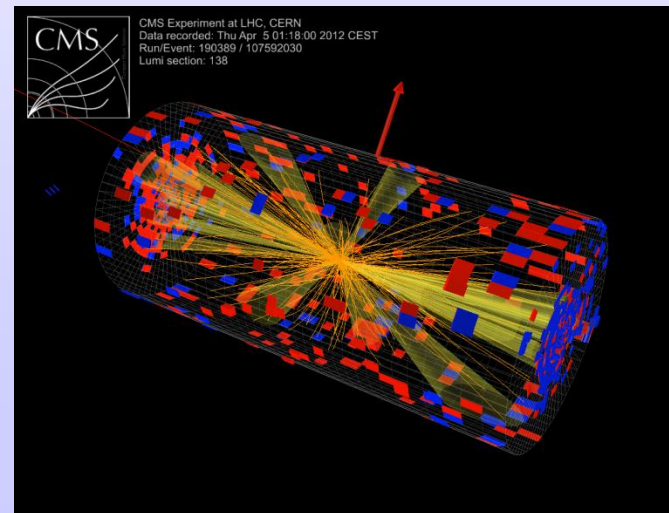


CMS

- a) Consuntivo 2011*
- b) Piani futuri*
- c) Sviluppo Tecnologico*

C.d.S – Pavia 30 Maggio 2012

Paolo Vitulo



✓ LHC

Fill 2670 Stable Beams Began at [2012.05.27 23:13:14 UTC](#)
Duration 01:14 (HH:MM) Ended at [2012.05.28 00:27:30 UTC](#)
Energy 4000 GeV Protons
InitialLumi 6658.457 E30 cm-2 sec-1
IntensityBeam1 2032.474 E11 nBunchesBeam1 1380
IntensityBeam2 2007.014 E11 nBunchesBeam2 1380
nCollidingBunches 1380
PeakLumi **6664.500 E30 cm-2 sec-1 (RECORD)**
DeliveredLumi 27.546 pb-1
RecordedLumi 26.464 pb-1
EfficiencyByLumi 96.072 %
EfficiencyByTime 100.000 %
CMS Runs 195099

✓ CMS

✓ RPC

Durante la presa dati 2011, le prestazioni del sistema RPC sono state molto soddisfacenti, sia per quel che riguarda le prestazioni del rivelatore che del sistema di trigger.

Il sistema ha operato senza problemi, mostrando un'ottima stabilità e un'alta efficienza di operazione.

Calibrazione del rivelatore: ottimizzazione del punto di lavoro.

Grazie alla elevata luminosità e al conseguente enorme numero di tracce di muoni, la comunità RPC ha potuto, per la prima volta, calibrare con grande precisione ogni singolo elemento del rivelatore (roll). Nel mese di Marzo, sono stati presi 9 run di calibrazione a tensioni diverse, per un totale di circa 7 milioni di eventi.

Obiettivo principale della calibrazione è lo studio dei parametri del rivelatore in funzione della tensione di lavoro.

Efficienza, cluster size e noise : misurati per ogni roll a diversi valori tensione, al fine di determinare il "migliore" punto di lavoro (WP).

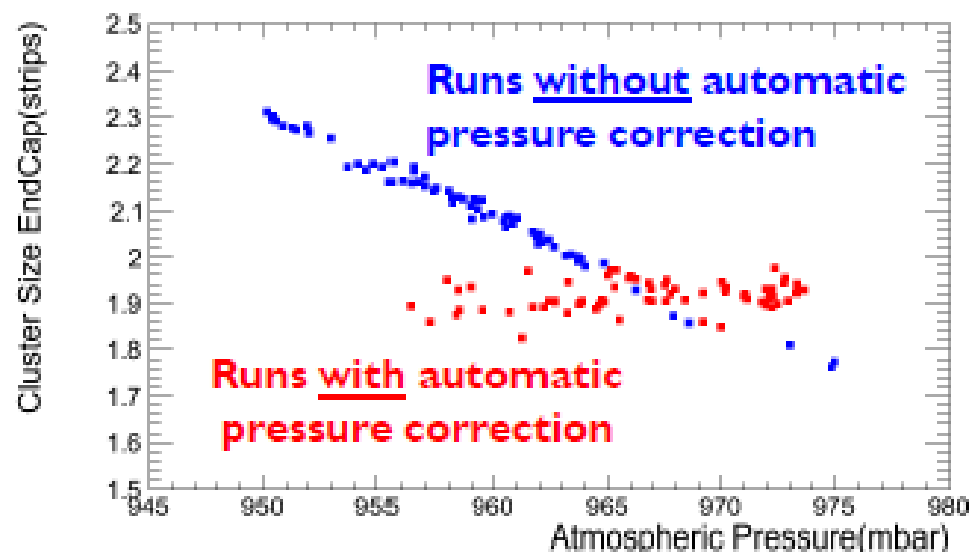
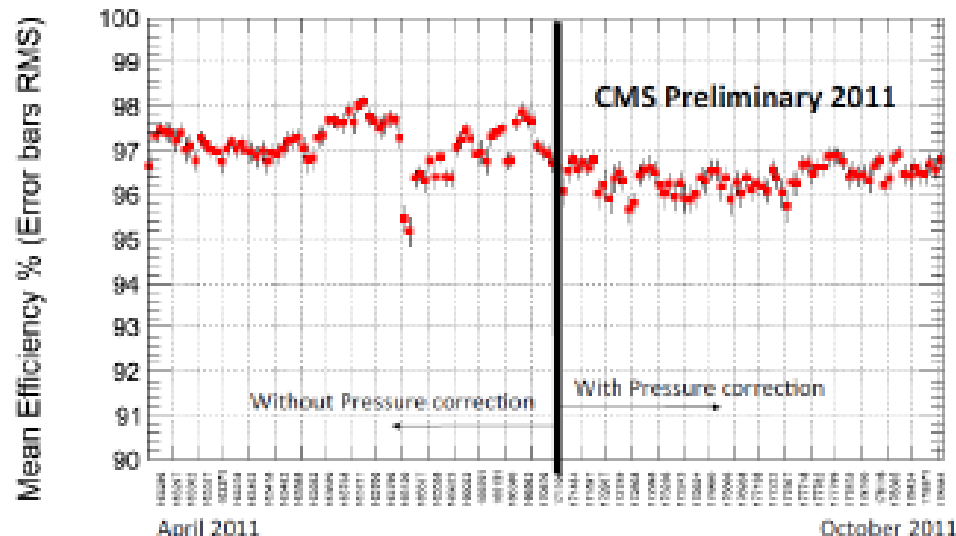
Nel 2011 il punto di lavoro (WP) è stato definito come il valore di tensione a cui l'efficienza è 95% (+ 150 V), per le camere nella regione in avanti (endcap) e come il valore di tensione a cui l'efficienza è 95% (+ 100 V) per quelle nella regione centrale (barrel). **L'efficienza media estrapolata al punto di lavoro è risultata essere superiore al 95% e la dimensione media della cluster size di circa 1,6.**

