

Desarrollo de un sistema de disparo para el experimento MPD-NICA del JINR

Heber Zepeda-Fernández
CINVESTAV-IPN

Reunión General de la RED-FAE 2017

September 28, 2017



Contenido

- 1 NICA-JINR
- 2 Beam Monitoring Detector (BMD)
- 3 BMD: Resultados de simulación
- 4 BMD: Resultados del prototipo
- 5 Conclusiones



“Joint Institute for Nuclear Research” (JINR), Dubna, Russia (1956).



“Joint Institute for Nuclear Research” (JINR), Dubna,
Russia (1956).

104 Резерфордий Rf [261] Rutherfordium	105 Дубний Db [262] Dubnium	106 Сиборгий Sg [266] Seaborgium
114 Флеровий Fl [287] Flerovium	115	116 Ливерморий Lv [291] Livermorium



“Joint Institute for Nuclear Research” (JINR), Dubna, Rusia (1956).

Elementos descubiertos en el JINR

- 1966 - Nobelium: 102
- 1970 - Dubnium: 104
- 1999-2005
 - Nihonium: 113.
 - Flevorium: 114.
 - Moscovium: 115.
 - Livermorium: 116.
 - Oganesson: 118.
- Identificación química de Copernicium: 112.
- Sintetización de Tennessine: 117.



“Joint Institute for Nuclear Research” (JINR), Dubna, Rusia (1956).

Áreas de investigación:

- Física Teórica.
- Física de partícula elementales.
- Física Nuclear Relativista.
- Física de Iones Pesados.
- Física de Energía baja e intermedia.
- Física Nuclear con Neutrones.
- Física de Materia Condensada.
- Radiobiología.
- Redes Informáticas, Informática y Física Computacional.



“Joint Institute for Nuclear Research” (JINR), Dubna, Rusia (1956).

Áreas de investigación:

- Física Teórica.
- **Física de partícula elementales.**
- Física Nuclear Relativista.
- Física de Iones Pesados.
- Física de Energía baja e intermedia.
- Física Nuclear con Neutrones.
- Física de Materia Condensada.
- Radiobiología.
- Redes Informáticas, Informática y Física Computacional.

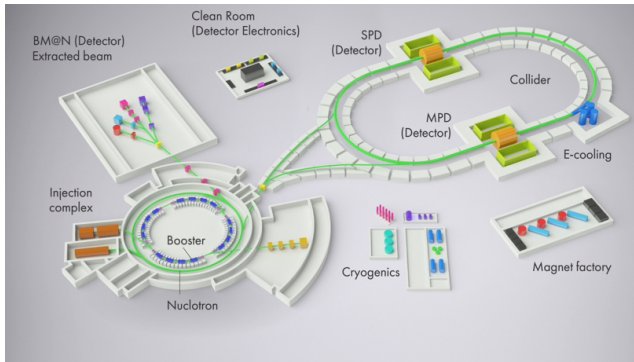


- $E = 4.5$ GeV para iones, $E = 12.6$ GeV para protones. Nucleotrón desde 1993.



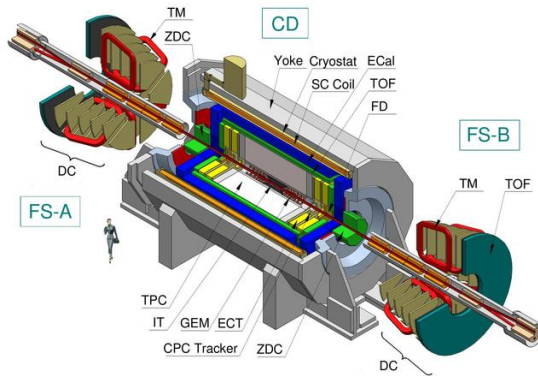
- Propiedades de interacción fuerte en SM: Quarks y gluones.
- Transición de fase entre la materia hadrónica y el QGP.
- Interacciones fuertes en el vacío y simetrías QCD.

