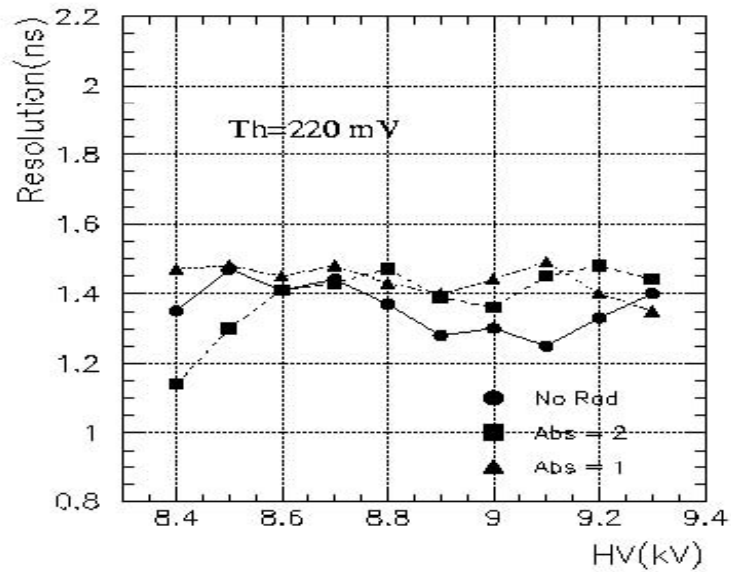


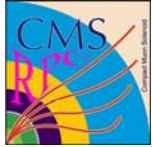


В. Генчев

# Разделителна способност по време

ЦЕРН, 13-17 Октомври 2008

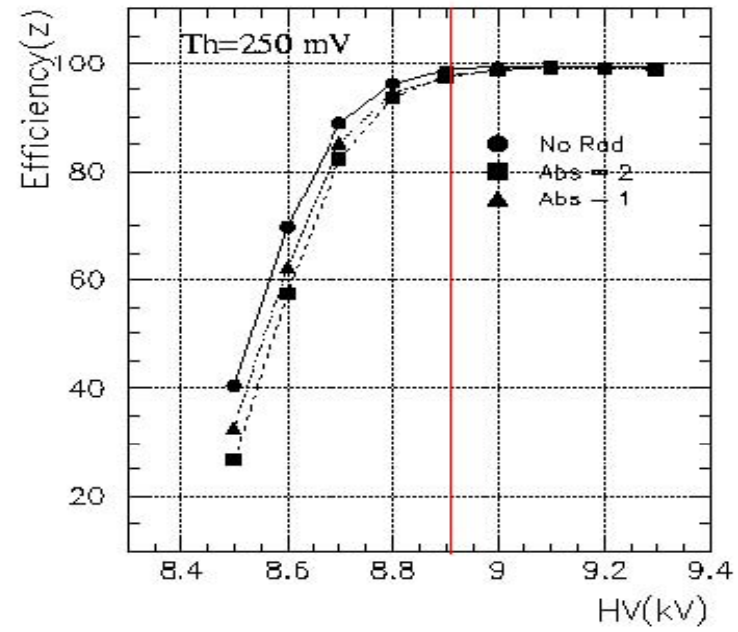
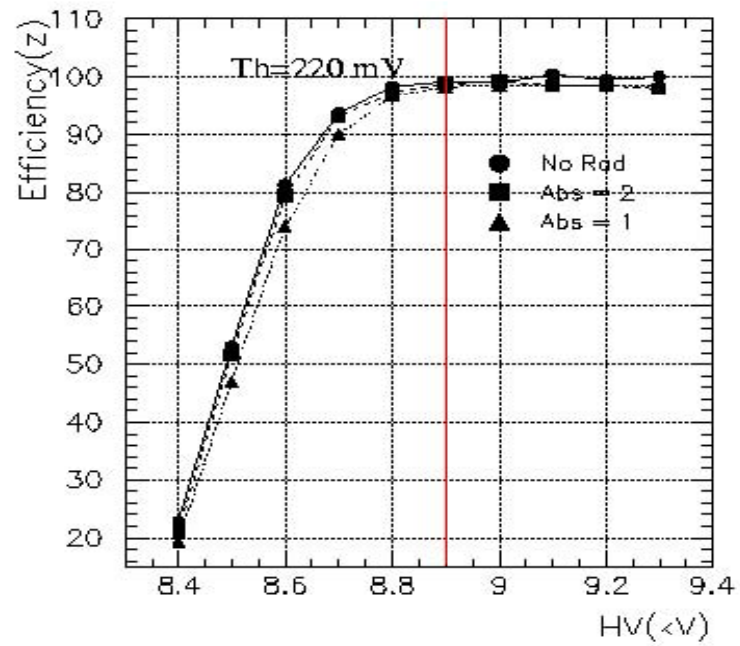