Da luglio 2011 il punto di lavoro, di ogni singola camera, viene **corretto, al variare della pressione atmosferica**, al fine di ridurre le fluttuazione di efficienza legate a detta variazione. Questa correzione ha comportato una diminuzione della fluttuazione media sull'efficienza dal 3,5% al 1,5%.

La calibrazione del rivelatore e la correzione della pressione che garantiscono stabilità ed elevata efficienza dei singoli elementi del sistema RPC.

Detector Stability

Since July 2011 automatic temperature and pressure corrections.



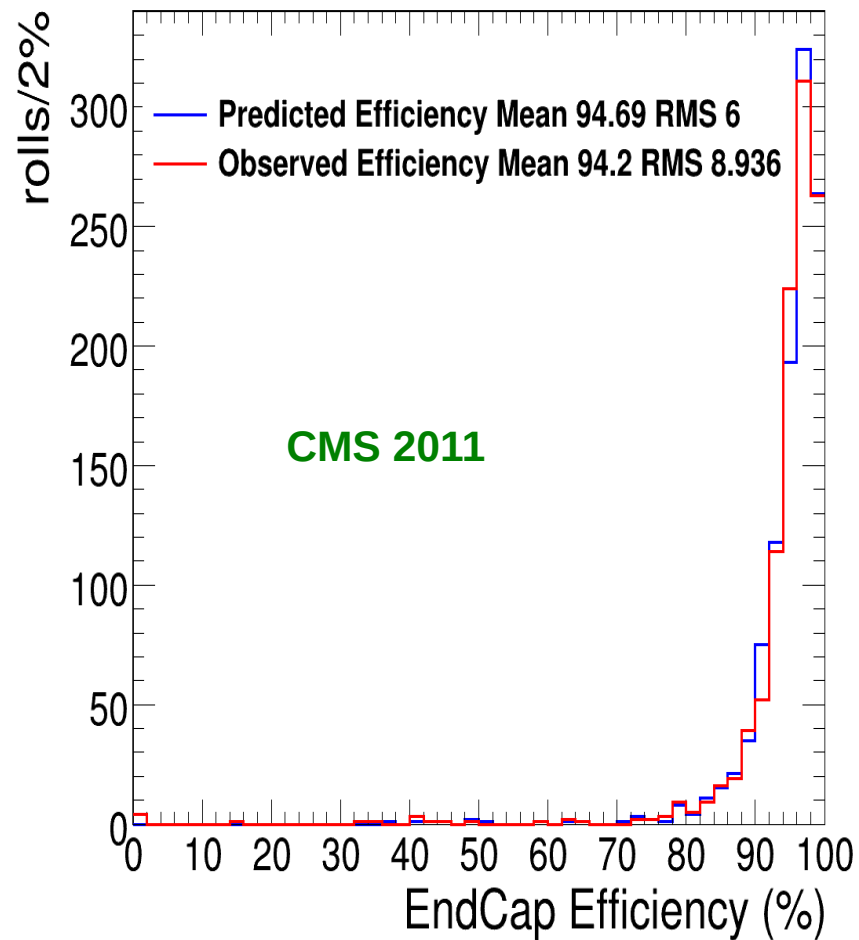
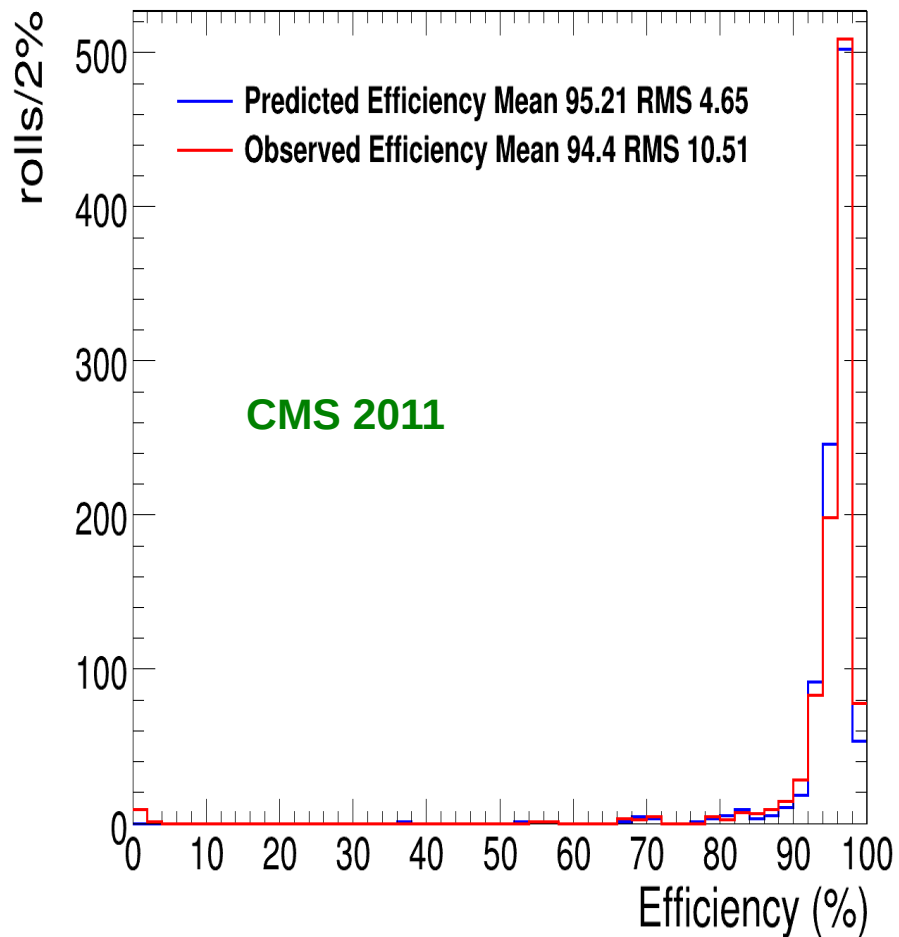
Variation of the environmental pressure P and the temperature T inside the CMS cavern used to rescale effective voltage (HV_{eff}):

$$HV_{\text{eff}}(P, T) = HV \cdot \frac{P_0}{P} \cdot \frac{T}{T_0}$$

reference values:

