

Nuevo Algoritmo de Filtrado Optimo para el Calorímetro Hadrónico de ATLAS

E. Fullana¹, J. Castelo², V. Castillo², C. Cuenca¹, A. Ferrer², E. Higón², C. Iglesias²,
A. Munar², J. Poveda², A. Ruiz-Martinez², B. Salvachúa¹, C. Solans² y J. Valls²

¹ IFIC – Instituto de Física Corpuscular (CSIC – UV). Edificio de Institutos de Investigación,
Apto. Correos 22085; E-46071 Valencia-España

² Dpto. Física Atómica, Molecular y Nuclear - IFIC, (CSIC - UV). C/ Dr. Moliner, 50; E-46100 Burjassot-España

I. INTRODUCCION

El detector ATLAS es uno de los 4 grandes detectores del nuevo colisionador de protones del CERN, el LHC. El calorímetro hadrónico central de ATLAS, llamado TileCal, es un calorímetro de tejas centelladoras como material activo y hierro como material pasivo¹. La luz producida en las tejas es transportada a través de fibras ópticas a dispositivos fotomultiplicadores. La señal de los fotomultiplicadores es muestreada digitalmente cada 25 ns. El propósito de los algoritmos de reconstrucción estudiados es reconstruir la amplitud de la señal del fotomultiplicador a partir de sus muestras digitales. Como la electrónica del detector proporciona una amplitud proporcional a la energía depositada en el material activo reconstruir la amplitud de la señal significa reconstruir la energía del calorímetro.

II. FILTRADO OPTIMO

El algoritmo de filtrado óptimo fue diseñado para reconstruir la señal de los calorímetros que usan liquido ionizante como material activo². La amplitud se reconstruye a partir de una suma ponderada de las muestras digitales. Al mismo tiempo el algoritmo es capaz de reconstruir el tiempo de llegada de la señal y proporciona un estimador de la calidad de la reconstrucción:

$$A = \sum_{i=1}^n a_i (S_i - p), \quad A\tau = \sum_{i=1}^n b_i (S_i - p), \quad \chi = \sum_{i=1}^n \text{ABS}((S_i - p) - Ag_i).$$

Donde A es la amplitud de la señal, τ es su tiempo de llegada, χ es el estimador de calidad de la señal, p el pedestal de la señal, a_i y b_i los pesos del algoritmo para la amplitud y el tiempo respectivamente y g_i los factores de forma de la señal del fotomultiplicador. Los pesos se calculan a partir de la función de autocorrelación del ruido y de la señal del fotomultiplicador. Un problema importante para aplicar el algoritmo es el cálculo del pedestal p . En el detector TileCal el pedestal varía significativamente evento a evento, por tanto, el pedestal debe ser calculado en cada evento. Un método de hacerlo es calcularlo a partir de muestras digitales. Tomando muestras digitales fuera del desarrollo de la señal tomamos muestras del pedestal a substraer. Este método plantea un problema de fiabilidad dada la dificultad de definir exactamente en el tiempo la presencia de señal. Sin embargo los tiempos de llegada de la señal son lo suficientemente estables para que este método proporcione un resultado satisfactorio. A este método lo abreviaremos como OF1.

El nuevo método propuesto consiste en una variación del anterior con el fin de suprimir la necesidad de calcular el pedestal en cada evento. Un replanteamiento en el fundamento del algoritmo anterior permite añadir el pedestal como un tercer parámetro de

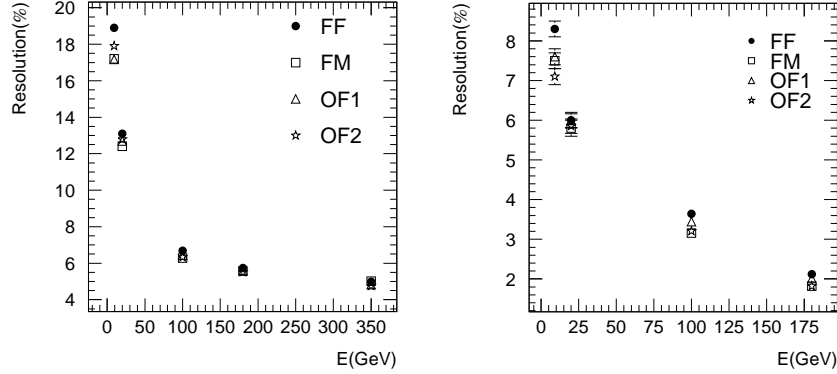


Figura 1. Resolución del calorímetro (en %) en función de la energía (en GeV) para electrones (derecha) y piones (izquierda).

salida y al mismo tiempo evitar la presencia de p en los cálculos de la amplitud y el tiempo de llegada de la señal. Las nuevas ecuaciones se convierten en:

$$A = \sum_{i=1}^n a_i S_i, \quad A\tau = \sum_{i=1}^n b_i S_i, \quad p = \sum_{i=1}^n c_i S_i, \quad \chi = \sum_{i=1}^n \text{ABS}(S_i - Ag_i).$$

Donde ahora se han calculado un nuevo conjunto de pesos, c_i , para calcular el pedestal. Este nuevo algoritmo mejora el anterior ya que aumenta la fiabilidad en el cálculo del pedestal y reduce la complejidad y el tiempo de cómputo global del algoritmo, factores estos últimos clave para una implementación del algoritmo en procesadores digitales de señal con tiempos de cómputo restringidos. Este último algoritmo será abreviado como OF2.

III. RESULTADOS

Con el fin de estudiar el rendimiento de los algoritmos en reconstrucción de energía los hemos aplicado a datos obtenidos sometiendo módulos de TileCal a haces de partículas, en concreto piones y electrones. Los resultados están representados en la figura 1 junto con los resultados que proporcionan otros algoritmos de reconstrucción de energía, uno más sencillo (FF) y otro más sofisticado (FM). Los resultados muestran como ambos, OF1 y OF2, obtienen una resolución igual o mejor que FM y siempre mejor que FF. Esta mejoría es especialmente notable a bajas energías, donde la contribución a la resolución del ruido electrónico es mayor.

Agradecimientos: W.E. Cleland, T. Davidek, R. Leitner, J. Sánchez, R. Stanek y R. Teuscher.

Referencias

- ¹ ATLAS Collaboration. Tile Calorimeter Technical Design Report. CERN/LHCC 96-42, CERN, 1996.
- ² E.G. Cleland, W.E. Stern. Signal processing considerations for liquid ionization calorimeters in a high rate environment. Nucl. Instr. Meth., 338:467, 1994.