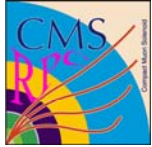
# Ефективност

ЦЕРН, 13-17 Октомври 2008

В. Генчев



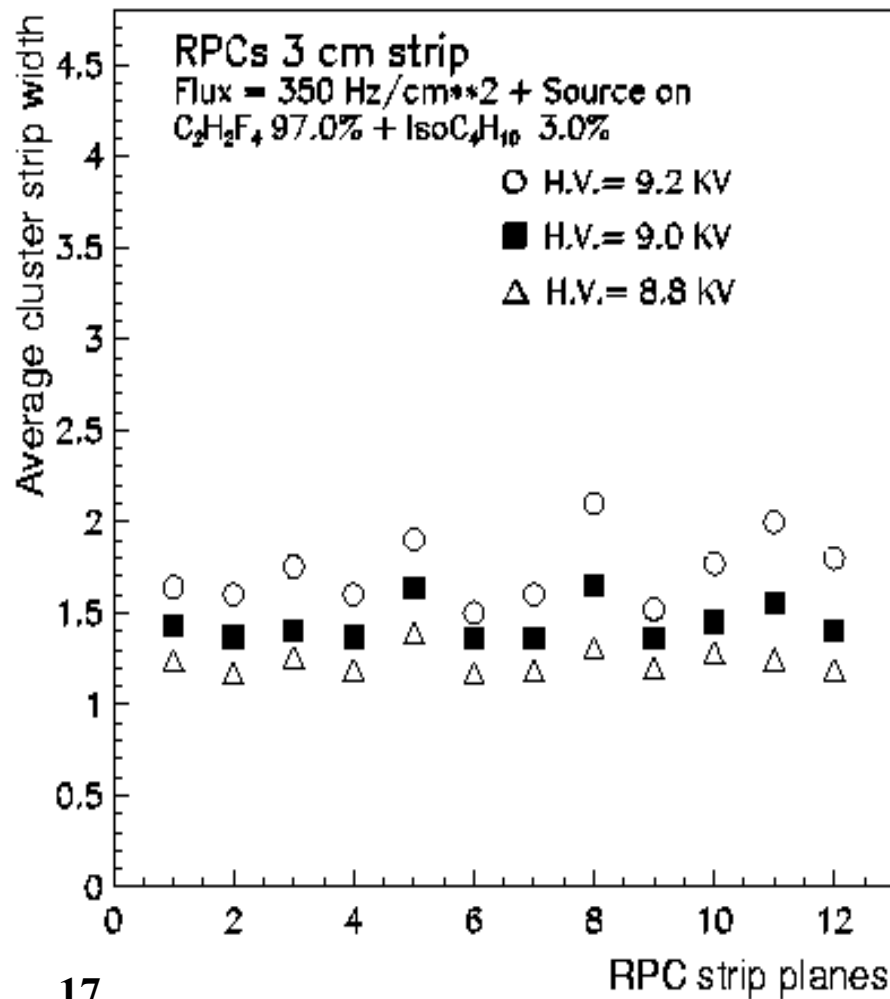




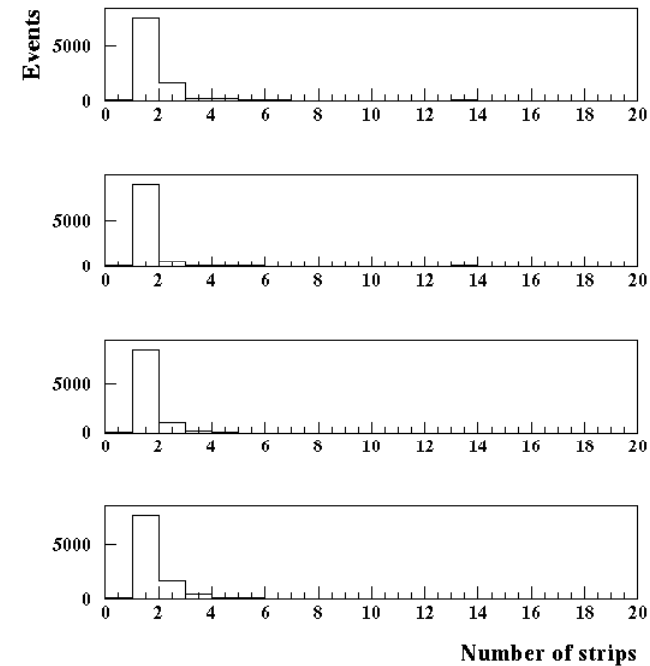
В. Генчев

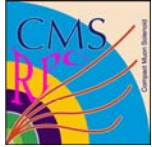
