

# El experimento FAST

G. Martínez, J. Berdugo, J. Casaus, C. Mañá, J. Marín, E. Sánchez, C. Willmott

CIEMAT, Avda. Complutense, 22. 28040 Madrid. gustavo.martinez@ciemat.es

## I. EL EXPERIMENTO FAST

El experimento FAST (Fiber Active Scintillator Target) tiene como objetivo la medida de la vida media del muón ( $\mu^+$ ) con una precisión de 2ps, lo que permitirá determinar la constante de Fermi  $G_F$  con una precisión de una parte por millón. Esto supondrá mejorar en un orden de magnitud la media mundial actual<sup>1</sup>. El dispositivo experimental consiste en un detector de centelleo que actúa como blanco y en el que se detienen los piones de un haz continuo de 170 MeV/c proporcionado por el acelerador de protones<sup>2</sup> del Paul Scherrer Institut (PSI), situado en Villigen (Suiza). El blanco se compone de barras de plástico de centelleo que forman un prisma cuadrangular de  $20 \times 19 \times 12 \text{ cm}^3$ , cada una de las barras contiene dos fibras ópticas en su interior que actúan como guías de luz y que se conectan a un píxel de un fotomultiplicador multiánodo. Un total de 1536 barras componen una matriz de  $32 \times 48$  píxeles dividida en 96 grupos de 16 píxeles, cada uno de los cuales cubre un área de  $4 \times 4 \text{ mm}^2$  y que define la granularidad del sistema. En la figura 1 se puede ver un esquema del detector.

Cuando un pion del haz se detiene en el blanco, se identifica la cadena de desintegración  $\pi^+ \rightarrow \mu^+ \rightarrow e^+$  y se miden las coordenadas espacio-temporales de producción del muon y del electrón en un rango de  $20 \mu\text{s}$ . La medida temporal se lleva a cabo con módulos temporizadores que utilizan el chip TDC (Time to Digital Converter) desarrollado por el grupo de microelectrónica del CERN<sup>3</sup>, el cual permite trabajar con resoluciones temporales adecuadas para los objetivos del experimento.

El fotomultiplicador (PMT) utilizado es el modelo R7600-M16 de Hamamatsu. Se trata de un PMT multiánodo sensible a la posición que cuenta con 16 píxeles dispuestos en una matriz  $4 \times 4$ , cada uno de ellos recoge la luz de centelleo producida en la correspondiente barra y guiada por el par de fibras ópticas asociadas, y produce el pulso de carga en el canal conectado a la electrónica frontal. Cada píxel está conectado a un canal analógico independiente.

La electrónica frontal está compuesta por la cadena preamplificador-discriminador, que proporciona dos salidas. Una de alto nivel de discriminación (HL), para que el sistema de disparo de segundo nivel identifique el  $\pi$  y el  $\mu$ , y la otra de bajo nivel de discriminación (LL) sensible también a los electrones, que a estas energías actúan como partículas de mínima ionización.

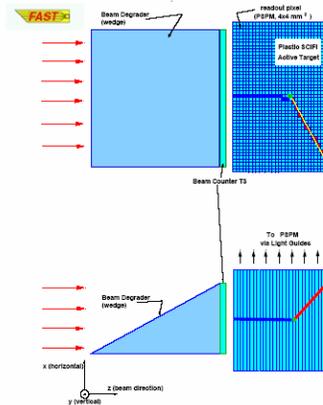


Figura 1. Esquema del detector FAST

El análisis de los datos se realiza on-line y sólo se conservan los histogramas de interés y un 10% de los eventos recogidos, que se utilizan para el estudio de posibles efectos sistemáticos. En la figura 2 podemos observar el histograma del tiempo de vida del muón obtenido tanto del análisis on-line (total) como off-line (10% del total) para una muestra de  $10^8$  eventos obtenida en una toma de datos realizada en 2003 y dedicada principalmente a labores de verificación del sistema.

## II. SISTEMA DE DISPARO

Para obtener una precisión de 1ppm en la medida de la vida media del muón se necesita adquirir y analizar una muestra de  $10^{12}$  eventos. Teniendo en cuenta que será necesaria una ventana de observación de  $9\tau_\mu$  (siendo  $\tau_\mu$  el valor que se desea calcular), es decir, unos  $30\mu\text{s}$ , y que el periodo de toma de datos razonable es de, aproximadamente, 2 meses, la adquisición debe realizarse con eventos solapados temporalmente (hasta 40 desintegraciones de pion en una ventana temporal), lo que hace necesaria cierta paralelización en la toma de datos. Por otro lado, en estas condiciones la intensidad del haz debe ser del orden de 1MHz, frecuencia de trabajo que supera con creces las capacidades de transferencia de datos del sistema de adquisición.

Con el fin de poder gestionar el solapamiento de eventos en el detector, es necesario un sistema de disparo de segundo nivel (LV2) que lleve a cabo, principalmente, dos operaciones, necesarias para reducir la tasa de datos que el sistema de adquisición y análisis on-line deben procesar. La primera es identificar y localizar las desintegraciones  $\pi \rightarrow \mu$  utilizando las señales con alto nivel de discriminación y la segunda es definir una región de interés para cada evento, de tal forma que sólo sean disparados, y por tanto leídos, los módulos de temporización que contengan algún píxel de dicha región, con la consecuente reducción de datos a transferir. El CIEMAT ha realizado el diseño completo y la construcción del LV2. Durante el año 2004 se ha comprobado su correcto funcionamiento en diversas pruebas con haz y en 2005 se espera realizar la primera toma de datos en la configuración final del experimento.

## Referencias

- <sup>1</sup> J. Kirby, M. Pohl, et. al "Precision Measurement of the  $\mu^+$  Lifetime ( $G_F$ ) with the FAST Detector" PSI Tech. Rep. R-99-06.1 May 27 1999
- <sup>2</sup> [http://www.psi.ch/forschung/benutzerlabor\\_protonen\\_e.shtml](http://www.psi.ch/forschung/benutzerlabor_protonen_e.shtml).
- <sup>3</sup> J. Christiansen. (2002, Jul) High Performance Time to Digital Converter. Version 2.2 CERN/EP-MIC. <http://micdigital.web.cern.ch/micdigital/hptdc.htm>

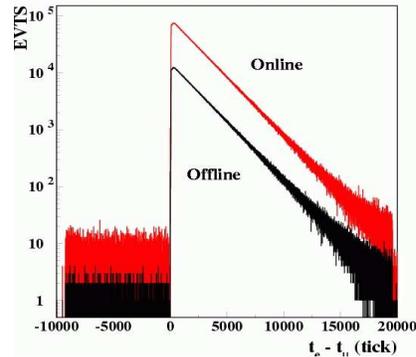


Figura 2. Histograma de tiempo de vida del muón on-line (rojo) y off-line (negro) obtenido en el run del año 2003.