“Nuclotron-based Ion Collider fAcility” (NICA)



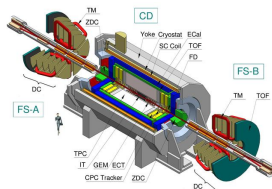
- “Baryonic Matter at Nuclotron” (BM@N).
- “The Spin Physics Detector” (SPD).
- **“The Multi-Purpose Detector” (MPD).**

MPD



Cinvestav

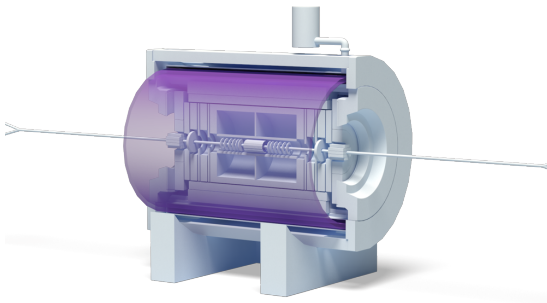
MPD



- Time Projection Chamber (TPC).
- Inner Tracker (IT).
- Time of Flight (TOF).
- Electromagnetic Calorimeter (ECAL).
- Zero Degree Calorimeter (ZDC).
- Fast Forward Detector (FFD).
- Magnetic solenoid.

MPD

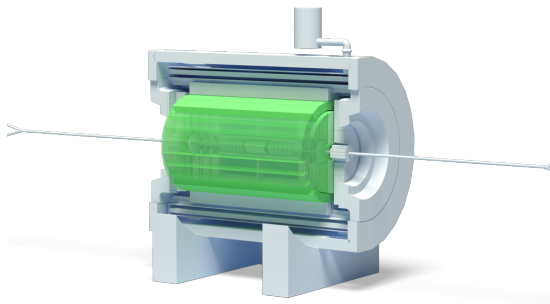
- Campo magnético de 0.5 T.



Cinvestav

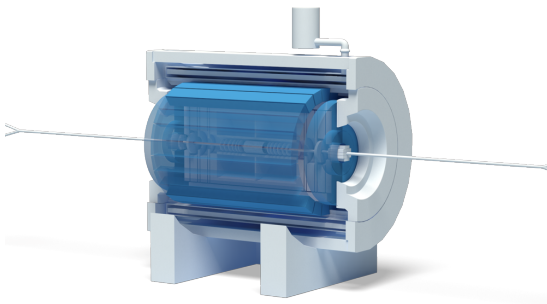
MPD

- TPC + IT + TOF + ECAL: p_T suficiente resolución, Determinación del vértice y **ID**:
 - TOF. **kaones** $p_T < 1.5\text{GeV}$, **(anti)protones** $p_T < 3\text{GeV}$,
 - con dE/dx en IT y TPC.



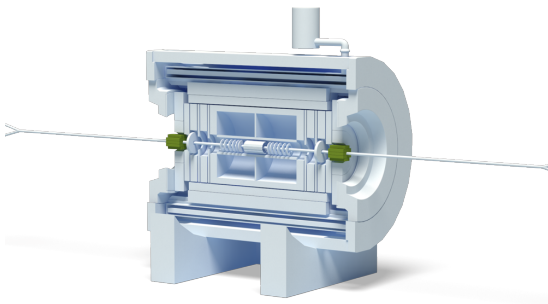
MPD

- ECAL: Partículas cargadas y γ .



MPD

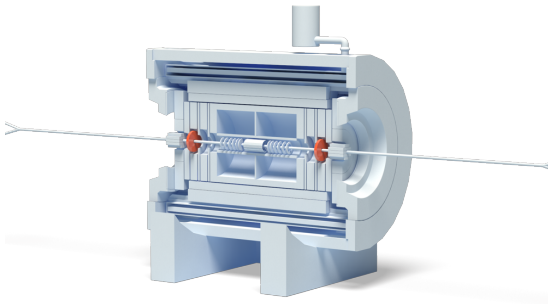
- ZDC: Clasificación de centralidad.



MPD

- FFD:

- Determinación rápida de la interacción.
- Control de la razón de colisión.
- Posición del punto de interacción.