# Размер на кластерите

ЦЕРН, 13-17 Октомври 2008



## Разпределение на размера на кластерите при 9 kV.





В. Генчев

# Омасляване на бакелита

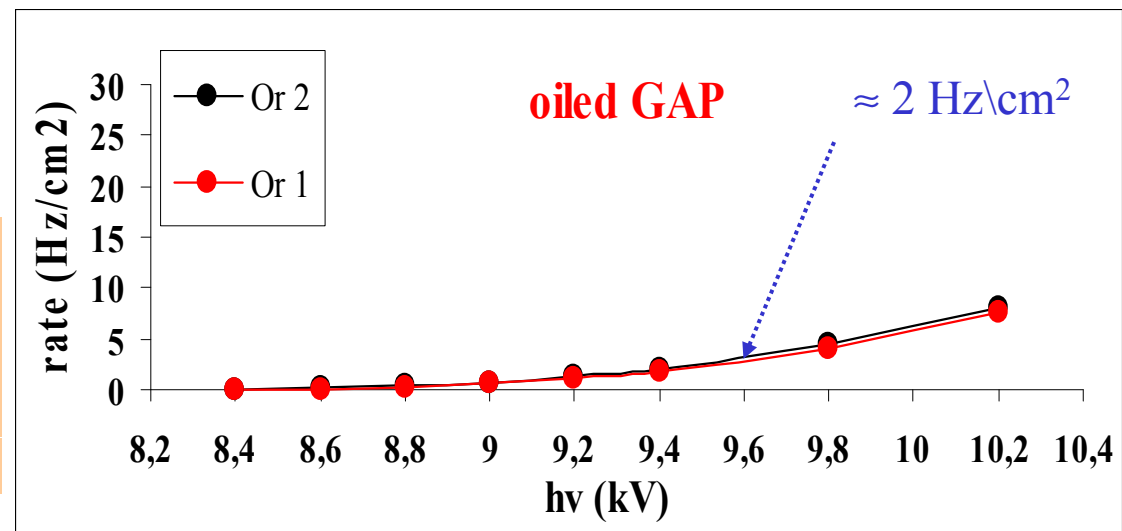
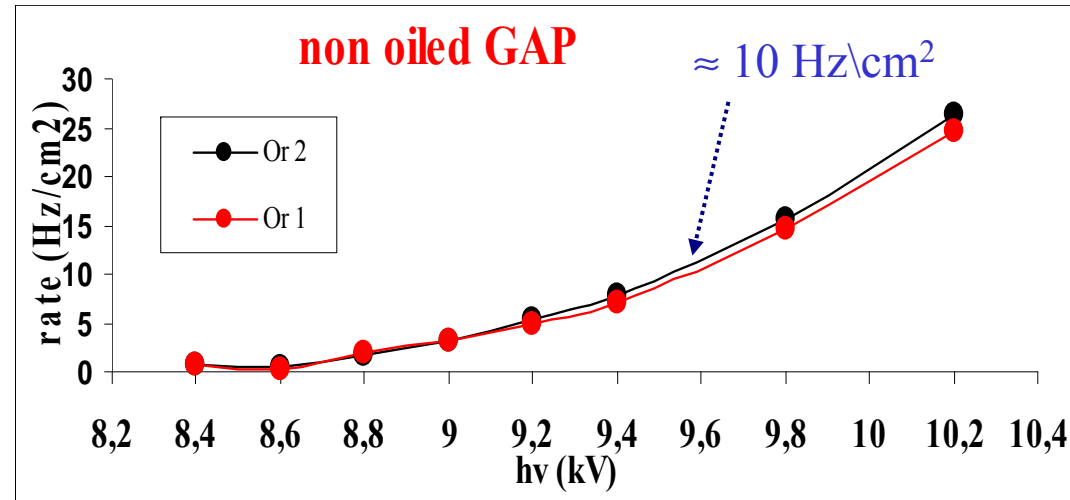
ЦЕРН, 13-17 Октомври 2008

