

# Sistema láser para el estudio de los módulos del SCT de ATLAS

Escobar, C. y Kodyš, P.

IFIC (CSIC-Univ. de València). Nuevos Edificios de Investigación, Paterna. Apdo. 22085, E-46071, Valencia.

## I. INTRODUCCIÓN

El sistema experimental presentado en este trabajo se ha desarrollado para el programa de control de calidad de los módulos *forward* que componen el subdetector *SemiConductor Tracker* (SCT) del detector ATLAS. El SCT está destinado a la reconstrucción del paso de partículas cargadas con una gran precisión, del orden de 20  $\mu\text{m}$ , y la definición de vértices secundarios. El grupo del SCT del IFIC (Instituto de Física Corpuscular) se ha encargado de la construcción de 220 módulos de un total de 4088, que componen el SCT.

## II. SISTEMA LÁSER

Este sistema se basa en el uso de un haz láser que se encarga de comprobar automáticamente la integridad de las microsoldaduras y el estado de los canales. Cada módulo necesita unas 2300 soldaduras para unir los canales de las dos obleas que forman una cara de un módulo y conectarlos a los chips para su lectura. Para realizar las soldaduras se utiliza hilo de oro de 25  $\mu\text{m}$ . Con ayuda del láser es posible comprobar individualmente la respuesta de cada canal, ya que éstos tienen una separación variable de entre 54 y 95  $\mu\text{m}$  (para módulos *forward*) y el haz tiene una anchura espacial de 3.3  $\mu\text{m}$ . Además, el sistema permite posicionar el láser con una precisión del orden de micras. En la figura 1 se muestra la respuesta al haz láser de todos los canales de un módulo *middle* montado en el laboratorio del IFIC. Se aprecia que la respuesta es uniforme y que tan sólo un canal (627) no responde. Con este sistema es posible detectar la existencia de errores en las microsoldaduras, tales como mezclas o conexiones no realizadas con éxito.

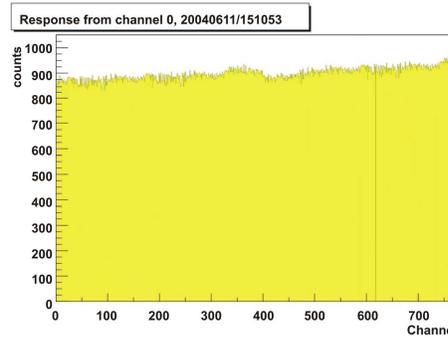


Figura 1. Respuesta (*hits*) al haz láser de todos los canales de una cara (768) de un módulo *middle* de producción.

Otra posibilidad de este sistema es el estudio y comprobación de canales defectuosos, pudiéndose determinar la naturaleza de su defecto: canal ruidoso, con baja ganancia, muerto, estancado, etc. Gracias al hecho de poder examinar cuidadosamente la respuesta y el ruido de cada canal independientemente, sin que la señal de los demás canales vecinos perturbe la medida, se pueden evaluar todos estos parámetros, complementando estas pruebas a las realizadas en los tests eléctricos, dentro del programa de control de calidad.

## III. OTROS ESTUDIOS REALIZADOS CON EL SISTEMA

Con este sistema es posible estudiar diversos aspectos de los módulos. Por ejemplo, es posible reconstruir el pulso de la electrónica de lectura, temporal y espacialmente en la dirección perpendicular a los canales. En la figura 2 se muestra la reconstrucción del pulso

donde el eje  $x$  es la posición que ha barrido el láser (en mm), el eje  $y$  es el tiempo (en ns) y en el eje  $z$  se presenta la carga media recogida por el canal (en mV). La existencia de un valle entre  $x=-0.01$  y  $x=0.01$  se debe a la existencia del recubrimiento de aluminio sobre el canal, lo que provoca una reflexión del haz en esta zona, evitando la recolección de señal en la oblea. La ausencia de señal permite localizar perfectamente la situación de cada canal.

Otro estudio realizado ha sido la dependencia de la respuesta y recolección de carga del módulo con la temperatura y con el voltaje de alimentación. En el primer caso, debido a las propiedades intrínsecas de los semiconductores, se tiene que cuanto más se baja la temperatura a la cual opera un módulo menos carga se obtiene, debido a que la cantidad de portadores libres aumenta con la temperatura (contrariamente a lo que sucede en los conductores). En el segundo caso, estudiando la dependencia de

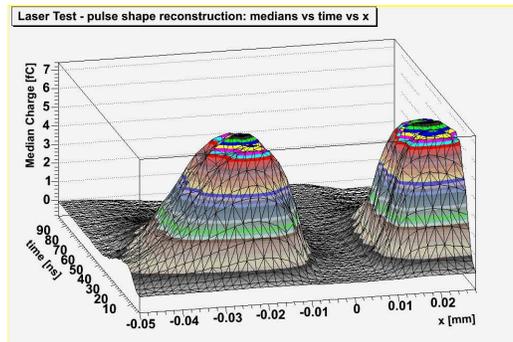


Figura 2. Reconstrucción del pulso de la electrónica de un módulo *forward* del SCT.

la respuesta con el voltaje, es posible estimar el voltaje de depleción, siendo del orden de 80 V. Este voltaje debe de ser menor que el voltaje de operación utilizado en la detección, para asegurar que las obleas (uniones  $pn$ ) están completamente desertizadas. El voltaje de operación fijado en ATLAS para los módulos del SCT es de 150 V (para módulos sin irradiar), por lo que el valor obtenido está dentro de especificaciones.

Por último, también es posible comparar fácilmente, bajo las mismas condiciones, los dos tipos de obleas fabricadas para los módulos del SCT. En estos estudios se ve que la recolección de carga es mayor en las obleas fabricadas por *CiS* que en las *Hamamatsu* ( $ratio\ CiS/Hama \approx 1.5$ ), bajo las mismas condiciones. Tras un estudio complementario utilizando una fuente beta, se concluyó que la diferencia observada se debe a las distintas propiedades ópticas de las obleas, debido a una estructura microscópica diferente, ya que el valor del  $ratio$  en ese caso es 1. De modo que, una vez medido el coeficiente de reflexión,  $R$ , en ambos casos, para la longitud de onda del láser (1060 nm), se tiene que  $R_{Hama} > R_{CiS}$ , resultado que explica el valor del  $ratio$  anterior.

#### IV. CONCLUSIONES

El sistema desarrollado en el IFIC permite comprobar automáticamente las microsoldaduras y el estado de los canales en las pruebas para el control de calidad. También se reconstruyó el pulso generado, tanto temporal como espacialmente. El estudio comparativo de las obleas concluyó que las propiedades ópticas de éstas son distintas, teniendo diferentes coeficientes de reflexión, a una longitud de onda de 1060 nm. Sin embargo, la carga recogida por ambas, en el caso de que el haz sea de partículas cargadas es la misma, bajo las mismas condiciones.