Contenido

Lista de Figuras

Capítulo 1

Procedimientos

1.1 Verificación del funcionamiento de los tubos fotomultiplicadores

El primer paso en la implementación de C2 y C3 fue la revisión de cada una de las células fotoeléctricas para la verificación de su correcto funcionamiento. Para cada uno de los 110 tubos fotomultiplicadores de C2 y los 100 de C3 se varió el voltaje de alimentación hasta obtener una señal promedio de 20mV originada por emisión térmica de electrones. Este procedimiento permitió la identificación de los tubos fotomultiplicadores defectuosos y de los que no tenían una ganancia suficiente para obtener la eficiencia deseada en los detectores. Además proporcionó un punto de partida para encontrar el voltaje adecuado para la ganancia que se necesita para tener una lectura clara de las señales en los ADCs.
El resultado de este procedimiento dio como resultado el hallazgo de XX tubos defectuosos, X en C2 y Y en C3. La mayoría de estos mostraban fracturas en la zona donde se encontraban los conectores de los diferentes dínodos del fototubo, en algunos casos muy pequeñas, pero suficientes para causar una pérdida del vacío en los tubos y oxidar los cátodos. De esta manera, al oxidarse, los cátodos pierden la capacidad de emitir electrones térmicos o fotoelectrones en presencia de luz Cerenkov.

Otro de los defectos hallados en varios tubos fotomultiplicadores de C3 fue el relacionado con la forma del pulso eléctrico obtenido de ellos. En varios casos la señal era muy irregular mostrando zonas de repeticiones continuas de pulsos secundarios y un límite final que caía en un tiempo largo comparado con las señales más limpias de los tubos de comportamiento normal (ver figura señales).

Una posible explicación al comportamiento de estos tubos es que hayan sido contaminados con Helio. Es posible que Helio, el radiador de C3, se haya difundido a través de las ventanas de estos fototubos y, en consecuencia ser responsable de emisión de electrones por ionización causando subsecuentes pulsos electricos acompañando a la señal original.

Los tubos defectuosos fueron reemplazados con tubos provenientes de detectores de experimentos anteriores, los que, a su vez, fueron probados siguiendo el mismo procedimiento y se encuentran listos en necesidad de reemplazo.

1.2 Revisión del sistema de alto voltaje

El sistema de alto voltaje para C2 y C3 es el 1440 de LeCroy que consiste de un bastidor con capacidad para 16 tarjetas de 16 canales de alto voltaje cada una. Un módulo controlador se encarga de comunicarse con la red de computadores y controlar cada una de las tarjetas de alto voltaje. El sistema consta, además, de dos módulos que sirven de fuente de poder para todo el sistema.

La revisión de este sistema consistió, en primer lugar, de la inserción en la base de datos de los valores preliminares de alto voltaje para todos los canales de C2 y C3. Cada entrada incluye el nombre y número del canal, el número de bastidor, el número de ranura en el bastidor y el número de canal en la ranura, el tipo de módulo al que está conectado el canal, el valor del voltaje, la tolerancia en este valor, y las fechas de creación y de validez de la entrada en cuestión.

El siguiente paso fue la conexión de los cables de alto voltaje de C2 y C3 a los módulos de alto voltaje 1443PF, instalados, en el caso de C2 en el

bastidor #2 y en el de C3 en el bastidor #5. Al encender los bastidores y elevar los voltajes se encontró que fue necesario el reemplazo de las fuentes de poder del bastidor número 2. Por otro lado se encontró que dos tarjetas de alto voltaje 1443PF estaban dañadas, una en el bastidor #2 y otra en el bastidor # 5, incapaces de dar el voltaje necesario en todos los canales, por lo que fue necesario reemplazarlas.
Después de instalado el sistema de alto voltaje, se volvió a revisar las señales de cada canal, pero esta vez en el cuarto de control, observando las señales llegando al panel de interconexión. Se pudo observar que algunas señales no llegaban al panel de interconexión, a pesar de mostrar un buen funcionamiento cuando fueron revisadas a la salida del fototubo. Se encontró que uno de los cables de señal, correspondiente a C3-67, estaba incompleto, sólo consistía de una sección de unos pocos metros desde el panel de interconexión necesitándose preparar y tender un nuevo cable de longitud adecuada para reemplazar este. Por otro lado, el problema con otra de las señales perdidas, la de C3-81, se debió a que este cable no llegaba hasta el panel de interconexión, sin embargo en el conector 81 del panel había un cable conectado que resultó ser el cable que originalmente estuvo conectado al fototubo 67, el que, en el momento que se descubrió esto, ya no estaba conectado por haber sido reemplazado. De modo que bastó con conectar al tubo 81 el cable inicialmente conectado al tubo 67. El control del alto voltaje en el E831 se realiza a través de los programas HVOLT y COP, que interactúan con la base de datos y con las fuentes de alto voltaje.