$P_0 = 965 \text{ mbar}$ and $T_0 = 293 \text{ K}$.

In 2011 proton-proton data, an increased stability, with reduced fluctuations is observed in cluster size and efficiency studies, after the correction is applied.



Configurazione del rivelatore e del trigger e nuovi strumenti di monitor.

Nel 2011 :

Rivelatori sconnessi è passato da 6 a 8, $\rightarrow$ 0,8% del sistema completo

Rivelatori in singola gap 28 $\rightarrow$ 31 e sono principalmente dislocate nella regione endcap.

La maggior parte delle camere problematiche presentano mal connessioni al sistema di alta tensione (cavi, connettori) nella zona UXC e quindi non accessibile.

Questi problemi possono essere eventualmente risolti solo durante il Lungo Shutdown 2013-2014.

Il 98,4% dei canali elettronici è stato stabilmente operativo durante il 2011.

Due importanti aggiornamenti sono stati realizzati nella configurazione dell'algoritmo di trigger .

Un candidato muone è selezionato nel barrel con una **logica di 3 piani su 6** e non più 4 su 4 come era nel 2010. Questo miglioramento ha portato a un aumento nell'efficienza di trigger nella regione del barrel di qualche per cento. Lo scopo della seconda modifica nell'algoritmo di trigger (applicato alla fine maggio 2011) è di selezionare particelle "lente" (HSCP), che raggiungono il sistema muoni nei bunch crossing successivi all'interazione. **L'algoritmo cerca la presenza di segnale in 2 bunch crossing consecutivi.**

A fine ottobre 2011 è stata rilasciata una nuova versione di **WBM (Web Based Monitor)**, che è una piattaforma software che consente di **accedere a tutti i database online di CMS** e di **pubblicare risultati e plot su pagine WEB**. Grazie al WBM possiamo oggi controllare tutti i parametri più importanti del sistema, sia run per run sia in una fissata finestra temporale. Essa include molti nuovi grafici di sintesi che consentono di controllare il sistema in particolare corrente, livello di rumore, parametri del gas e gli andamenti dei parametri ambientali

($\leftarrow$ **Umberto Berzano**)

RPC/Run_Validation
/Rate_Rolls_runrange.templateRPC/Run_Validation
/HV_Current_Barrel.template

RPC/Run_Validation/HV_Current_Barrel.template

► Template description

▼ Download All Go!

Single Matrix All

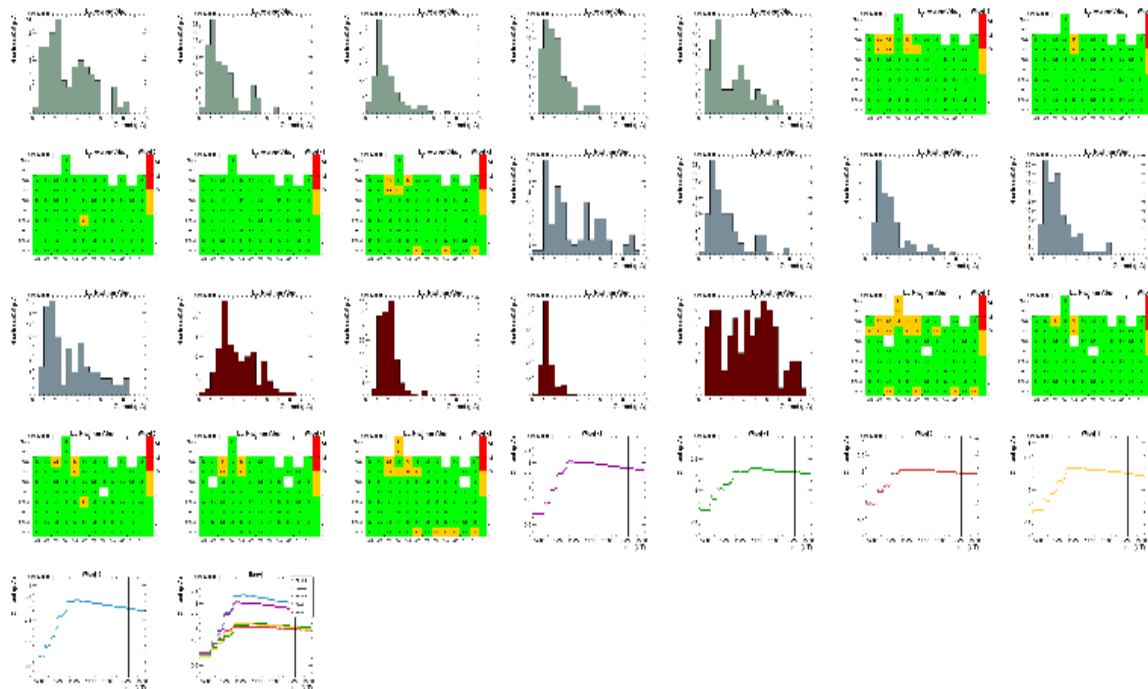
☒ tar☐ tar.gz☐ zip Print Page

.template file

Download root file

☒ convert

pdf ▼



Presa dati e prestazioni:

L'efficienza di rivelazione media nel 2011 è stata di circa 95% e la dimensione media dei **cluster di hit è stata di circa 1.6**, in linea con i valori ottenuti durante la fase di calibrazione realizzata all'inizio della presa dati, confermando la stabilità delle prestazioni per tutto l'anno.

