

FAE-20

Construcción y pruebas de un prototipo para el detector central de muones de CMS.

M. Cerrada, N. Colino, M.C. Fouz, J. Puerta, L. Romero, C. Willmott

CIEMAT, División de Física de Partículas, Avda. Complutense 22, 28040 Madrid

El experimento CMS contará en su parte central con cuatro estaciones encargadas de la detección de muones (MB1 la más interna, MB4 la externa), compuestas por tres supercapas de tubos de deriva y una o dos cámaras RPC (*Resistive Plate Chambers*). Cada supercapa estará formada a su vez por cuatro planos de celdas de deriva desplazados entre sí por media celda. El campo eléctrico en las celdas viene determinado por un hilo que actúa como ánodo, dos vigas a voltaje negativo actuando como cátodos y dos tiras conductoras (“*strips*”) en las partes superior e inferior de la celda encargadas de controlar el campo¹. El diseño original de la celda fue modificado a finales de 1998 con el fin de evitar problemas en la resistencia mecánica de las cámaras. La principal novedad consistió en la modificación de los cátodos. Originalmente a las vigas de aluminio se les suministraba alto voltaje y se aislaban de los planos mediante tiras de Lexan. En el nuevo diseño los cátodos los forman unas tiras de aluminio adheridas a las paredes de las vigas, mientras que éstas permanecen a tierra y su superficie de contacto con los planos ha aumentado (Ver fig.1). El menor número de pegados y una superficie de contacto viga-chapa más amplia aseguran una mayor resistencia a las deformaciones. El nuevo diseño ha mejorado incluso la configuración electrostática de la celda.

En 1999 se construyó en el CIEMAT **Q4**, el primer prototipo de supercapa que utilizó el nuevo diseño de celda². Q4 está formado por cuatro planos con 16 celdas de deriva cada uno de ellos. Asimismo es el primer prototipo construido con la electrónica de *Front End* definitiva. La construcción y ensamblaje de Q4 se llevaron a cabo utilizando los procedimientos desarrollados para la producción en serie de las cámaras MB2 que serán construidas en el CIEMAT. Ello permitió evaluar el tiempo de construcción necesario con vistas a la fase de producción.

Debido a un fallo a la hora de posicionar las vigas, las posiciones de las celdas en los planos 2 y 4 estaban desplazadas con respecto a sus posiciones nominales en $\sim 500 \mu\text{m}$. En Junio de 2000 se introdujeron unas piezas que desplazaron los hilos de dichos planos hasta su posición nominal. Se actuó de este modo, con el fin de estudiar el comportamiento de los *Bunch and Track Identifier* o BTIs, nombre que recibe el sistema de trigger de muones local a nivel supercapa³.

El prototipo fue sometido a dos test beams con haces de muones en un rango de energías entre 200 y 300 GeV en el área experimental H2 en el CERN, el primero de ellos en Julio de 1999, y el segundo justo un año después. En el primer test beam, Q4 fue fijado a una plataforma móvil en el interior de un imán con sus hilos paralelos al campo magnético, de tal modo que el montaje permitía tomar datos con distintas configuraciones de ángulo de incidencia del haz. Como referencia externa se utilizaron cuatro detectores de dos capas de

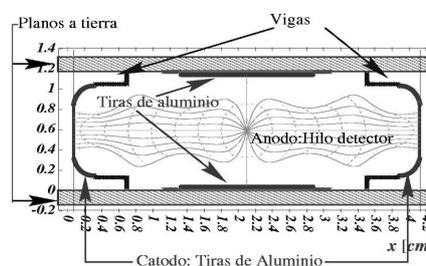


Figura 1. Esquema de una celda de deriva conforme al nuevo diseño. Se muestran todos los componentes activos, así como las líneas de deriva.

tiras de silicio, que permitieron una medida de gran precisión bidimensional. El sistema de adquisición de datos fue desarrollado en el CIEMAT e incorporaba un prototipo del sistema definitivo de lectura (ROB, *Readout board*) de las cámaras. El desplazamiento de las celdas en los planos pares citado anteriormente se corrigió a posteriori vía software.

Una vez corregidas las posiciones de los hilos, Q4 fue sometido a un nuevo test beam (realizado en Julio de 2000) con el objetivo principal de estudiar el comportamiento del BTI. La diferencia fundamental respecto al anterior test beam, aparte de la inclusión de la electrónica BTI, fue la orientación de Q4 respecto al campo magnético. En este caso el prototipo fue situado con los hilos perpendiculares a las líneas de campo. El sistema de adquisición de datos fue desarrollado por nuestros colaboradores del INFN en Legnaro.

En ambos tests se estudió la respuesta de Q4 frente a los diferentes configuraciones de voltajes en cátodos, hilos y strips, así como frente a las dos orientaciones de campo magnético estudiadas y el ángulo de incidencia de la partícula. A partir de estas mediciones se pudo determinar el punto de operación óptimo de la celda de deriva, que resultó ser de 3600 / 1800 / -1200 V para los voltajes en el hilo, strip y cátodo respectivamente. Asimismo se han podido estudiar los efectos derivados de las desviaciones al comportamiento lineal de la velocidad de deriva, que en el peor de los casos no superan los 6 ns, lo que satisface las condiciones de CMS. Esta desviación es más importante para partículas con un elevado ángulo de incidencia. Si exceptuamos las zonas de ineficiencia estructural de la celda (las vigas), para la región activa las eficiencias de celda están en torno al 99.5 %, independientemente del campo magnético o ángulo de incidencia de la partícula. La resolución en la reconstrucción de trazas se ve afectada fundamentalmente por el ángulo de incidencia. Frente a resoluciones inferiores a 200 μm por hilo para incidencia normal, a 35° esta resolución empeora hasta algo más de 350 μm como consecuencia del deterioro en el comportamiento lineal de la celda para ángulos altos².

Por otro lado, el efecto principal que producen las dos componentes estudiadas del campo magnético en la celda es la variación en la velocidad de deriva aparente como consecuencia de la distorsión producida en las líneas de deriva. Este efecto es especialmente importante para el BTI, que se basa en una correcta parametrización inicial de la velocidad de deriva³.

El modelo propuesto para estas cámaras de muones cubre con creces los requerimientos de resolución espacio-temporal de CMS¹. En este sentido, el estudio del prototipo Q4 ha sido crucial, y sus satisfactorios resultados han dado luz verde a la producción en serie de cámaras, que ha comenzado a principios de este año 2001. Por el momento, la primera cámara completa, construida y equipada con la electrónica diseñada para las cámaras definitivas, ha pasado satisfactoriamente las pruebas realizadas con rayos cósmicos. En octubre de este año la cámara será enviada al CERN para un nuevo test beam.

Referencias

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

² "Construction and test of the final CMS barrel drift tube muon chamber prototype", M.Aguilar-Benitez *et.al.* Aceptado para publicación en Nucl. Instr. and Meth. A (2001)

³ The Trigger and Data Acquisition project, Volume I, CMS Technical Design Report CERN/LHCC 2000-038, CMS TDR 6.1, 15-Diciembre-2000