1.3 Revisión y activación de los sistemas de gas

Una parte muy importante del proceso de implementación de los detectores de Cerenkov es la referente al sistema de gases. Ya que los radiadores de estos detectores son gases, es necesario mantener estables las condiciones de estos estos gases para que no cambie su índice de refracción, de otro modo los umbrales de los detectores serían inestables y generaría confusión al momento de la identificación de partículas.
Los detectores de Cerenkov del E831 trabajan, prácticamente, a presión at-

mosférica. La presión del gas es de alrededor de 0.1 pulgadas de agua por encima de la presión atmosférica para asegurar que no haya contaminación por aire. Al haber una presión un poco mayor al interior del detector hay seguridad de que el aire del exterior no podrá ingresar. Pero, para poder mantener la presión deseada y mantener el flujo de gas en un nivel razonable fue necesario asegurarse de que no existan fugas de gas. Fue nitrógeno el gas con que se llenaron C2 y C3 en un primer momento para probar el sistema y verificar que no hubieran fugas. En el caso de C2 se encontró que no podía mantenerse la presión deseada, lo que indicaba la presencia de fugas de gas. El primer lugar para observar fugas de gas fue donde habían sido reemplazados tubos fotomultiplicadores o de donde se habían sacado para revisar los tubos o las bases y luego vuelto a instalar. Debido a que en C2 los tubos dan la cara directamente al volumen de gas radiador, al ser instalados desde afuera, la única manera de sellar la apertura por donde son introducidos es ajustándolos bien contra el borde de estas aperturas, las que tienen una cubierta de caucho para asegurar que se selle bien la zona. Después de asegurar los tubos que fueron retirados el problema de la fuga de gas permanecía, de modo que fue necesario el uso de un detector electrónico. Fue necesario retirar una cubierta de C2 para introducir una fuente de sonido, y por el exterior, con un detector que terminaba en un par de audífonos se fue recorriendo todo el contador hasta encontrar los puntos por donde había escape de gas. Se encontró que había fuga por las aperturas correspondientes a los tubos C2-61 y C2-91, que se detuvo con el ajuste de estos tubos contra los bordes de estas aperturas.

Después de comprobar que la presión se mantenía con un flujo de 5 pies cúbicos estándar por hora (SCFH, standard cubic feet per hour), se procedió a llenar el contador con el gas usado como radiador Cerenkov, óxido nitroso N2O. Este gas se suple al contador mediante un sistema de botellas instaladas en el cuarto de gas norte, a través de tuberías que llegan hasta el detector. El caso de C3 es un poco diferente al de C2. En este caso la presión del gas se pudo mantener sin problemas debido a que los fototubos no dan directamente la cara al volumen de gas sino que están separados de este por ventanas de cuarzo y de CaF_2 de modo que el gas está confinado a una estructura interna bien sellada. Pero el sistema de gas de C3 consta de otra parte, el sistema de Nitrógeno para el drenaje del Helio que pueda difundirse a través de las ventanas. El espacio entre las caras de los fototubos y las ventanas que dan al volumen de Helio en C3 está lleno en todo momento de nitrógeno que, además, está en constante flujo y lavando cualquier cantidad de Helio que haya podido difundirse hasta aquel espacio. Sin este sistema, los fototubos acabarían contaminados con Helio, lo que provocaría mucho ruido y señales parásitas debido a ionización de este gas.

La primera revisión de este sistema mostró que se encontraba en mal estado ya que los borboteadores, que indican si hay flujo de nitrógeno por todos los tubos interconectados con uno de estos (ver figura **borb.ps**), no mostraban ningún burbujeo. La razón de esto era muy parecida al problema encontrado con C2, algunos tubos estaban mal ajustados contra los bordes de la apertura que deben sellar para que no haya escape de gas por ahí y pérdida de presión. Hubo que detectar cuáles eran los tubos mal ajustados conectando la manguera de salida de gas de cada tubo directamente al borboteador para observar si el recorrido de gas era el adecuado y no se escapaba por los bordes del tubo. El control del flujo de gases para C2 y C3 se realiza desde un panel de control al lado de cada detector, consta de válvulas de flujo y de medidores de presión Photohelic, los que controlan la apertura y clausura de las válvulas de entrada y salida de acuerdo al valor de la presión leída. La figura **C3flowmts** muestra los controladores y medidores de C3, el flujo de Helio se fijó en 5 SCFH, valor en que se mantiene estable la presión, y el de Nitrógeno en 2SCFH, que permite un burbujeo estable en todos los borboteadores, lo que indica que hay el deseado flujo de este gas entre las ventanas de los fototubos y las ventanas que dan al volumen de Helio. El monitoreo de la presión del gas se realiza desde el cuarto de control donde se encuentra instalados medidores de presión para ambos detectores, además de una alarma en caso de que la presión de Nitrógeno fluyendo entre los tubos de C3 baje de cierto límite.