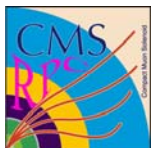
**1 процеп без омасляване**  
(Съпротивление:  $\approx 3.2 \times 10^9 \Omega \text{ cm}$ )

**1 процеп с омасляване**  
(Съпротивление:  $\approx 1.4 \times 10^{10} \Omega \text{ cm}$ )

Газова смес: 96.5%  $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$   
3.5%  $i\text{-C}_4\text{H}_{10}$

Намаляване на нивото на шума при омасляване на вътрешната повърхност с леноно масло .

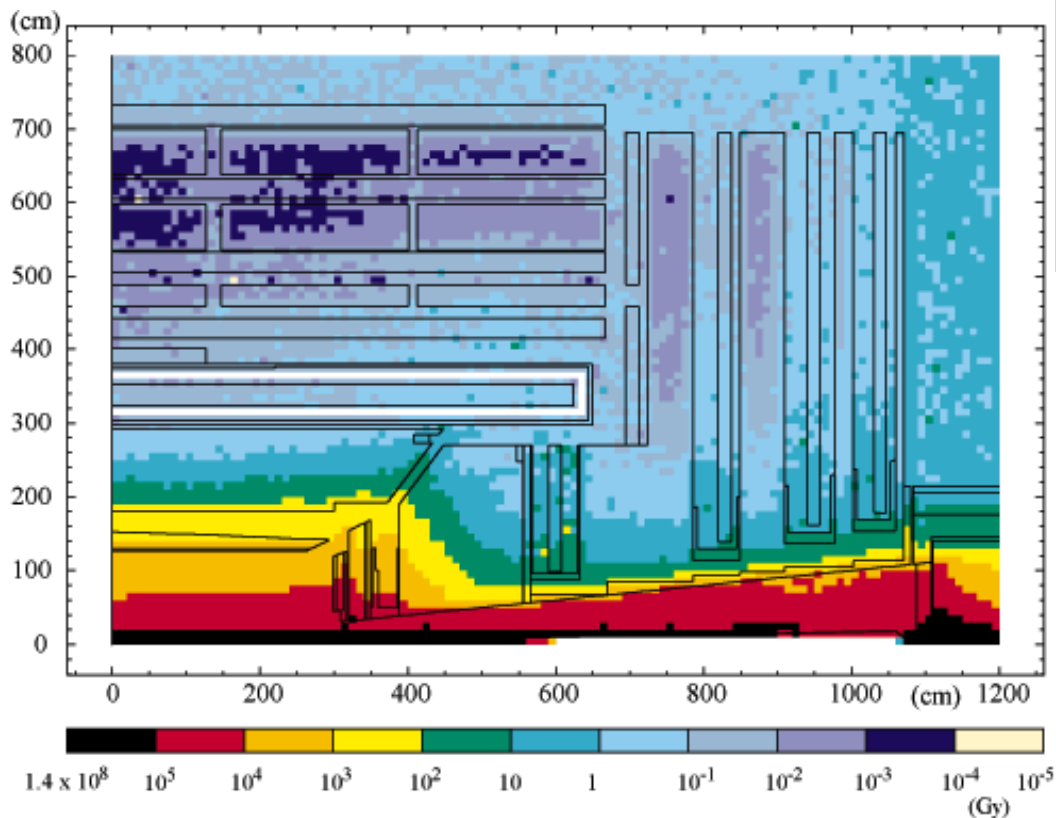




В. Генчев

# Сумарна доза и заряд

ЦЕРН, 13-17 Октомври 2008



Сумарният заряд натрупан в централната област от RPC е:

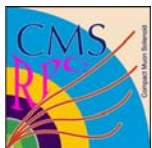
$$\langle q \rangle \cdot R_{\text{tot}} \cdot T_{\text{eff}} = 0.05 \text{ C/cm}^2\text{гар}$$

$R_{\text{tot}}$  = поток заредени частици

$$\langle q \rangle = 20 \text{ pC}$$

Сумарната доза за 10 години работа на LHC е под 1 Gy в централната и около 10 Gy в предните области.