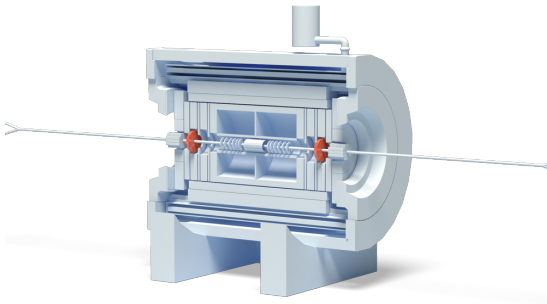


Las partículas no son relativistas

MPD

- FFD:

- Determinación rápida de la interacción.
- Control de la razón de colisión.
- Posición del punto de interacción.



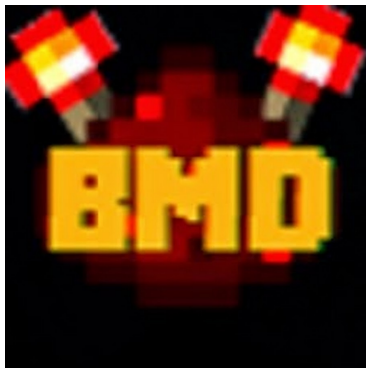
Las partículas no son relativistas

Nuestro detector entra en acción



Cinvestav

THE BEAM MONITORING DETECTOR (BMD)



Cinvestav

BMD: Características.

Detector centellador: Bc404.

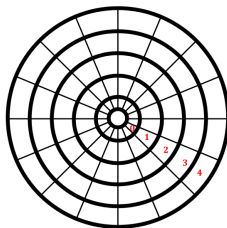
Será capaz de:

- Incrementará la sección de pseudorapidez: $1.69 \leq |\eta_{BMD}| \leq 4.36$.
- Optimización de eventos.
- Centralidad y localización del punto de interacción.
- Estimador de la multiplicidad.
- Sistema de Trigger.
- Monitoreo en el haz.
- Discriminará la centralidad del ruido.
- Determinará la sección eficaz absoluta de las reacciones de procesos.
- **Resolución temporal: 50 ps** (Photones de centelleo + tiempo en la electrónica).



BMD: Simulación.

- Software usado: **mpdroot** + **bmd**

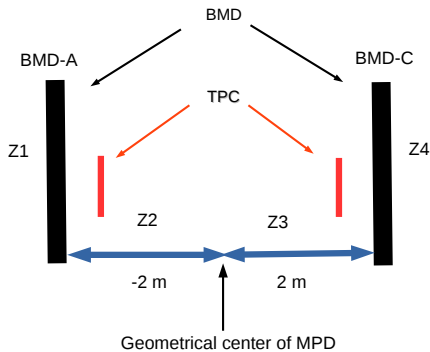


Ring	Minimum radius (cm)	Maximum radius (cm)
1	5.1	8.30
2	8.5	14.50
3	14.7	23.40
4	23.6	42.00
5	42.2	73.63



BMD: Simulación

Ubicación de BMD:

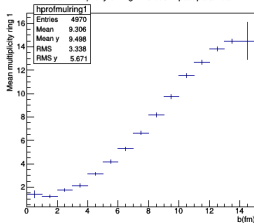


Cinvestav

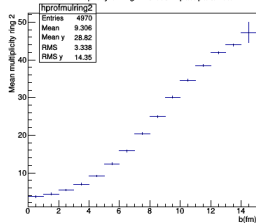
BMD: Simulación

Multiplicidad 4 GeV:

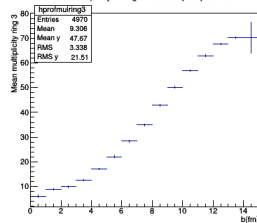
Mean multiplicity of ring 1 versus impact parameter



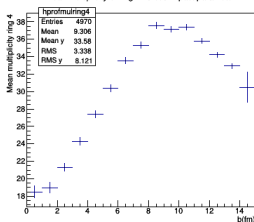
Mean multiplicity of ring 2 versus impact parameter



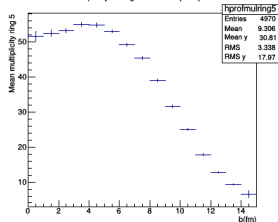
Mean multiplicity of ring 3 versus impact parameter