1.4 Monitoreo de la Presión y la Temperatura

Fue mencionada ya la importancia de mantener en un estado estable los radiadores de los detectores de Cerenkov para que mantengan sus propiedades

físicas, en especial el índice de refracción. Para poder observar cualquier cambio en estas condiciones ambos detectores tienen instalados medidores de presión y temperatura. La lectura de estas propiedades es realizada a través de un voltímetro digital modelo XXXXX que lee la señal analógica del termómetro y del transductor de presión, convirtiéndolas a valores digitales que luego son traducidos a escalas de grados centígrados y pulgadas de agua de presión por el programa MONSTER, encargado en el E831 del monitoreo electrónico del *hardware* del espectrómetro.
Para tener una historia de las condiciones de los radiadores de C2 y C3 durante todo el período de toma de datos se creó un programa que cada cuatro horas, automáticamente, lee de los archivos temporales creados por MONSTER y escribe los últimos valores medidos de la presión y la temperatura de C2 y C3 en un archivo, C2C3TP.log. Un ejemplo de los datos guardados en este archivo puede observarse en el siguiente párrafo.

```
Date                      Ch_name         Std        Read    Error
May  1 04:26:37 C2TEMP-1    20.000   22.700
May  1 04:26:37 C2PRES-1   408.000  403.755
May  1 04:26:37 C3TEMP-1    20.000   17.250
May  1 04:26:37 C3PRES-1   408.000  400.894

Date                      Ch_name         Std        Read    Error
May  1 08:09:55 C2TEMP-1    20.000   21.450
May  1 08:09:55 C2PRES-1   408.000  406.701
May  1 08:09:55 C3TEMP-1    20.000   16.000
May  1 08:09:55 C3PRES-1   408.000  403.953
```

1.5 Instalación del sistema ADC

En un estante tipo FASTBUS (FASTBUS crate) se instalaron cuatro módulos convertidores analógico-digital (ADC) modelo LeCroy 1881M para C2 y C3. El convertidor 1881M de LeCroy contiene 64 canales de ADC con entradas integradoras de corriente, este módulo tiene como características un tiempo de conversión corto, máxima entrada de datos y un tiempo muerto corto. Los datos pueden ser comprimidos para reducir el volumen de datos y el tiempo de transmisión. El 1881M tiene una memoria capaz de almacenar

hasta 64 eventos, esta memoria puede ser leída a un ritmo de 10 megapalabras por segundo, de esta manera se reduce el tiempo muerto en el sistema de adquisición de datos. La lectura dispersadad de datos es una opción en la que se puede restar del módulo datos no deseados, por ejemplo el fondo digitalizado cuando no hay presencia de pulsos durante la presencia de la puerta. Se pueden especificar 64 constantes, una para cada canal, que se pueden comparar con la mediciones. Solamente los datos que sobrepasan los valores de estos umbrales individuales son incluidos en la memoria de datos del evento. Esta característica de lectura dispersa de datos puede reducir dramáticamente la cantidad de datos que deben ser transmitidos a través de FASTBUS para su procesamiento. Es en esta modalidad en que trabajan los ADC 1881M en el sistema de lectura de C2 y C3, el valor del ruido de fondo, llamado pedestal, es incluído para cada canal y restado de las señales provenientes del detector.
El sistema completo consiste, por una parte, de los cables de señal provenientes de los ánodos de los fototubos, de las paletas conectoras entre el panel de interconexión, donde llegan los cables de señal, y los ADC, y de los convertidores analógico-digital LeCroy 1881M. Por otro lado, se instaló el sistema de puerta maestra, puerta para los ADC, señales de permiso, borrado, y señales para el sistema de lectura de pedestales MONDA. El funcionamiento del sistema es de la siguiente manera. Cuando los detectores que forman parte del sistema disparador detectan señales que indican que un evento con charm ha ocurrido estos envían una señal llamada puerta maestra o *master gate*, esta señal indica a los diferentes componentes del sistema de adquisición de datos que deben proceder a leer la información en los detectores porque es un evento que se desea almacenar. En el caso de los ADC de C2 y C3 esta señal es llevada a un generador de puertas al que también llega la señal de *spill* que es una señal que dura todo el momento en que está presente el haz de fotones interactuando con el blanco del experimento. Cada vez que hay coincidencia entre las dos señales el generador de puerta envía una al ADC y es durante el momento en que la puerta tiene un nivel diferente de cero que el ADC hace la integración de la señal que recibe en ese instante (Ver figura 1.1).