Единица за абсорбирана доза :  
 1 Gy (Gray) = 1 joule/kg =  
 100 rad =  $6.24 \times 10^{12}$  MeV/kg



В. Генчев

## Облъчване с гамма

ЦЕРН, 13-17 Октомври 2008

$^{137}\text{Cs}$  g source,  $E_g = 0.667 \text{ MeV}$

Сумарна доза = 100 Gy

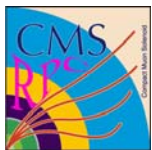
Сумарен заряд/процеп = 0.05 C/cm<sup>2</sup>

Сумарен поток = 1013 g/cm<sup>2</sup>

Мониториране на:

- ток
- шум
- ефективност
- брой сработвания

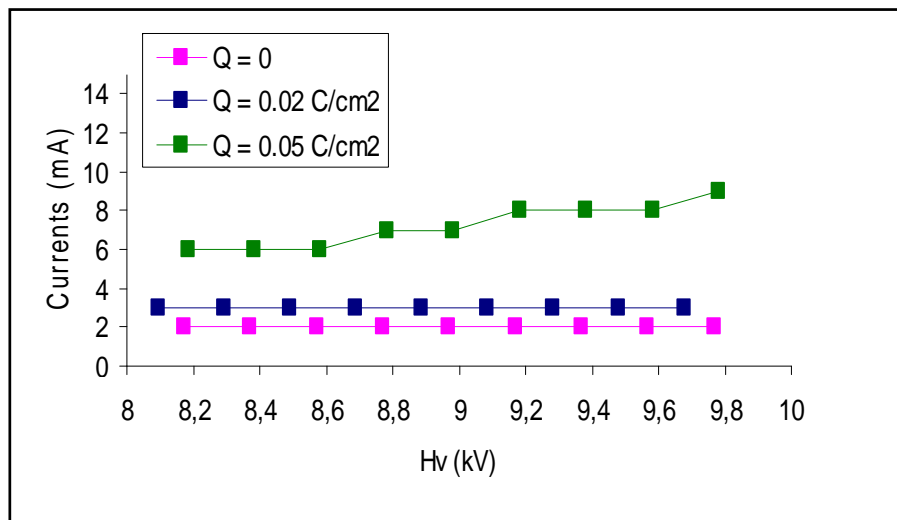
# Измерване	Доза (Gy)	Заряд (C/cm <sup>2</sup> gap)	
1	0	0	
2	30	0.02	
3	100	0.05	
4	100	0.05	Два месеца след облъчването



В. Генчев

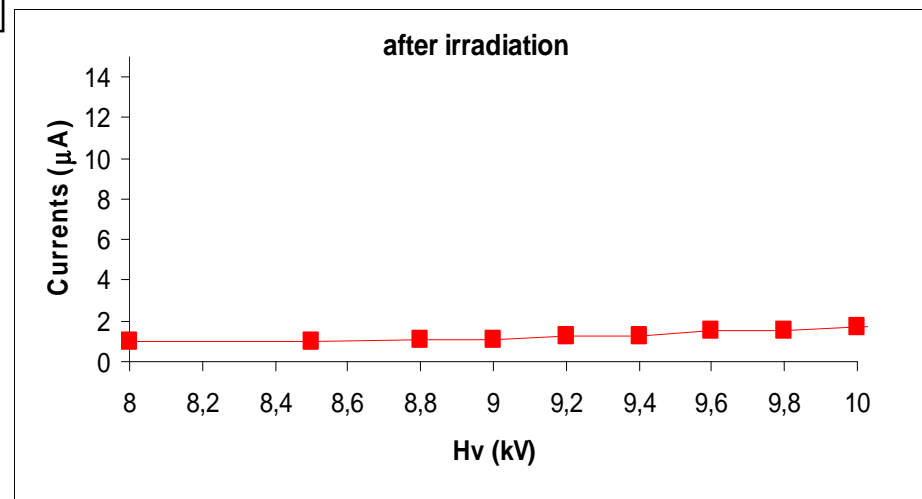
# Мониториране на тока

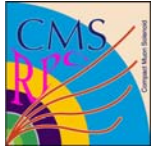
ЦЕРН, 13-17 Октомври 2008



Измерване на тока по време на облъчването (# 1, #2, #3).....