La perdita di dati globale causata dagli RPC è stata di circa 0,37%, corrispondente a 19 pb-1.

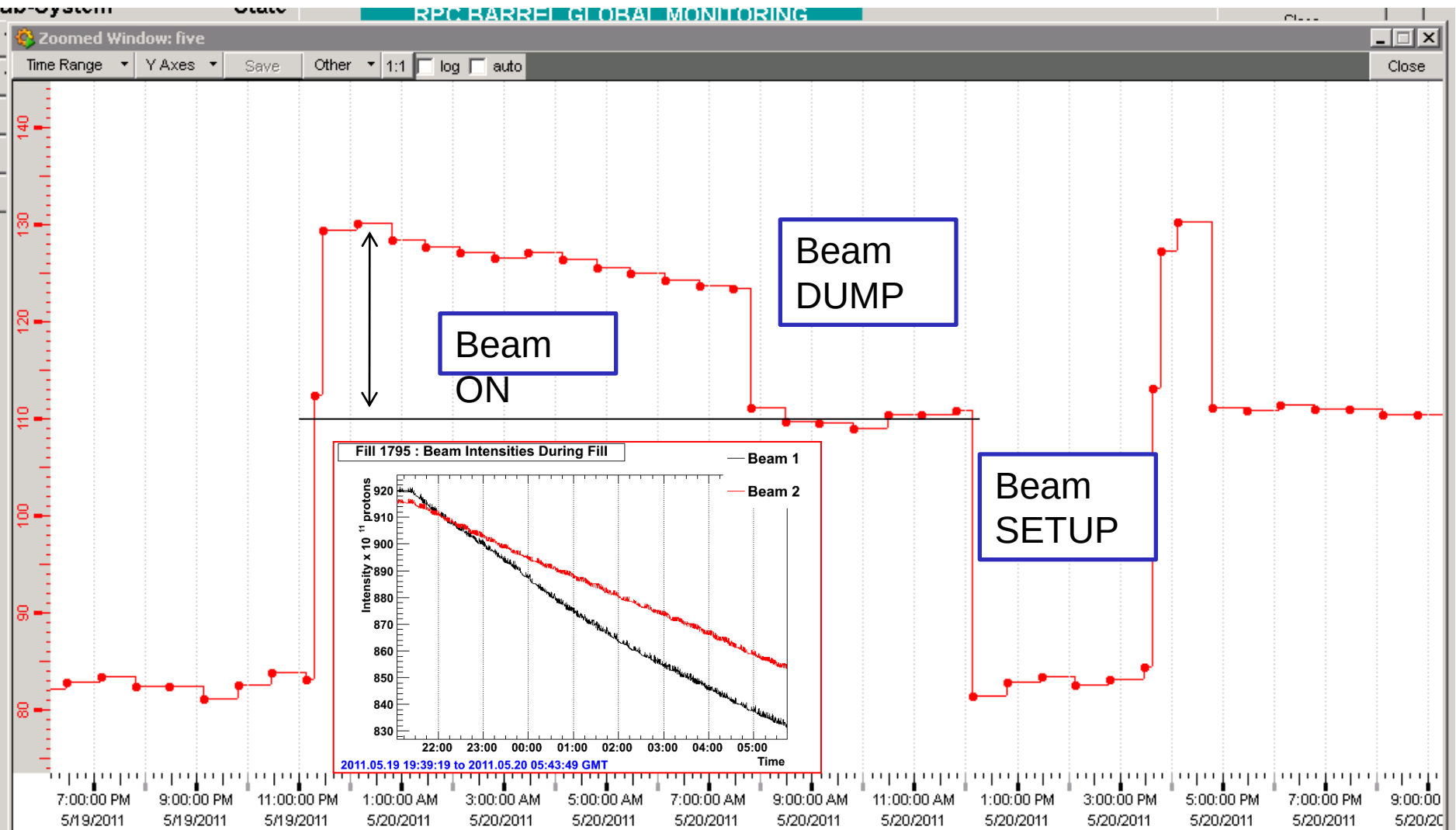
Il livello di rumore e la corrente del rivelatore hanno mostrato nel 2011 una dipendenza lineare in funzione della luminosità.

I valori massimi di tali grandezze raggiunti per lo più nei dischi esterni sono stati rispettivamente 1,3 Hz/ cm² e 10 uA per camera.

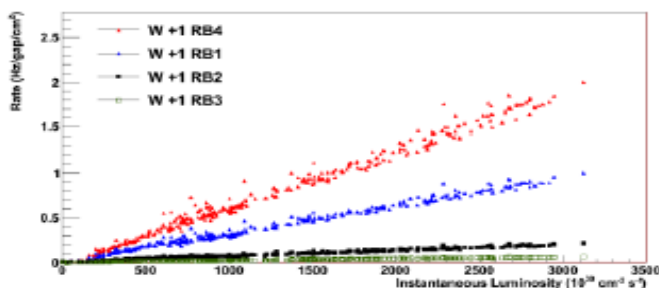
Mentre i valori medi del rumore intrinseco e della corrente di buio, valori misurati in operazione senza fascio, sono rimasti stabili rispettivamente a 0,1 Hz/cm² e 1 uA.

L'estrapolazione a luminosità di 10³⁴ cm⁻² s⁻¹ mostra che tutti gli RPC opereranno in condizioni di corrente e rumore molto inferiori rispetto alle previsioni teoriche iniziali di 100 uA e 100 Hz/cm².

