Resultados sobre las prestaciones de las cámaras de deriva de CMS y su sistema de trigger local obtenidos con un haz de pruebas en 2003.

J. Caballero, B. de la Cruz, C. Fernández, M.C. Fouz, I. Josa, C. Villanueva

Dpto. Investigación Básica, División de Física Experimental de Altas Energías, CIEMAT, 28040 Madrid.

I. INTRODUCCIÓN

CMS (Compact Muon Solenoid) es uno de los experimentos multipropósito que funcionará en el LHC (Large Hadron Collider) , el colisionador protón – protón que se está construyendo en el antiguo túnel de LEP, y que alcanzará una energía de 14 TeV.

CMS está formado por varios subdetectores: un detector central de trazas, que estará situado en la parte más interior, donde el campo magnético tiene una intensidad 4 T, un calorímetro electromagnético, un calorímetro hadrónico y un espectrómetro de muones[1], situado en la parte más exterior del detector. Este espectrómetro está formado por tres tipos de detectores gaseosos: CSCs, RPCs y DTs.

La unidad básica de las cámaras de tubos de deriva (DT) es la celda de deriva. Cada celda tiene 42 mm de ancho, 13 mm de alto y longitud variable, y están compuestas por un hilo en el centro (ánodo, cargado a 3600 V), dos tiras de aluminio en cada uno de los laterales de la celda (cátodos, cargados a -1200 V) y otras dos tiras de aluminio en las partes superior e inferior de la celda (cargadas a 1800 V) que hacen el campo más homogéneo. Las celdas se agrupan en "capas", que a su vez se agrupan en "supercapas" (tenemos cuatro capas, decaladas las pares y las impares media celda, por cada supercapa). Cada cámara tiene 3 supercapas, dos para medir el ángulo φ y una el θ. Los tubos de deriva se rellenan de Árgon (85 %) y CO_2 (15%). Al pasar las partículas cargadas ionizan el gas y los electrones producidos derivan hacia el ánodo y los iones hacia el cátodo. En las cercanías del hilo, debido al intenso campo eléctrico, los electrones producen una avalancha. El movimiento de esta gran cantidad de carga produce una diferencia de potencial que da una señal que es recogida por la electrónica apropiada y, tras una digitalización temporal, permite calcular la posición por la que ha pasado la partícula.

Cada DT tiene un sistema de trigger local, que debe detectar cuándo ha pasado un muón por la cámara. El primer dispositivo del trigger son los BTI (Bunch Track Identifier), conectados a nueve celdas de una supercapa y que ajustan trazas siguiendo unos algoritmos[2], dando un *Trigger de Nivel Alto (HLT)* si consigue alinear impactos en cuatro capas o un *Trigger de Nivel Bajo (LLT)* si sólo consigue alinear tres. Los BTI envían las trazas que han hallado al TRACO (TRAck COrrelator), que trata de correlacionar las trazas de cuatro BTI de la supercapa φ inferior con doce de la capa φ superior, dando una calidad: *HH =HLT+HLT, HL=HLT+LLT, LL=LLT+LLT, Hi/Ho=HLT* en sólo una supercapa, *Lo/Li = LLT* en sólo una supercapa. Los TRACO envían las dos mejores candidatas al TS (Trigger Server), que seleccionará las dos mejores trazas de la cámara y las enviará al siguiente nivel de trigger.

En Mayo del 2003 una de estas cámaras fue sometida a un haz de pruebas[3] para comprobar sus prestaciones y las del trigger local. La cámara podía ser rotada en la vista φ, con lo que se pudieron probar las prestaciones, tanto de la cámara como del trigger, a diferentes ángulos de incidencia. Los resultados obtenidos se exponen a continuación.

II. PRESTACIONES DE LA CÁMARA

Como trigger externo a la cámara se usaron unos plásticos centelleadores. Se estudiaron la dependencia de la velocidad de deriva, la resolución y la eficiencia con el ángulo.

Para calcular la *velocidad de deriva* se usa el método del *meantime*. Un *meantime* nos da el tiempo máximo de deriva de un electrón en la celda, que correspondería a uno que atravesara la celda desde un cátodo al ánodo (21 mm), y se define como:

$$MTj = \frac{1}{2}\left[T(j) + T(j+2) + 2T(j+1)\right]$$

donde *T(j),T(j+1)* y *T(j+2)* son los tiempos de deriva en la celda en la que ha habido señal de las capas *j, j+1* y *j+2*. Obtenemos que la velocidad *aparente* de deriva aumenta con el ángulo.

La *eficiencia* de las supercapas, definida como la fracción de trazas con impactos en 4 capas respecto al total, varía de 97.9% a 5° a 99.98% a 35°. Esto es debido a que a mayor ángulo, el muón recorre más espacio dentro de las celdas y tiene más probabilidad de ionizar el gas, y por tanto, dar señal.

La *resolución espacial* se obtiene de la anchura de las distribuciones de los residuos de las trazas ajustadas a las posiciones reales de las señales. La resolución espacial empeora al aumentar el ángulo. Vemos que varía desde los ~190 μm a 0° hasta los ~450 μm a 35°.

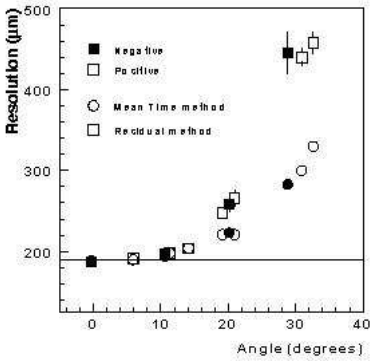

Figura 1. Resolución vs ángulo.

III. PRESTACIONES DEL TRIGGER LOCAL

Para los resultados presentados a continuación, hacemos una selección de sucesos en los que solamente tenemos un muón cruzando la cámara, y estudiamos por separado las muestras que tenemos de trazas reconstruidas con impactos en 4+4, 4+3 y 3+3 capas en las supercapas φ para ver la eficiencia del trigger respecto a estos tipos de trazas (si hay señal de trigger cada vez que reconstruimos una de estas trazas). Se obtiene que para la muestra 4+4 la eficiencia a 0° es 100%, y baja hasta el 99.83% a 35°; para la muestra 4+3, la eficiencia oscila entre el 99.92% a 0° y el 98.27% a 35°; para la muestra 3+3, la eficiencia oscila entre 90.53% a 0° y 76.86% a 35°, teniendo un máximo a 15° de 93.35%.

En conclusión , esta prueba en haz sirvió para ratificar los resultados anteriormente obtenidos sobre las prestaciones de la cámara de tubos de deriva[4] y para validar el trigger local, el cual mostró unas prestaciones dentro de lo esperado y requerido.

Referencias

[1] *The CMS muon project*, CMS Technical Design report. CERN/LHCC 97-32, CMS TDR 3, 15-Diciembre-1997.

[2] *Estudio de las Prestaciones de un Prototipo de Bunch and Track Identifier (BTI) para las cámaras de Deriva de CMS*, J. Puerta Pelayo, Informes Técnicos Ciemat 976, Octubre 2001.

[3] *Bunched Beam Test of the CMS Drift Tubes Local Muon Trigger*, P.Arce et al, Nucl. Instrum. Methods A, 534, Issue 3, 1 Diciembre 2004, páginas 441-485.

[4] *Test Beam Analysis of the First CMS Drift Tube Muon Chamber*, C. Albajar et al, Nucl. Instrum. Methods A, 525, Issue 3, 11 Junio 2004, páginas 465-484.