.... и след облъчването (#4)

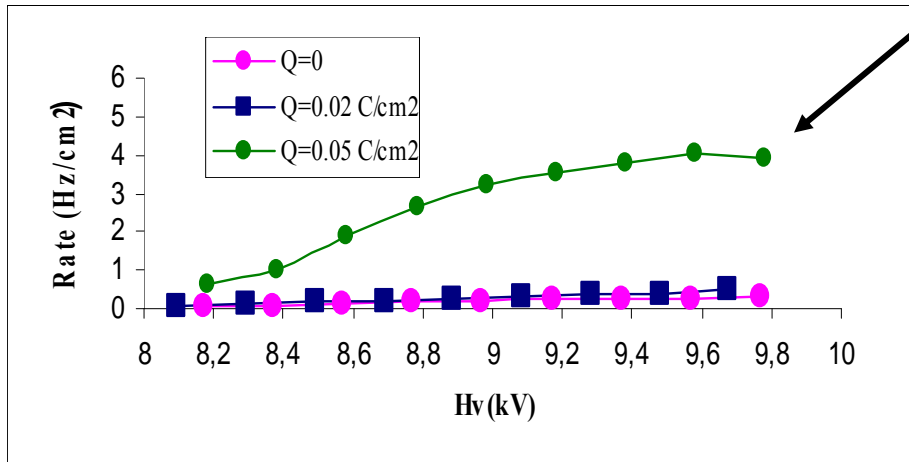




В. Генчев

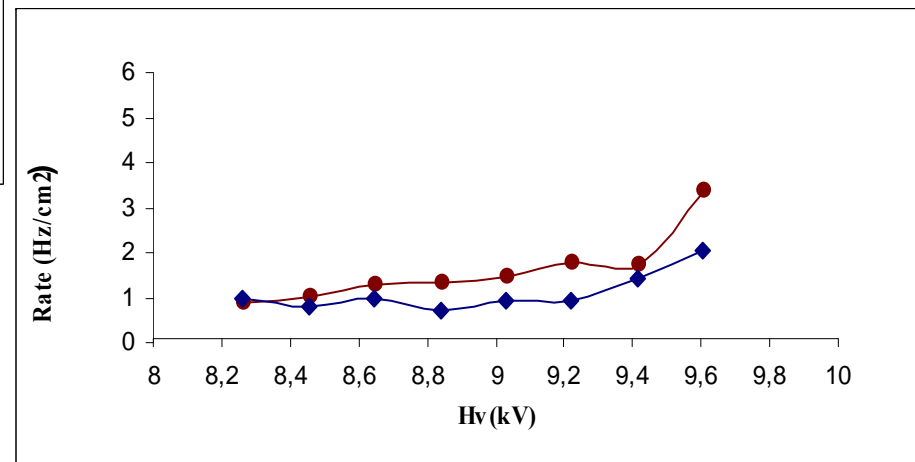
# Шум

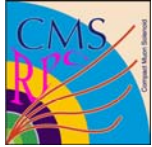
ЦЕРН, 13-17 Октомври 2008



Нарастване на шума по време на облъчване, но цтойността остава под  $5 \text{ Hz/cm}^2$ .