Mean multiplicity of ring 4 versus impact parameter

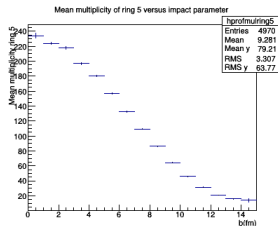
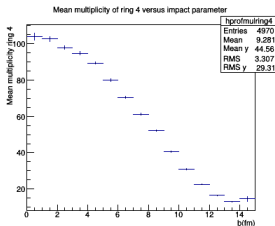
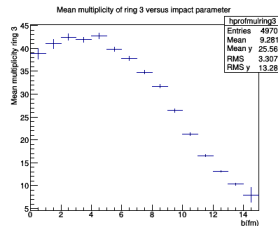
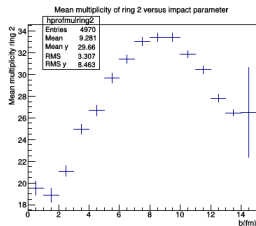
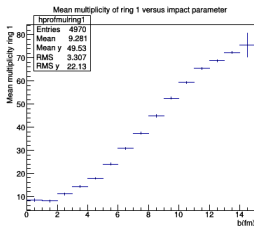


Mean multiplicity of ring 5 versus impact parameter



BMD: Simulación

Multiplicidad 11 GeV:



Localización del punto de interacción

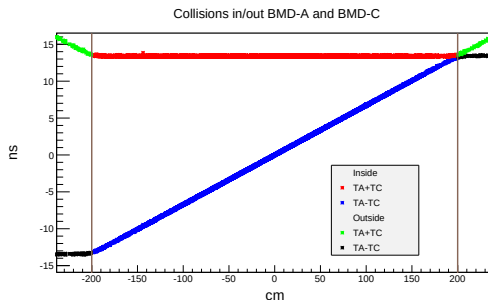


Figure: Relación entre el tiempo de llegada (T_A y T_C) al **BMD** con **posición del punto de interacción**.

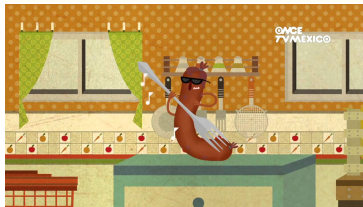
Tiempo de resolución de llegada: $\Delta\sigma = |\sigma_A - \sigma_C| = 57.982 \pm 0.509$ ps.
Independiente de la geometría.

A la par:

Geant 4

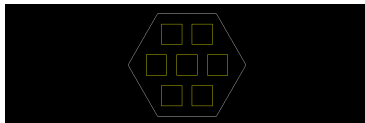


Encontrando la geometría para los 50 ps



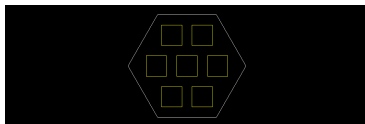
Encontrando la geometría para los 50 ps

π^+ E=5 MeV (cuadrados amarillos $\rightarrow$ APD):



Encontrando la geometría para los 50 ps

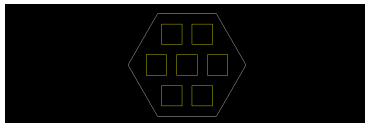
π^+ E=5 MeV (cuadrados amarillos $\rightarrow$ APD):



- Obtener el fotón más rápido en Scorer en cada evento.

Encontrando la geometría para los 50 ps

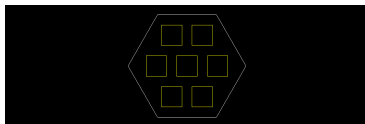
π^+ E=5 MeV (cuadrados amarillos $\rightarrow$ APD):



- Obtener el fotón más rápido en Scorer en cada evento.
- Realizar el fit de distribución $\rightarrow \sigma_i$.

