

Diseño de un sistema de adquisición de datos entre los niveles 1 y 2 de Trigger para el calorímetro hadrónico de ATLAS (LHC)

J. Castelo¹, V. Castillo¹, C. Cuenca¹, E. Higon¹, A. Ferrer¹, E. Fullana¹, B. Salvachúa¹, J. Torres²

¹ Dep. De Física Atómica, Univ. Valencia-IFIC, Avda. Dr. Moliner, 50, Burjassot (Valencia), España

² Dep. De Ingeniería Electrónica, Univ. Valencia, Avda. Dr. Moliner, 50, Burjassot (Valencia), España

I. INTRODUCCIÓN

El trabajo aquí expuesto versa sobre la adquisición de datos del calorímetro hadrónico TILECAL del detector ATLAS en el acelerador LHC. Se trata de un “Read Out Driver” que trata y discrimina, según unas pautas dadas, toda la información del calorímetro entre los niveles 1 y 2 de “Trigger” del sistema de adquisición general de ATLAS¹ (ver Figura 1).

II. SISTEMA ROD DEL CALORÍMETRO HADRÓNICO TILECAL

El calorímetro hadrónico Tilecal está formado, básicamente, por un sistema de lectura compuesto por un material pasivo (hierro), un material activo (centelleador) y un transductor (fotomultiplicador), con un total de hasta ~ 10000 canales de este tipo organizados en celdas que cubren toda la geometría del detector. Todos estos canales son acondicionados y digitalizados con una electrónica situada en cajones (“drawers”). Cada cajón puede leer hasta 45 canales del detector. El sistema completo consta de 256 “drawers”, y de cada uno ellos sale una fibra óptica con la información digitalizada de cada celda del calorímetro (Figura 2). Debido a esta arquitectura, el sistema ROD de Tilecal ha de ser capaz de leer estas 256 fibras ópticas y procesar los datos con eventos que satisficieron el trigger de nivel 1 de ATLAS (100KHz). Para cada celda del calorímetro, a partir de 7 muestras de 10 bits (“raw data”) se calculan mediante algoritmos de gran rendimiento en precisión y velocidad (Optimal filtering²) la energía depositada en cada celda, el tiempo de llegada, y una estimación de la calidad de forma del pulso (χ^2). Sólo en eventos de alta energía o apilamiento de señales (pile-up) está previsto enviar toda la información. De esta forma se reduce a la mitad la cantidad de datos de salida respecto a la entrada, todo ello en **tiempo real**.

Para implementar un sistema de adquisición de datos con unas especificaciones tan restrictivas, se necesita usar la última tecnología en dispositivos programables (FPGAs) y procesadores digitales de señal (DSPs). Con los algoritmos desarrollados y con una programación en ensamblador del DSP hemos conseguido unos tiempos de procesado de $\sim 5,5\mu\text{s}$, que están muy por debajo del reto de $10\mu\text{s}$ que requieren las restrictivas especificaciones del trigger de nivel 1 de ATLAS. En la Tabla 1 se pueden observar las especificaciones del sistema ROD.

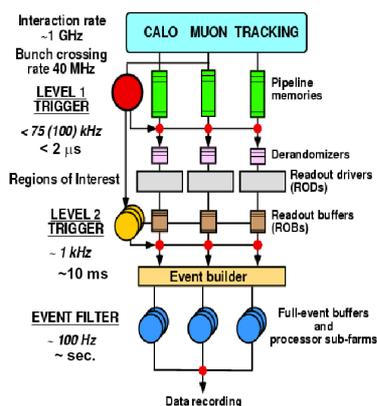


Figura 1. Sistema de adquisición de datos general del detector ATLAS con tres niveles de discriminación (triggers).

III. INSTALACION EN TESTBEAMS

Los módulos ROD se encuentran en fase de diseño para la versión final (más integrada), y los prototipos RODdemo³ han sido programados y testados en nuestro laboratorio en distintos lenguajes (C, C++, VHDL, ASM) ya que el sistema está compuesto de CPUs VME, FPGAs, DSPs, enlaces ópticos de gigabit, etc.

Está previsto que en el presente año se instale e integre este sistema dentro del entorno “testbeam” de “Tilecal” para adquirir datos reales con el haz del acelerador SPS en el CERN. El “testbeam” nos provee de un banco de pruebas con los módulos de hierro, centelladores, PMTs, digitalizadores, etc., para integrar nuestro sistema de adquisición en un escenario lo más parecido posible al diseño final en ATLAS⁴.

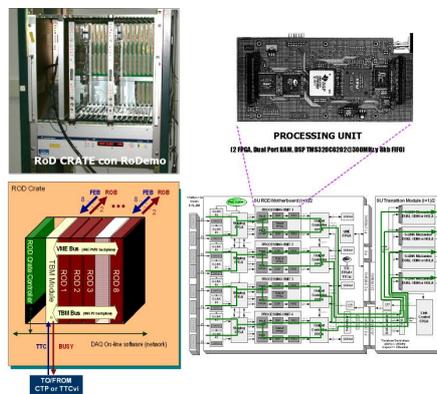


Figura 2. Sistema de lectura ROD organizado en cuatro particiones. La figura muestra una partición (1 ROD crate), la foto del prototipo RODdemo y un detalle de la unidad de proceso (PU) con DSP (4 por ROD motherboard)

Tabla 1. Especificaciones generales del sistema ROD para la lectura, procesado y envío de datos del calorímetro hadrónico ATLAS-TILECAL

Número de canales	9856
Número de enlaces fibra óptica	256 (516*)
Ancho de Banda de entrada total @ 100kHz Lvl1 trigger (Gbytes/sec)	14,03 (24,06*)
Número de enlaces por modulo ROD	8(16*)
Número de RoDs	32 (64)
Tiempo de proceso con LV11 trigger 100KHz en tiempo real	10µs
Capacidad de procesado en MIPS	68992
Número de enlaces ópticos de salida	64
Ancho de Banda de salida total @ 100kHz Lvl1 trigger (Gbytes/sec)	6,7

*En caso de leer dos fibras con información redundante para mejorar la tolerancia a la radiación (alta luminosidad)

IV. REFERENCIAS

Agradecimientos: A todas las personas que de forma directa o indirecta han colaborado activamente en este proyecto y a la gente que me ha soportado -y lo siguen haciendo- por pensar booleanamente en muchas ocasiones. Ellos saben quienes son.

Referencias

- ¹ ATLAS Trigger and DAQ steering group (1998). “Trigger and Daq Interfaces with FE systems: Requirement document. Version 2.0”, DAQ-NO-103.
- ² F. Camarena, J.Castelo, E. Fullana (28 Nov 2002). Optimal Filtering applied to 1998 Test Beam of Module 0. ATL-TILECAL-2002-015 (CERN).
- ³ J. Castelo, V. González, J. Martos, E. Sanchis ; G. Torralba y J. Torres (2001). On the developments of the Read Out Driver for the ATLAS Tile Calorimeter. En LEB 2001 7th Workshop on Electronics for LHC Experiments. [ISBN 92-9083-188-0]
- ⁴ J.Castelo, E. Fullana y J.Torres (2002). ROD General Requirements and Present Hardware Solution for the ATLAS Tile Calorimeter. En LECC 2002 8th Workshop on Electronics for LHC Experiments. [ISBN 92-9083-202-9]