Beam transition with the total current (ex. W0)

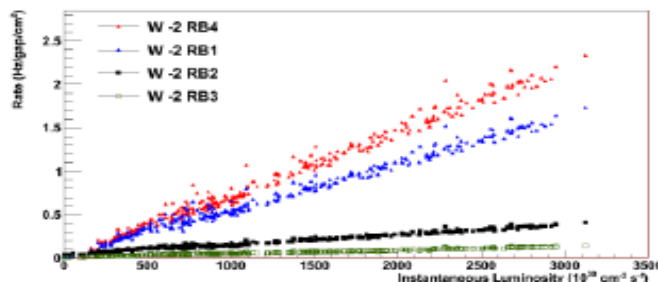


Radial distribution of the background in the Barrel

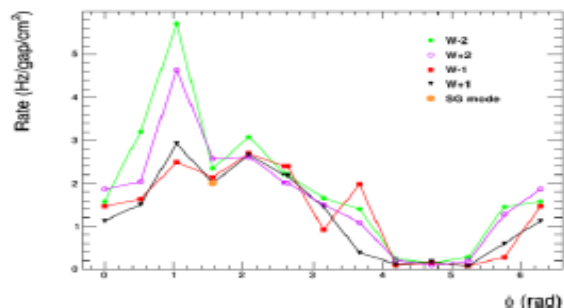


Background rate as function of the instantaneous luminosity, for four stations in Wheel+1 and Wheel-2. Outer station affected mainly by neutron background, inner station mainly by particles coming from the vertex.

The dependence between the background rate and luminosity is found to be linear, and linear extrapolation is used to obtain the RPC rates at luminosity $10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$. The extrapolation gives $\sim 6 \text{ Hz/cm}^2$ as average for the system at that luminosity.

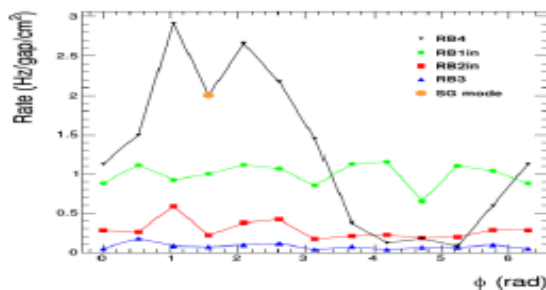


Angular distribution of the background in the Barrel



Background rate vs azimuthal angle for different Barrel stations of Wheel+1. The asymmetry between top and bottom sectors is evident for station RB4. The run number used for both plots is 180250 as run with highest instantaneous luminosity value.

Background rate on the Barrel station RB4 for +/- wheels. Due to the shielding of the cavern floor the bottom sectors are less affected by neutrons. The plot on the left emphasizes on the top-bottom asymmetry in station RB4.



→ Contributo di Michele Gabusi (Dottorando) che fa parte di un gruppo di studio della RPC Rate (vs Luminosity, Background)

Allo studio: monitor di luminosità con RPC

Estrapolazione lineare a $10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$: 6 Hz/cm^2

Tesi in cotutela con UCL (Lovanio, Belgio)

→ Giacomo Bruno
→ Davide Pagano

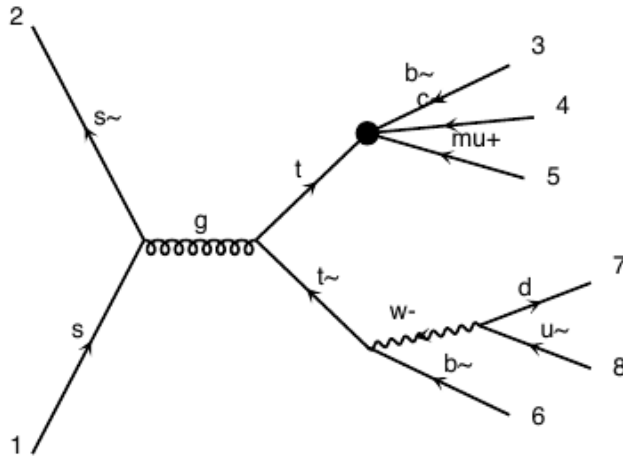


Baryon number violation at the LHC: the top option

Zhe Dong^a, Gauthier Durieux^b, Jean-Marc Gérard^b, Tao Han^a, Fabio Maltoni^b^aDepartment of Physics, University of Wisconsin, Madison, WI 53706, USA^bCentre for Cosmology, Particle Physics and Phenomenology (CP3),

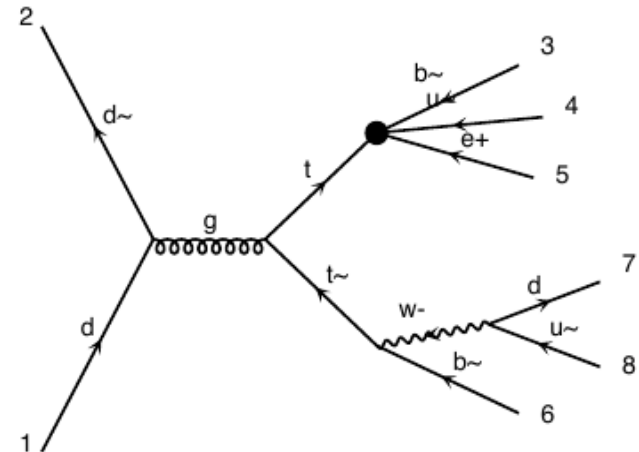
Université catholique de Louvain, Chemin du Cyclotron 2, B-1348 Louvain-la-Neuve, Belgium

(Dated: 19 July 2011)



