

Construcción de un detector de Tiempo de Vuelo para CDF.

J. Piedra, I. Vila, S. Cabrera, G. Gómez, J. Fernández, T. Rodrigo, A. Ruiz, R. Vilar

Instituto de Física de Cantabria, CSIC - Universidad de Cantabria, Santander

Tras el periodo de toma de datos 1992-1996, Run I, el detector CDF ha experimentado mejoras sustanciales en preparación para el Run II del Tevatron, que acaba recientemente de comenzar. Durante el Run I la identificación de partículas en CDF se basaba exclusivamente en la información de dE/dX proporcionada por la cámara central de deriva. dE/dX proporcionó una separación de aproximadamente una desviación estándar entre kaones y piones de momento transversal mayor de 2 GeV/c. En Enero de 1999, se aprobó la construcción de un nuevo detector de Tiempo de Vuelo (TOF)¹ para el upgrade de CDF. Este sistema deberá tener una resolución temporal de aproximadamente 100 ps y ser capaz de identificar kaones de piones con al menos 2 desviaciones estándar, para kaones con momento transversal por debajo de 1.6 GeV/c. El nuevo detector TOF complementará las medidas de dE/dX realizadas con la nueva cámara de deriva central (COT), permitiendo una identificación de kaones en todo rango de momentos con al menos 1.2 desviaciones estándar. La presencia del TOF mejora sensiblemente las capacidades de CDF en un amplio espectro de física de B, resultando en una mejora de la capacidad de identificación del quark b, crucial para estudios de violación CP y oscilaciones B_s^0 - Anti- B_s^0 .

I. EL DETECTOR TOF

La técnica empleada para la medida del tiempo de vuelo se base en barras centelleadoras y fotomultiplicadores de tipo "fine mesh". Hay un total de 216 barras de centelleador (Bicron, BC-408), de 279 cm de longitud y aproximadamente 4×4 cm² de sección. Este centelleador se caracteriza por una longitud de atenuación de ~ 3 m y un tiempo de respuesta rápido (tiempo de subida ~ 0.9 ns). Las barras se sitúan a un radio de ~ 138 cm desde la línea del haz, en un espacio de 4.7 cm de radio entre la cámara de deriva central y el criostato del solenoide de CDF. El espesor del material del sistema de trazas, situado antes del TOF es menor que 10% longitudes de radiación. El sistema cubre la zona de pseudo-rapidez de $|\eta| < 1$.

En cada extremo de la barra de centelleador se coloca un tubo fotomultiplicador (PMT) de la firma Hamamatsu (R7761, 19-stage, fine mesh PMT). El sistema total consta de 432 PMTs. Para optimizar la cantidad de fotones colectados, un concentrador parabólico es pegado en la superficie del fotocátodo mediante cemento óptico, además, una oblea de silicona entre la barra y el concentrador parabólico asegura un buen contacto óptico que evite la pérdida de señal debido a reflexiones en las superficies de los diferentes dioptrios.

Estos tubos operan en un campo magnético de 1.4 T producido por el solenoide de CDF, con una disminución en su ganancia. En el análisis² de caracterización de estos tubos se han obtenido resoluciones intrínsecas < 100 ps y una reducción de ganancia, debido al campo magnético, de un factor 500. Las ganancias exhiben un comportamiento muy estable en presencia de campos magnéticos. Los tubos pueden operar con voltajes de hasta 2500 V.

Para esta aplicación, se ha diseñado una base de alta tensión que se acopla al fotomultiplicador. La señal diferencial formada entre el ánodo y el último dinodo pasa a un preamplificador que la envía a una distancia de 10m hasta la electrónica "front-end" basada

en el bus VME y diseñada específicamente para este detector. En el chasis VME la señal sigue dos caminos uno para la medida de tiempos y el otro para la medida de la carga. En el camino de tiempos la señal tras ser discriminada sirve de disparo a un circuito TAC (Convertidor de Tiempo a Amplitud). El TAC es detenido por una señal de "STOP" común distribuido a todos los canales del TOF con un "jitter" inferior a 25ps. En el segundo camino se realiza una integración de la carga del pulso dentro de una ventana ajustable, esta información se utilizara para corregir la dependencia entre la medida del tiempo y la amplitud del pulso.

II. IDENTIFICACIÓN DE KAONES Y ETIQUETADO DE SABORES

La identificación de partículas con el sistema TOF se realiza midiendo la diferencia (tiempo de vuelo) en el tiempo de llegada de la partícula al centelleador y el tiempo en que se ha producido la colisión, t_0 . La masa de la partícula se determina a partir del momento de la partícula (p), la longitud de camino atravesada (L) y el tiempo de vuelo, t . Las dos primeras cantidades (p y L) son obtenidas a partir de las medidas en el sistema central de trazas de CDF.

La identificación de un kaón cargado puede usarse para el etiquetado del sabor de mesones B, en lo que se conoce como 'same side' u 'opposite side flavor tag'. En particular, la técnica de 'opposite side flavor tag' basada en la identificación del sabor del segundo hadrón B en el suceso que permita inferir el sabor del hadrón B de interés en la colisión no estaba completamente establecida durante el Run I. Estudios de simulación muestran que combinando las diferentes técnicas de etiquetado el sistema TOF permite doblar la eficiencia de etiquetado de B, para mesones $B_0^s/\text{Anti-}B_0^s$.

La instalación del sistema TOF, con exclusión de la electrónica, se completo a mediados de 2000. Actualmente se esta en fase de 'commissioning'³ del sistema y se espera que el detector en su conjunto este listo para la toma de datos de física en el verano del presente año.

Referencias

¹The CDF-II Coll. 'Proposal for enhancement of the CDF-II Detector: an Inner silicon Layer and Time of Flight Detector (P-909).

²S. Cabrera et al., 'Test and calibration of the Photomultipliers for the CDF-II TOF system', CDFnote 5574(2001)

³G. Bauer et al., 'Time of Flight Data from the CDF-II Commissioning Run', CDFnote 5574(2001).