

Reconstrucción de Jets mediante el algoritmo Energy Flow en ATLAS

C.Iglesias¹

¹ Institut de Física d'Altes Energies (IFAE), Universitat Autònoma de Barcelona, Edifici Cn, 08193 Bellaterra.

I. INTRODUCCIÓN

El LHC es un acelerador y colisionador de protones construido en el CERN. Dicha máquina funcionará con una alta luminosidad ($10^{-34} \text{ cm}^2\text{s}^{-1}$) y abarcará rangos de energías desde los GeV, para cubrir la física del quark b, hasta el orden de los TeV, para tratar de estudiar nueva física, más allá del Modelo Estándar.

LHC consta de cuatro detectores, de entre ellos, ATLAS¹ tiene un propósito general de estudio de la física que ofrece LHC. ATLAS ha sido diseñado para tener una buena calorimetría electromagnética en la medida de la energía e identificación de fotones y electrones, completada por una calorimetría hadrónica para realizar medidas precisas de la energía transversa faltante E_T^{miss} y *jets* gracias a su completa cobertura. Además ATLAS será capaz de medir con alta precisión el momento de los muones, así como las trayectorias de las partículas cargadas curvadas por efecto del campo magnético solenoidal de 2 T en la región central y el campo toroidal en el detector de muones alrededor de la calorimetría.

II. LOS JETS EN ATLAS

Los *jets* resultan de la fragmentación de los partones y consisten en chorros de partículas, en su mayoría hadrones: piones cargados y neutros, algunos kaones y una pequeña proporción de protones y neutrones. Aparecen en el detector como una composición de materia hadrónica cargada (principalmente π^+ y π^-), de materia hadrónica neutra (k_L y neutrones) y electromagnética neutra (fotones procedentes de $\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma$).

El calorímetro hadrónico está segmentado longitudinal y transversalmente en ϕ (áng. azimutal) y η (pseudorapidity), definiendo una granularidad $\Delta\eta \times \Delta\phi \sim 0.1 \times 0.1$ del orden del tamaño de la cascada hadrónica. De forma que los jets son observados como *clusters* con energía localizada en *torres* adyacentes de 0.1×0.1 en η - ϕ y suelen reconstruirse mediante un cono centrado en la torre de mayor E_T y radio $\Delta R = \sqrt{\Delta\eta^2 + \Delta\phi^2}$ de 0.4 o 0.7.

La correspondencia entre los partones producidos en el *hard-scattering* y la energía reconstruida en el calorímetro está influenciada por diversos factores: efectos físicos tales como la fragmentación, estados de radiación inicial y final e interacciones de otros partones del protón, y efectos del detector, como el campo magnético, no linealidades, material muerto, la granularidad, el ruido electrónico y las fugas longitudinales de energía. Por tanto, la reconstrucción de los *jets* no es trivial, y en muchas ocasiones además depende del algoritmo utilizado en la reconstrucción del *jet* (tamaño del cono o algoritmo de clusterización, separación entre *jets*, solapamiento...).

La información obtenida sobre los *jets* será ampliamente utilizada en muchos de los canales de la física de LHC. A parte de estudios de QCD, los *jets* se usan en análisis de confirmación del SM (reconstrucción de resonancias de W y Z, o del quark top, búsqueda del SM Higgs...), y estudios de física mas allá del SM como dimensiones extra, SUSY...

III. EL ALGORITMO “ENERGY FLOW”

Por ello, es importante tratar de mejorar la resolución en la energía de los *jets*. Alrededor de 2/3 de la energía del jet provienen de partículas cargadas (π 's y K's), sin embargo los algoritmos de reconstrucción de jets no utilizan la información de las trazas,

por esta razón es interesante utilizar el algoritmo “Energy Flow”. Este algoritmo consiste en trabajar conjuntamente con la información a nivel reconstrucción de las trazas obtenida a partir del detector central y la información de la energía depositada en los calorímetros, completándola con la identificación de partículas.