$$gg(q\bar{q}) \rightarrow t\bar{t} \rightarrow \mu^- c b b j j$$

$$gg(q\bar{q}) \rightarrow t\bar{t} \rightarrow \mu^+ \bar{c} b \bar{b} j j$$



$$gg(q\bar{q}) \rightarrow t\bar{t} \rightarrow e^- \bar{u} b b j j$$

$$gg(q\bar{q}) \rightarrow t\bar{t} \rightarrow e^+ u \bar{b} \bar{b} j j$$

Acknowledgements

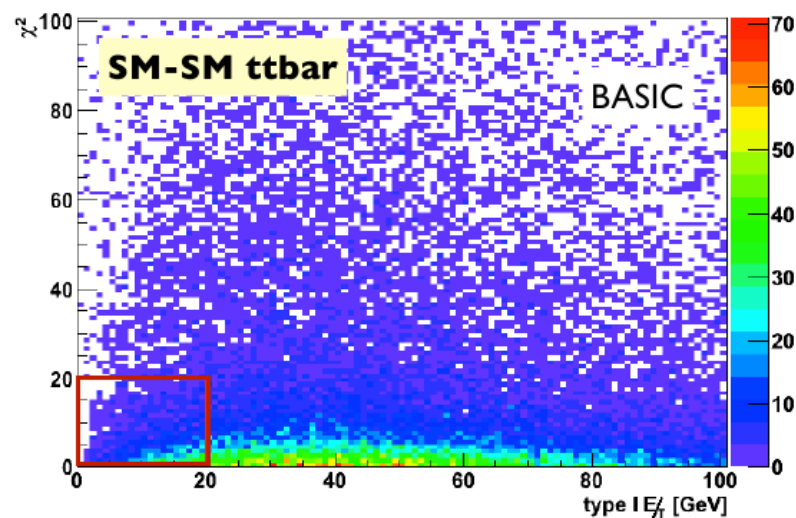
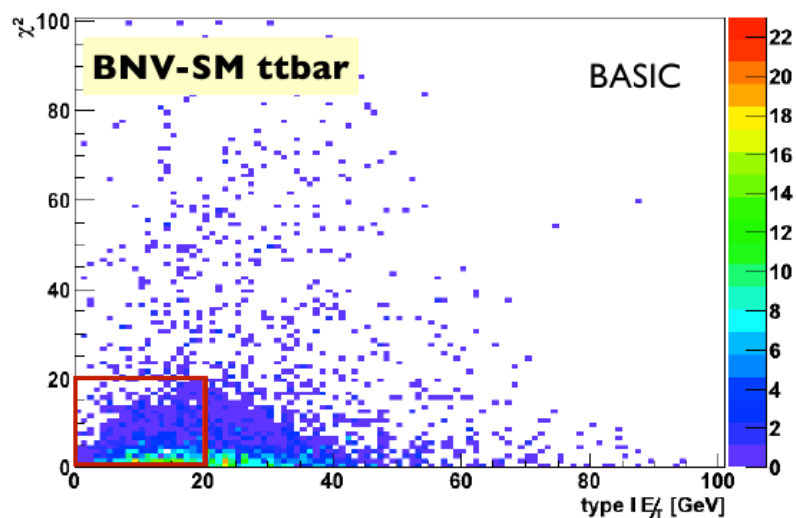
We thank Giacomo Bruno, Michele Gabusi and Davide Pagano for very enjoyable and stimulating discussions on promising BNV signatures at the LHC, Christopher Smith and Pavel Fileviez Perez for insights on the flavor aspects of nucleon decays. This research has been supported in part by the U.S. Department of Energy under grant No. DE-FG02-95ER40896, by the Belgian IAP Program BELSPO P6/11-P and by the IISN

Analisi fatta con i dati 2011
a $\sqrt{s} = 7$ TeV
(Luminosità Integrata: 4.98 fb⁻¹)

Cut strategy

Absence of large MET fundamental feature of this analysis

Check of compatibility with the final states produced by tt events
SM-BNV (where SM is fully hadronic decay of top (through X^2))



$$\chi^2 = \sum_i \frac{(x_i - \bar{x}_i)^2}{\sigma_i^2} \leftarrow \begin{array}{l} \text{W mass} \\ \text{Had top mass} \\ \text{BNV top mass} \end{array}$$

Counting experiment analysis

(no evident deviations from SM shape – further checks foreseen for 2012 data)

Progetto di consolidamento: up-scope

CMS RPC progettato per avere **6 strati concentrici di camere nella parte centrale** (barrel) e **4 strati nella zona in avanti** (endcap) per coprire una rapidità fino a $|\eta| = 2.1$.

Problemi di finanziamento → solo 3 strati dei 4 previsti sono stati costruiti nell' endcap consentendo solo una limitata copertura in rapidità (fino a $|\eta| = 1.6$).

Il completamento del sistema di RPC in avanti, con l'installazione del quarto strato (RE4) è quindi un'attività prioritaria per il lungo periodo di stop di LHC previsto nell'intervallo 2013-2014.

Il quarto strato è composto da due anelli concentrici (RE4 / 2 e RE4 / 3) ***di RPC***.

Il numero totale di camere necessari è 144 (più un percentuale di contingenza).

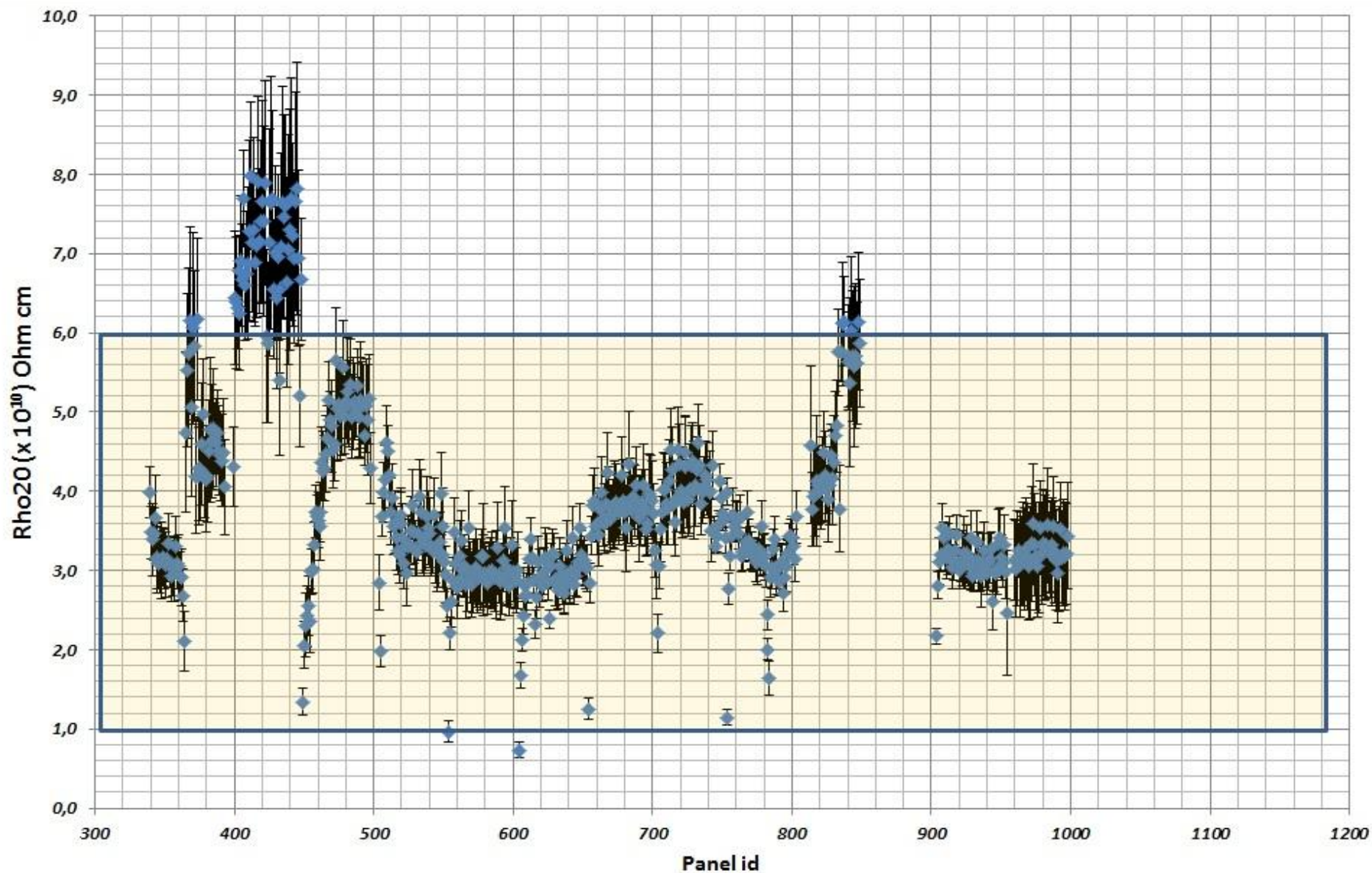
Nel 2011 il gruppo RPC ha portato a termine il progetto, la sua organizzazione e pianificato le fasi delle attività.