Encontrando la geometría para los 50 ps

π^+ E=5 MeV (cuadrados amarillos $\rightarrow$ APD):



- Obtener el fotón más rápido en Scorer en cada evento.
- Realizar el fit de distribución $\rightarrow \sigma_i$.
- Resolución temporal $= \sigma_i - \sigma_j$.

a)

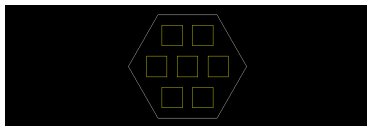


Figure: Tamaño: 10 cm. $133.579 \pm 21.803 \text{ ps} \leq \Delta\sigma \leq 226.409 \pm 37.821 \text{ ps}$.

b)

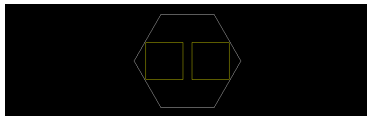


Figure: Tamaño: 5 cm. $\Delta\sigma = 12.908 \pm 4.762$ ps.



Encontrando la geometría para los 50 ps

c)

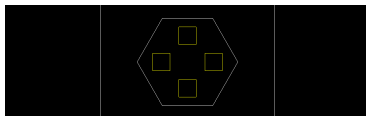


Figure: Tamaño: 10 cm. $0.963 \pm 0.028 \text{ ps} \leq \Delta\sigma \leq 97.432 \pm 34.156 \text{ ps}$.

Estudios del Plástico centellador.

Laboratorio de Ciencias de Mteriales en:

- Puebla (BUAP): $R = 9.5 \text{ cm}$ y 2.54 cm de ancho.
- Sinaloa (UAS): $14 \times 15 \times 2 \text{ cm}^3$.

Centellador comercial de Bicron:

- Bc404: El corte $R = 6 \text{ cm}$.



Figure: BUAP (izquierda), Bc404 (centro) y UAS (derecha). Mismo PMT Hamamatsu R5946

Estudios del Plástico centellador.

- Cada 500 m: Desde Sierra Negra (4,530 m) hasta Boca del Río (nivel del mar).
- Presión y altitud: Sensor BMP085 y sistema de procesamiento mínimo (raspberry PI V3.0).

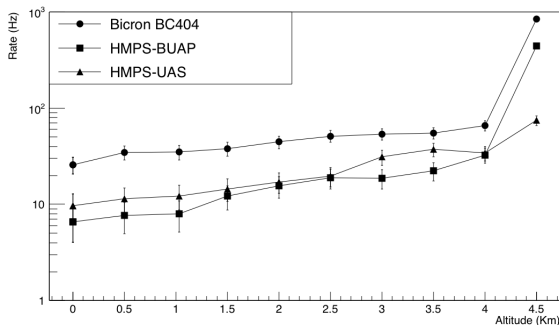


Figure: Taza medida con los tres detectores cada 500 m.



Cinvestav

En resumen...

- Bc404 es el material óptimo.
- BMD será un importante detector para el MPD.
- Falta mucho trabajo por realizar. Listo para antes del 2020.

Miembros de MeXNICA:

- M. en C. Heber Zepeda Fernández.
- Dr. Pedro González Zamora.
- Lic. Luis Valenzuela Cazarez.
- Dr. Alejandro Ayala.
- Dr. Luis Manuel Montaña Zetina.
- Dra. María Elena Tejeda Yeomas.
- Dr. Mario Rodríguez Cahuantzi.
- Dra. Isabel Domínguez.





"That's all Folks!"

Preguntas:

hzepeda@fis.cinvestav.mx - pedro.gonzalez.zamora@cern.ch -
luisvc3737@gmail.com



Cinvestav



Cinvestav

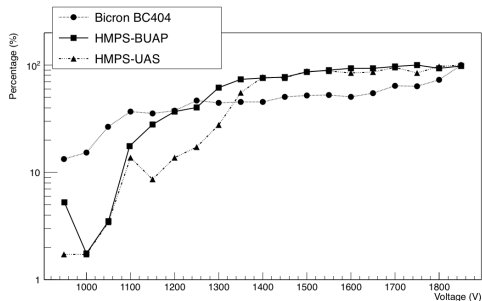


Figure: 1550 V para BUAP, 1600 V para UAS, 1500 V para Bc404



Cinvestav