След облъчването (#4)

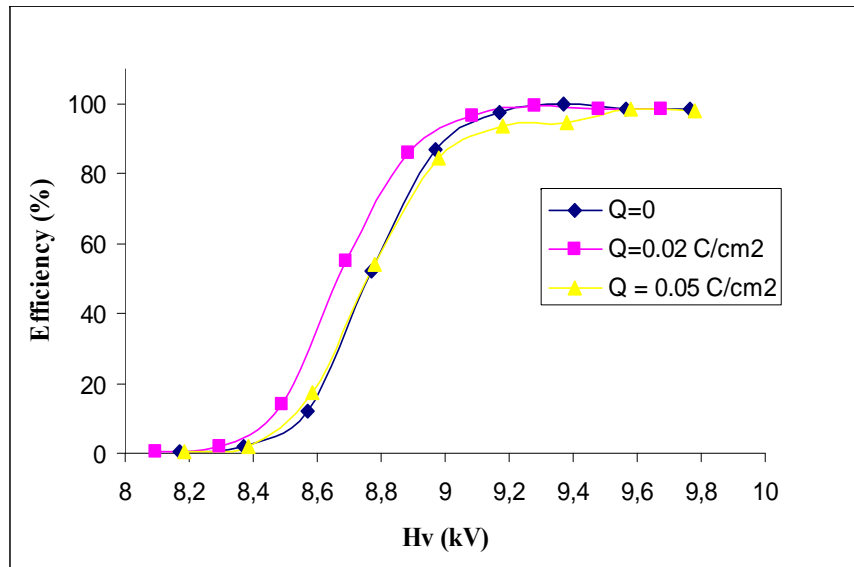




В. Генчев

# Ефективност

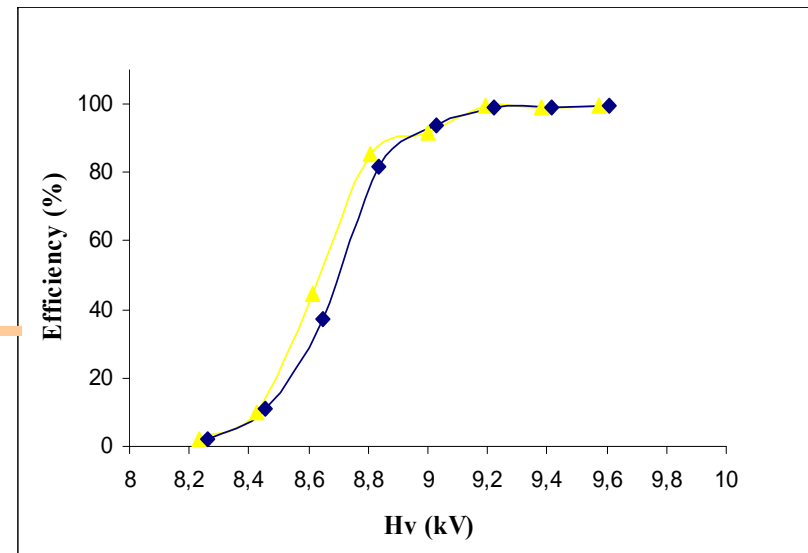
ЦЕРН, 13-17 Октомври 2008

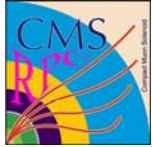


Ефективността на камерата бе измерена, използвайки мюонен тригер с космични лъчи (измервания # 1, #2, #3)...

...след облъчването (#4)

По време и след облъчване не се наблюдава различие в нивото на платото на ефективността.





В. Генчев

# Облъчване с неутрони

ЦЕРН, 13-17 Октомври 2008

$$20 \text{ MeV} < E_n < 60 \text{ MeV}$$

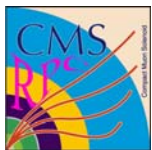
$$\phi = 8.15 \times 10^7 \text{ n/cm}^2 \text{ s при } 90 \text{ cm}$$

Очакван мах. поток за 10 години  
работа на LHC

$$Fn \approx 5 \times 10^{10} \text{ n/cm}^2$$

# измерване	доза (Gy)	заряд (C/cm <sup>2</sup> )	сумарен поток (n/cm <sup>2</sup> )
1	0	0	преди облъчване
2	50	0.002	10 <sup>12</sup>

