

Desarrollo de un Trigger de Muones de Bajo Momento Transverso con los Procesadores Digitales de Señal del Sistema de Adquisición de Datos del Calorímetro Hadrónico TileCal del experimento ATLAS

A. Ruiz-Martínez¹, A. Munar¹, J. Castelo¹, V. Castillo¹, C. Cuenca¹, A. Ferrer¹, E. Fullana¹, E. Higón¹, C. Iglesias¹, J. Poveda¹, B. Salvachúa¹, C. Solans¹ y J. Valls¹

¹ Instituto de Física Corpuscular / Dpto. Física Atómica, Molecular y Nuclear, Universitat de València / CSIC, Edificios de Institutos de Investigación, Apartado de Correos 22085, E-46071 Valencia.

I. INTRODUCCIÓN

El estudio de los mesones B constituye, por su interés en la espectroscopia de quarks, procesos de violación de CP y búsqueda de nueva física, un importante apartado dentro del programa de física del detector ATLAS, del colisionador protón-protón del acelerador LHC (Large Hadron Collider) del CERN (Laboratorio Europeo para la Física de Altas Energías y Partículas). La selección de sucesos del tipo,

$$b\bar{b} \rightarrow X\mu(6) + MB \text{ pileup} \quad b\bar{b} \rightarrow XJ/\psi(\mu\mu)K^0 + MB \text{ pileup}$$

que constituyen uno de los estados finales más útiles para la física de mesones B, se caracteriza por la presencia de muones de bajo momento transverso ($p_T < 5 \text{ GeV}$). No obstante, el actual sistema de trigger del detector ATLAS presenta notables deficiencias para la selección de estos sucesos, debido a la baja eficiencia de detección de muones de bajo momento por el sistema de trigger del espectrómetro de muones de ATLAS (Figura 1).

En este trabajo se describe como, mediante la característica deposición energética de los muones en el calorímetro hadrónico TileCal¹ de ATLAS, junto con la capacidad de procesado en tiempo real de los datos del Read Out Driver², es posible diseñar en ATLAS a segundo nivel de trigger, un algoritmo de selección de sucesos con muones de bajo momento transverso de alta eficiencia y baja tasa de sucesos de fondo.

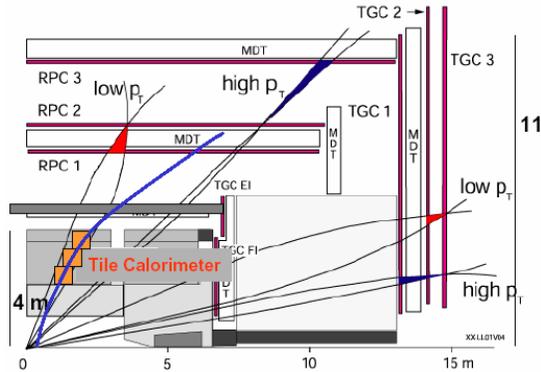


Figura 1. Representación esquemática de muones de bajo y alto momento transverso atravesando el calorímetro hadrónico y el espectrómetro de muones de ATLAS.

II. EL DETECTOR TILECAL Y SU SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS

El calorímetro hadrónico TileCal es un calorímetro de muestreo constituido por una matriz de hierro como absorbente y tejas de plástico centelleador como material activo. TileCal está dividido en tres secciones: el Barril Central (CB) y dos Barriles Extendidos (EBs); cada sección se encuentra a su vez dividida en 64 módulos, constituyendo un total

de 192 módulos y de 4672 celdas. La luz procedente de cada celda es convertida en pulsos eléctricos mediante dos fotomultiplicadores, cada uno de los cuales constituye un canal de lectura. A una frecuencia de 100 kHz (la frecuencia esperada del trigger de primer nivel de ATLAS), la señal de los fotomultiplicadores es digitalizada en 7 palabras de 10 bits y enviada al siguiente elemento del sistema de adquisición de datos, el Read Out Driver (ROD) de TileCal. El ROD consiste en 32 tarjetas VME dotadas de enlaces ópticos para la transmisión de los datos, y está situado entre la electrónica de lectura de los fotomultiplicadores de TileCal y el sistema de adquisición de datos de ATLAS, entre los niveles primero y segundo de trigger de ATLAS (Figura 2). El ROD consta de dispositivos programables (FPGAs) y procesadores digitales de señal (DSPs) para el formateo, sincronización respecto al trigger de primer nivel, cálculo por celda de la energía depositada y cómputo del tiempo 0 de los datos procedentes de cada fotomultiplicador, en un tiempo máximo de 20 μ s. En total, consta de 10.000 canales de lectura y 70.000 MIPS de capacidad de procesado.

III. DETECCIÓN DE MUONES DE BAJO MOMENTO CON EL ROD

Los muones, al ser partículas de mínima ionización, se caracterizan en el TileCal de ATLAS por una pequeña pérdida de energía ($0 < E < 3$ GeV), prácticamente uniforme en cada una de las tres capas. El algoritmo de identificación consiste en la búsqueda de trayectorias en las cuales la energía depositada en cada celda sea compatible con la energía depositada por un muón. Debido a que cada DSP procesa los datos de un solo módulo, esta búsqueda se realiza en cada módulo por separado. Los datos de cada módulo son procesados por todas las DSPs del ROD simultáneamente, lo que permite un alto grado de paralelización en la búsqueda de trayectorias compatibles con la signatura de muones en todo el TileCal.

Resultados preliminares realizados con muestras de Monte Carlo y de sucesos de Test Beam, muestran que es posible alcanzar altas eficiencias en la identificación de muones, junto con bajas tasas de sucesos de fondo, y con latencias aceptables para el segundo nivel de trigger de ATLAS.

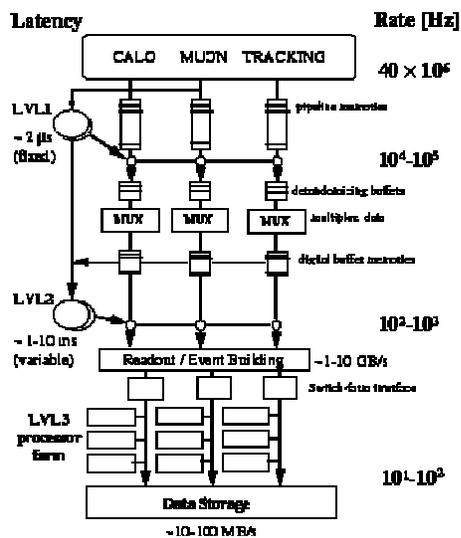


Figura 2. Esquema de la estructura de trigger del experimento ATLAS.

Referencias

- ¹ ATLAS Collaboration, Tile Calorimeter Technical Design Report. CERN/LHCC/96-42 (1996).
- ² TileCal ROD Hardware and Software Requirements, J. Castelo *et al.* ATLAS internal note ATL-TILECAL-2005-003. See also: <http://ific.uv.es/tical>