A bajo PT, el error en el momento de las trazas es menor que el error en la energía de los calorímetros. Para el caso del Barrel Central ($\eta=0$):

$$\frac{\sigma_{Pt}}{Pt} = 0.036 \% Pt \oplus 1.3\% \quad \frac{\sigma_E}{E} = \frac{50 \%}{\sqrt{E}} \oplus 3\%$$

con Pt y E en GeV. Por ejemplo, la resolución del calorímetro para un π^\pm de 10 GeV es de 16% mientras se mide su Pt con una precisión de 1.3%.

De esta forma, aplicando el algoritmo “Energy Flow” para sustituir las fluctuaciones en energía en los calorímetros por medidas más precisas del momento se puede llegar a mejorar la resolución en la energía de los jets.

La aplicación de este algoritmo requiere de un buen conocimiento de la forma de la cascada dentro del calorímetro y un estudio del solapamiento de partículas cargadas y neutras en las celdas del calorímetro, ya que este efecto limita la eficiencia del algoritmo.

IV. ATHENA-ATLFAST

Los inicios de este algoritmo se remontan a la era del LEP, dentro del proyecto ALEPH². Hoy en día, para el detector ATLAS, se está empezando a desarrollar dentro de ATHENA, el entorno de software ‘offline’ de ATLAS, el paquete de reconstrucción EFlowRec³ que utiliza como entradas las señales del detector simuladas en todo detalle.

ATLFAST⁴ proporciona una rápida simulación de la respuesta del detector a las partículas y su posterior reconstrucción, frente a la ‘Full Simulation’ que consume gran cantidad de CPU. En ATLFAST no hay una simulación detallada de las cascadas en los calorímetros ni de las señales dejadas por las trazas en el detector de Si, sólo se parametriza la resolución de la energía en calorimetría, y se simulan la eficiencia y la resolución en P_T en el detector central. En concreto, el paquete ATHENA-ATLFAST⁵ es una implementación en C++ Orientada a Objetos que permite definir el cuadri-momento de las partículas y reconstruir *clusters* y *jets* dentro de los calorímetros además de caracterizar las trazas. Algunos aspectos relacionados con la fragmentación tales como el solapamiento, se pueden estudiar con ATLFAST, aunque cuando la influencia del comportamiento de la cascada hadrónica es mayor, se hace necesario continuar el análisis con “Full Simulation”.

Referencias

¹ ATLAS Collaboration, ATLAS Detector and Physics Performance Technical Design Report CERN/LHCC/99-14, ATLAS TDR 14 (1999)

² ALEPH Collab, ‘Performance of the ALEPH detector at LEP’ CERN-PPE/94-170 (1994)

³ EFlowREC Package Web page:

<http://atlas.web.cern.ch/Atlas/GROUPS/PHYSICS/JETS/EFLOWREC/eflowrec.htm>

⁴ E.Richter-Was, ‘ATLFAST 2.0 A fast simulation package for ATLAS’, ATLAS Note ATL-PHYS-98-131 (1998)

⁵ Athena-Atlfast Web page: <http://www.hep.ucl.uk/atlas/atlfast/>

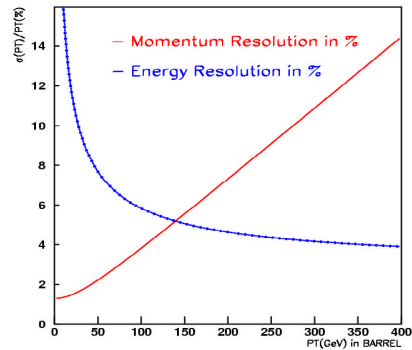


Figura 1. Resolución en PT en el detector central y resolución en E en el BARREL ($\eta=0$) del calorímetro. Para $Pt=140$ GeV $\sigma_{Pt}/Pt \approx \sigma_E/E$.