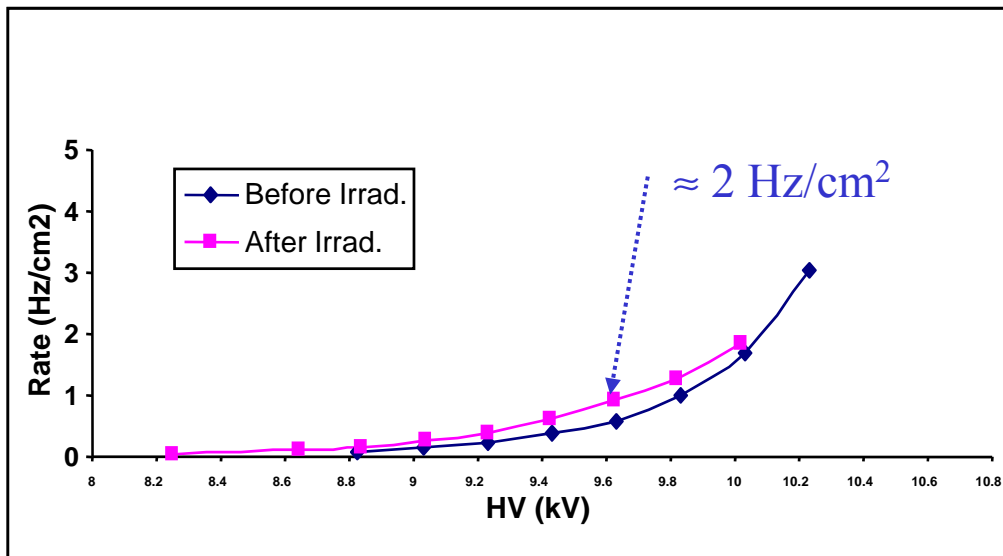




В. Генчев

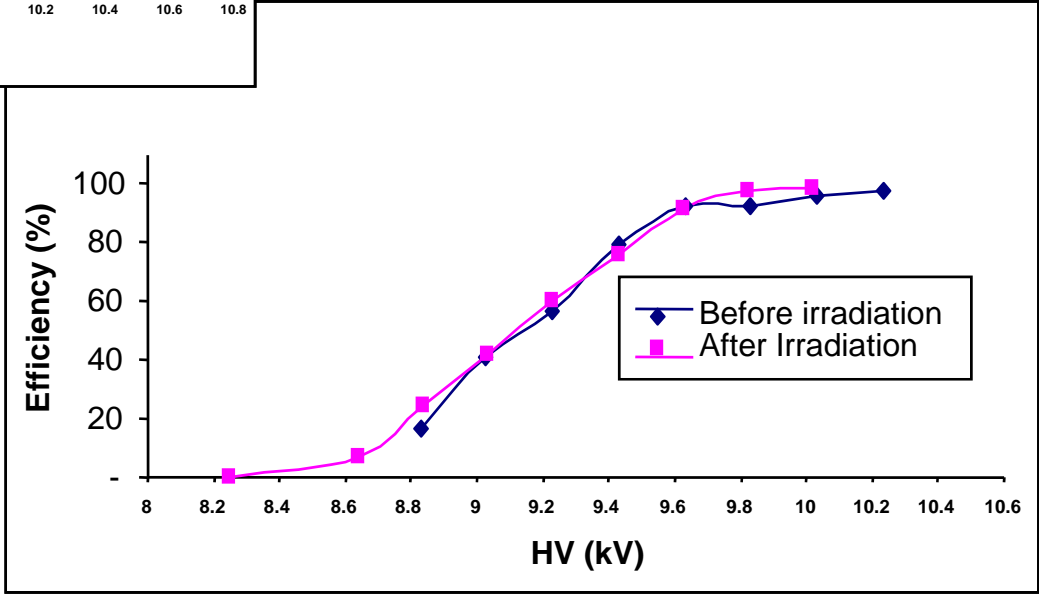
# Мониториране преди и след облъчване

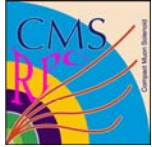
ЦЕРН, 13-17 Октомври 2008



Шум

Ефективност





В. Генчев

## Заключение

ЦЕРН, 13-17 Октомври 2008

**Резултатите от предварителните тестове на RPC камери потвърдиха, че избраната технология е адекватна на изискванията за работа в ЛНС условия.**

**Доза еквивалентна на 10 години работа на ЛНС бе акумулирана. Поведението на RPC камерите бе мониторирано в течение на няколко месеца.**

**Основните параметри след облъчването останаха почти без изменение през този период.**