

## Resultados del primer tests integrado del sistema de Alineamiento de CMS.

A.L. Virto,<sup>1</sup> T. Rodrigo,<sup>1</sup> C.F. Figueroa,<sup>1</sup> E. Calvo,<sup>1</sup> P. Arce,<sup>1</sup> J.C. Oller,<sup>2</sup> A. Molinero,<sup>2</sup> M.I. Josa,<sup>2</sup> A. Ferrando<sup>2</sup> y M.G. Fernández<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Física de Cantabria, CSIC - Universidad de Cantabria, Santander

<sup>2</sup> CIEMAT, Madrid.

El sistema de alineamiento de muones de CMS esta organizado en tres bloques: el alineamiento interno de las cámaras del Barril y Endcap, el alineamiento interno del detector central de trazas y el sistema Link que relaciona los sistemas del detector central con el de los muones. Un estudio experimental del sistema en su conjunto es esencial para su caracterización final. Debido a su gran escala, complejidad y coste, este estudio experimental se ha limitado a una configuración mínima que contenga todos los elementos relevantes del mismo. Esta versión simplificada consiste en un medio plano  $\phi$  de alineamiento, de dimensiones aproximadas 20 m  $\times$  17 m. La caracterización del sistema y la precisión alcanzable en su conjunto se obtiene por comparación de los datos proporcionadas por el sistema en la medida de la posición de ciertos puntos de referencia y su comparación con medidas survey y fotogramétricas directas<sup>1</sup> de estos puntos. El r.m.s. de los errores, al 66% CL, obtenido para las 3 coordenadas de los puntos survey medidos por métodos estándar están en el rango de 10-50  $\mu$ m, mientras que los puntos medidos por fotogrametría tienen precisiones en el rango de 20-50  $\mu$ m. La estabilidad del conjunto durante todo el periodo de toma de datos (de Mayo a Septiembre de 2000) fue de cerca de 100  $\mu$ m.

Para este test la instrumentación correspondiente al sistema Link constaba de sensores de posición 2D, fuentes láser, periscopios, elementos para la medida de distancias (tubos y detectores de proximidad), niveles láser, tilsensors, sensores de temperatura y un sistema de adquisición de datos.

En un primer periodo (Mayo-Junio) se realizó la calibración de los diferentes componentes, principalmente aquellos que por sus características requieren grandes distancias de trabajo solo accesibles en el laboratorio de alineamiento del CERN. Un ejemplo de los resultados obtenidos para uno de ellos (Fuente de luz láser) se resume en la Tabla 1. En todos los casos se obtuvieron precisiones de calibración compatibles con los requisitos establecidos para el sistema.

Durante los meses de Agosto y Septiembre se realizaron diversas tomas de datos del sistema en su conjunto, así como medidas de estabilidad del sistema Link.

En el análisis posterior de los datos se detectaron dos problemas importantes:

- 1) Inestabilidad en la mecánica de la fuente de luz. En concreto inestabilidad en la posición del splitter que se traslada a una inestabilidad de los parámetros de calibración, principalmente en el ángulo de 95° entre haces láser.
- 2) Durante una fracción del periodo de toma de datos, la calidad de la mancha de luz en algunos sensores 2D fue relativamente pobre, debido a la presencia de un alto nivel de ruido electrónico unido a una degradación en la intensidad del haz láser.

A pesar de estos problemas, y una vez identificados, los resultados obtenidos en la reconstrucción absoluta de las posiciones y ángulos medidos por el sistema Link se sitúan dentro de lo esperado, la posición absoluta se reconstruye con precisiones entorno a los 200

$\mu\text{m}$ . La Tabla 2 contiene un resumen de las precisiones alcanzadas en los diversos puntos de medida, así como de los errores asociados.

Tabla 1. Fuente de luz láser. Especificaciones del diseño y resultados obtenidos en las medidas de calibración.

	Nominal	Medida	Incertidumbre máx.( $\pm$ ) requerida por diseño	Incertidumbre experimental en Reconstrucción.( $\pm$ )
Splitter: desviación Fuera de plano	0°	(900 $\pm$ 4.2) $\mu\text{rad}$	25 $\mu\text{rad}$	12.6 $\mu\text{rad}$
Splitter: Desviación en el plano	95°	95° + (2421.4 $\pm$ 4.7) $\mu\text{rad}$	50 $\mu\text{rad}$	22.1 $\mu\text{rad}$
Romboide: Desplazamiento fuera de plano	0	(778.7 $\pm$ 70.1) $\mu\text{m}$	100 $\mu\text{m}$	115.7 $\mu\text{m}$
Romboide: Desplazamiento en el plano	4.5 cm	(45164.0 $\pm$ 57.2) $\mu\text{m}$	200 $\mu\text{m}$	186 $\mu\text{m}$
Paralelismo entre haces: fuera de plano	0	(69.7 $\pm$ 18.5) $\mu\text{rad}$	65 $\mu\text{rad}$	32.6 $\mu\text{rad}$
Paralelismo entre haces: en de plano	0	(151.4 $\pm$ 13.6) $\mu\text{rad}$	130 $\mu\text{rad}$	64.5 $\mu\text{rad}$

Tabla 1. Diferencia entre la posición reconstruida por el sistema Link y la medida survey. Resumen de los diferentes errores de reconstrucción. (Datos correspondientes al periodo de Septiembre).

	<Diferencia>	Error sistemático	Error de survey	Dispersión estadística
Barril: centro X	-0.012 mm	$\pm$ 0.141 mm	$\pm$ 0.059 mm	$\pm$ 0.046 mm
Barril: centro Y	0.194 mm	$\pm$ 0.177 mm	$\pm$ 0.041 mm	$\pm$ 0.305 mm
Barril: centro Z	0.114 mm	$\pm$ 0.246 mm	$\pm$ 0.063 mm	$\pm$ 0.067 mm
Barril: ángulo Y	-0.004 mrad	$\pm$ 0.0404 mrad	$\pm$ 0.0176 mrad	$\pm$ 0.017 mrad
Barril: ángulo Z	-0.008 mrad	$\pm$ 0.158 mrad	$\pm$ 0.028 mrad	$\pm$ 0.040 mrad
Endcap: centro Y	0.152 mm	$\pm$ 0.161 mm	$\pm$ 0.046 mm	$\pm$ 0.108 mm
Endcap: centro Z	0.066 mm	$\pm$ 0.159 mm	$\pm$ 0.027 mm	$\pm$ 0.025 mm
Endcap: ángulo Y	0.001 mrad	$\pm$ 0.041 mrad	$\pm$ 0.025 mrad	$\pm$ 0.015 mrad
Endcap: ángulo Z	-0.093 mrad	$\pm$ 0.018 mrad	$\pm$ 0.056 mrad	$\pm$ 0.061 mrad

## Referencias

- <sup>1</sup> J.N. Joux, et al., 'CMS-ISR Alignment Calibration Bench', May 17<sup>th</sup>, 2000. D. Mergelkuhl, 'CMS-ISR-I4 Second and Thrid Calibrations of the MAB with Photogrammetry and distances Periscope/MAB to Laser Box', August 7<sup>th</sup> and Octobre 10<sup>th</sup> 2000.