CARACTERIZACION DE 1500 FOTOMULTIPLICADORES DEL CALORIMETRO HADRONICO DE ATLAS

B. Salvachúa[1], F. Camarena[1], J. Castelo[1], V. Castillo[1], C. Cuenca[1], E. Higón[1], A. Ferrer[1], E. Fullana[1]

[1] Dpto. Física Atómica, Molecular y Nuclear, IFIC, Universidad de Valencia-CSIC, Av Dr. Moliner,50, Burjassot, (Valencia), España.

En la configuración final del calorímetro hadrónico de ATLAS serán utilizados unos 10000 fotomultiplicadores (PMT), los cuales están siendo probados en 7 bancos de test idénticos repartidos entre las diferentes instituciones colaboradoras.

Para la caracterización de estos fotomultiplicadores se realizan dos tipos de medidas:

Medidas bajo luz continua, simulando el ruido de fondo debido a eventos de minimum bias:

1. Eficiencia cuántica[1]: Cociente del número de electrones liberados por el fotocátodo y el número de fotones que llegan.
2. Eficiencia de colección: Relación entre el número medio de electrones que llegan al primer dínodo y el número de electrones que sale del fotocátodo.
3. Ganancia del fotomultiplicador: Número de electrones recogidos en el ánodo y el número de electrones que salen del primer dínodo.
4. Corriente oscura: Corriente producida por el fotomultiplicador en ausencia de luz.
5. Término de deriva: Es la evolución de la señal del PMT bajo exposiciones prolongadas de luz continua (3 horas).

Medidas bajo luz pulsada, simulando la llegada de un evento.

1. Ganancia en modo pulsado.
2. Corriente oscura.
3. Linealidad: Corriente eléctrica producida en función de la intensidad de la luz incidente.

El banco de test[2,3,4]consiste en dos cajas, una que contiene las fuentes de luz continua y pulsada y otra que contiene los elementos ópticos, una crate VME responsable de la comunicación y control de todo el sistema y del flujo de datos, una crate NIM con diversos módulos hechos a medida con el objetivo de suministrar los voltajes a las cajas y un ordenador PC que contiene el software basado en Labview, de National Instruments, encargado de controlar, analizar y almacenar los datos.

Como fuentes se utilizan dos LEDs azules de longitud de onda de 480nm. De la caja de los LEDs salen dos fibras líquidas que repartirán la luz a dos conjuntos de 25 fibras ópticas las cuales irán a la caja de los fotomultiplicadores. Cada PMT recibe luz de dos fibras, una fibra viene del diodo que emite luz pulsada y la otra del de luz continua.

En el Tile calorimeter se quieren detectar, aparte de electrones y hadrones, muones. Los muones producen una señal muy pequeña al atravesar el material centelleador, así que es importante una buena eficiencia cuántica para poder recoger esta señal. En la figura 1 está representada la eficiencia cuántica de unos 1500 PMTs. La distribución de dichos valores se ajusta a una gausiana obteniendo una eficiencia cuántica media de 18.6%.

Definimos el voltaje nominal como el voltaje que se debe aplicar al PMT para que su ganancia sea de 10^5. En la figura 2, arriba, está representado el voltaje nominal calculado para luz continua (STEP 1) frente al calculado para luz pulsada (STEP 2). Uno de los requisitos es que el voltaje nominal sea menor de 800 voltios y mayor de 500 v con la finalidad de poder suministrar un voltaje del mismo orden de magnitud a todos los PMTs.

Apreciamos una alta correlación entre las medidas bajo luz pulsada y continua (R = 0.92). En la figura 2, abajo, se representan los residuos, es decir, la desviación de cada punto respecto al ajuste.

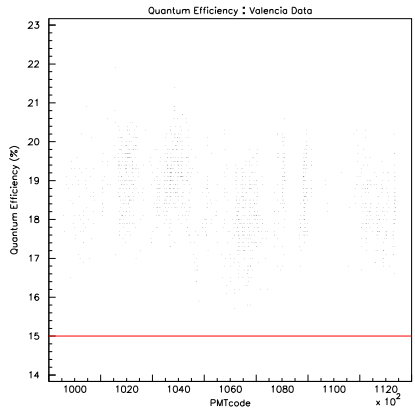

Figura 1. Eficiencia cuántica

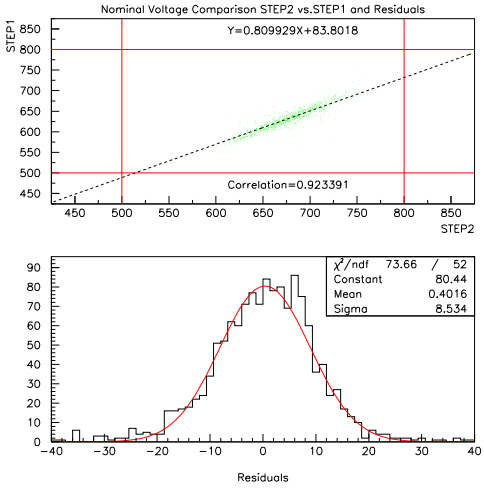

Figura 2. Arriba: Comparación del voltaje nominal para luz continua (STEP1) y para luz pulsada (STEP2). Abajo: Residuos del ajuste.

Una tarea necesaria para calcular la ganancia fue medir la corriente del fotocátodo la cual es del orden del nanoamperio, esto se logró cortocircuitando todos los dínodos del PMT con unas bases especiales.

Agradecimientos: Al grupo TILECAL en Clermont-Ferrand por su participación en el diseño de los bancos de test, a Andrés de Juan, del IFIC, por la labor realizada en el desarrollo de los módulos electrónicos y a todos aquellos que de una forma u otra están contribuyendo a que todo esto sea posible.

Referencias

[1] Techniques for nuclear and particle physics experiments. Leo, William R.

[2] M. Crouau, G. Montarou, D. Rey, Technical characteristics of the prototype of the TILECAL photomultipliers test-bench. ATL-TILECAL-98-148 (CERN).

[3] Tesis de licenciatura de Santiago González de la Hoz.

[4] Tesis de licenciatura de Francisco Camarena Femenía.