Il Design Review Engineering (EDR), che si è tenuto il 24 novembre 2011, è stato valutato molto positivamente da referee interni ed esterni alla collaborazione.

Le attività seguono perfettamente i tempi previsti. **La prima serie di lastre di HPL sono state prodotte in Italia, qualificata dal gruppo di Pavia, e consegnata in Corea a fine 2011.**

La Corea produrrà le 660 gap di gas necessarie. Il suo centro di produzione è stato completato a metà 2011: dovranno produrre 30 gaps entro marzo 2012 e inviarle ai tre siti di costruzione delle camere (Ghent, Mumbai / Chandigarh e CERN).

Pavia Measurements on HPL – Accepted Batches.



Multigap RPC time resolution to 511 keV annihilation photons

G. Belli, M. Gabusi, R. Nardò, G. Musitelli, A. Tamborini, PV

Multigap Resistive Plate Counters (MRPCs) were used to investigate their time resolution to 511 keV gamma rays in view of possible biomedical applications such as Time-of-Flight Positron Emission Tomography (ToF-PET). Time-of-Flight information of annihilation gamma rays has been measured using a ^{22}Na source.

Time of Flight

Time-of-Flight information refers to the possibility of measuring the time arrival difference of the two coincidence photons.

Why is ToF measurement important?

- Reduction of the coincidence time window between two detectors.
- Improvement in the Signal-to-Noise Ratio (SNR) that correspond to a sensitivity increase (the sensitivity is the number of events detected by the whole apparatus per unit of radioactive concentration in the subject).
- Faster convergence of reconstruction algorithms [1].

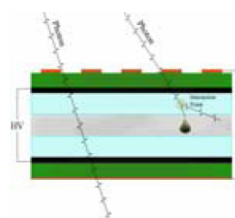
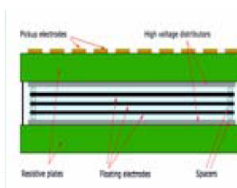
$$\frac{S}{N_{\text{gain}}} = \frac{S/N_{\text{TOF}}}{S/N_{\text{NON-TOF}}} = \sqrt{\frac{D}{\Delta x}} = \sqrt{\frac{2D}{c\Delta t}}$$

$$G_{\text{Sensitivity}} = \alpha \frac{2D}{c\Delta t}$$

D = dimension of the object to be imaged; c = light velocity;
 Δt = time resolution; α = coefficient related to the image reconstruction algorithm

What is an MRPC?

The Multigap Resistive Plate Counters (MRPCs) are gaseous devices [2] traditionally used for charged-particles detection in high-energy physics. They are made by a stack of resistive glass planes, separated by insulating spacers and kept electrically floating. These are enclosed between two resistive plates. The high voltage (HV) is applied through semiconducting material. Gaps (200 to 300 μm wide) are filled with an appropriate gas mixture.



Photon Detection: When a photon enters the detector it undergoes compton/photoelectric/pair interaction into the resistive layers [3]. The produced photoelectrons reach the gas gap and start the ionization process and the development of an avalanche.

The motion of this charge cloud induces a current signal on the external pickup electrodes.

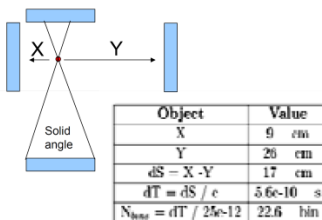
Hardware & Experimental Setup



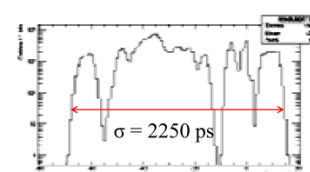
- 5 glasses (200 x 100 mm² area and 400 μm thickness) that defines 4 gaps.
- Gas mixture [$i\text{-C}_4\text{H}_{10}$ (5%), SF_6 (10%), $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$ (85%)].
- The high voltage (15 kV) is applied through a thin (about 70 μm thickness) resistive film.
- Readout performed by 16 copper pads (1.6 x 1.6 cm²).



- Four detectors (2 pairs of faced detectors).
- The ^{22}Na source decays into a positron. The annihilation collinear photons reaches the detectors: if the gamma pair is detected in coincidence a Line Of Response (LOR) is reconstructed. Since the source was placed 7 cm far from the midpoint of the distance $X+Y$, the arrival time difference between the two photons is around 0.56 ns.
- Custom made electronic provides signal amplification and discrimination.



Electronic Resolution



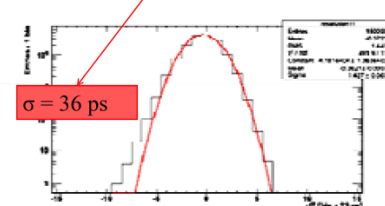
16 readout channels

The transmission of the same pulse to each electronic chain undergoes different delays.

Time resolution for electronic

A measurement of the intrinsic delay (Δt_j) for each channel j with respect to a reference channel (t_{ref}) is required.

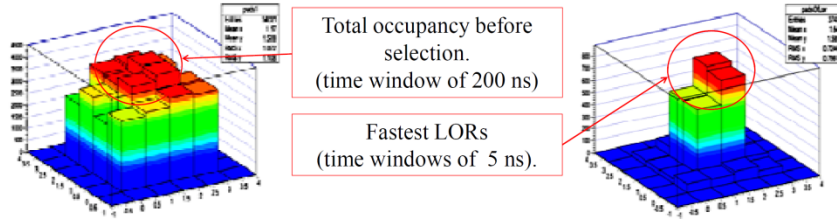
$$\Delta t_j = t_j - t_{\text{ref}}$$



Experimental Results & Simulations

To filter the signal from the noise, we have to determine for each **event** the LORs associated to a pair of detectors, using the information on **Time Of Flight**.

OCCUPANCY

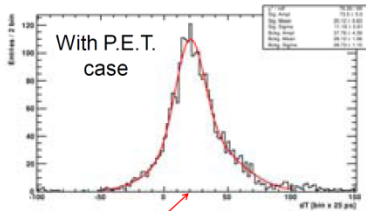


Structure of hits according to the solid angle covered by the source.

SIMULATION

A Geant4 simulation of the whole experimental setup with and without PET case has been performed to estimate background and signal shapes.

A gaussian distribution has been assumed both as a rough approximation of the detectors ($\sigma = 5$ bins) and electronic response ($\sigma = 2$ bins). Representative values of MRPC time resolution (as reported in []) have been assumed.

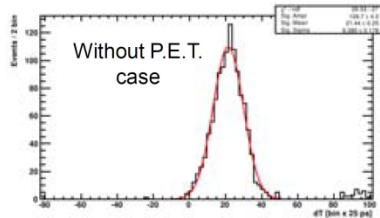


$$t_i = \text{Gaus}(t_i^*, 5)$$

$$dT = \text{Gaus}(t_1, 2) - \text{Gaus}(t_2, 2)$$

$$dT_{\text{Meas}} = \text{Gaus}(dT, 2)$$

Data distribution is modeled with two gaussians. Signal peak is located approximately around the 21st bin.



The calculated time resolution for the full apparatus is slightly worsen by the background scattering due to the surrounding PET case (10.5 bin).

RESULTS

The goal of our work is to determine the time resolution of a system of 4 detectors. For each pair of detectors we measured the arrival time difference dT of the two photons [4,5].

During the analysis we reconstructed all the LORs associated to the hits of both detector of the two couples and selected the fastest ones (i.e. with a dT included in a fixed time gate).

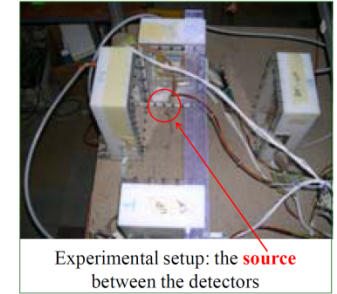
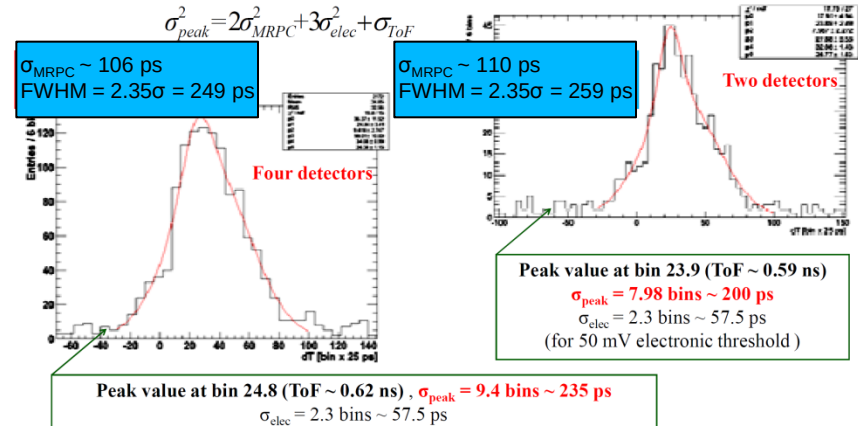
$$dT_{\text{Meas}} = t_1 - t_2 = (t_1^* - \Delta t_1) - (t_2^* - \Delta t_2) = (t_1^* - t_2^*) + (\Delta t_1 - \Delta t_2)$$

Due to the source position, the time difference of the paths of the pairs of photons is approximately:

$$\Delta t = t_2 - t_1 \approx \frac{(26-9)}{3 \times 10^8} \approx 0.56 \text{ ns}$$

The signal and noise were fitted with two superimposed gaussians. In spite of the low contrast between peak and background, this fit allows to identify a peak with mean $\mu \sim 23$ bin (**1 bin = 25 ps**)

The sigma of the fitting curve (σ_{peak}) contains the time resolution of one MRPC (σ_{MRPC}), the contribution from the electronic (σ_{elec}) and from the source position (σ_{ToF}).



References

- [1] William W. Moses, **Recent advances and future advances in time-of-flight PET**, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 580 (2007) 919 - 924.
- [2] E. Cerron Zeballos et al., **A new type of resistive plate chamber: The multigap, RPC**, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 374 (1996) 132 - 135.
- [3] M. Couceiro, A. Blanco et al, **RPC - PET: Status and perspectives**, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 580 (2007) 915 - 918.
- [4] A. Blanco et al., **Single-gap timing RPCs with bidimensional position-sensitive readout for very accurate TOF systems**, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 508 (2003) 70 - 74.
- [5] L. Lopes, A. Pereira, P. Fonte, R. Ferreira Marques, **Accurate timing of gamma rays with high-rate Resistive Plate Chambers**, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 573 (2007) 4 - 7.