Una parte fundamental de la instalación de este sistema fue la sincronización de las señales entrando en los ADCs y la puerta recibida por estos. Ya que el ADC realiza la integración solamente durante el tiempo en que la puerta

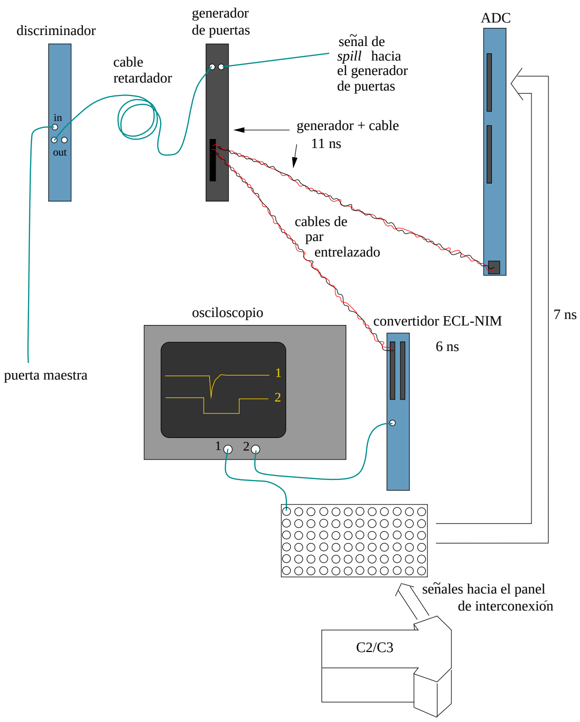

Figura 1.1: Sistema de puerta para los ADC

recibida está activa, con valor lógico 1, era necesario hacer que justo en ese momento fuera recibida la señal del fototubo. Para esto se debió hacer una medición del tiempo de llegada de la señal para cada uno de los 210 canales respecto a la puerta maestra, la medición de estos tiempos permitió establecer las longitudes precisas de los cables transmitiendo las señales de puerta para asegurar una integración completa de los pulsos provenientes de los detectores. Se encontró que los tiempos de llegada de las señales de uno de los detectores podían dividirse en dos grupos. Para el caso de C2 había una diferencia de 40 ns entre los canales de fototubos de 5 pulgadas de diámetro respecto a los canales de fototubos de 2 pulgadas de diámetro. Es por esto que para ese detector la conexión de los cables de señales a los ADCs tuvo que hacerse de manera que todos los canales de uno de los grupos estuvieran en un ADC y todos los canales del otro grupo en el otro ADC, cada uno de estos con un cable de diferente longitud proporcionando la puerta maestra al generador de puertas, el que a su vez envía la señal de integración a los ADCs.

1.6 MONDA

El sistema de monitoreo MONDA tiene como objetivo el control de los valores de los pedestales, que es la carga leída cuando no hay eventos. Esta carga sin eventos es originada por ruido presente en todo el sistema (detectores, cables, fuentes de poder, módulos electrónicos), recogido del ambiente o por medio de la conección de tierra. Este valor del pedestal para cada canal es el que se usa en los ADC con la opción de lectura dispersa de modo que se pueda descartar cualquier señal que esté por debajo del umbral para cada canal.

Para poner en uso MONDA para C2 y C3 se instaló, junto al sistema descrito en el punto anterior, un pulsador estroboscópico que envía durante el intervalo de tiempo en que no está presente el haz de fotones (*interspill*) una serie de señales al generador de puertas. De esta manera se puede obtener una medida de la carga leída por los ADC en ausencia de eventos reales. Este valor de cada pedestal se resta a la lectura durante la presencia de haz para obtener sólo la carga obtenida de fotoelectrones.

El control de este sistema es efectuado por el programa c2ped ejecutado por "mon_sched", administrador de MONDA para todos los detectores con ADCs instalados en el mismo estante FASTBUS, desde el computador fc831 que controla el FSCC del estante donde se encuentran los ADC del sistema de Cerenkov junto con ADCs de otros detectores. C2ped se encarga de disparar el pulsador estroboscópico J41 que, a su vez, activa el generador de puerta módulo 2323 CAMAC si este recibe al mismo tiempo la señal de *interspill*. Las puertas generadas por el módulo 2323 son recibidas por los ADC de C2 y C3 que integran la carga presente en cada canal durante la presencia de la puerta. La información leída durante cada *interspill* es escrita por c2ped en un archivo binario en el directorio /monda/cerenkov/c2/data con prefijo C2C3PED, la que posteriormente puede ser analizada para el estudio de los pedestales.

El estudio de estos archivos mostró caractrísticas importantes de los pedestales como el valor medio y la desviación estándar. Muchos canales mostraban una desviación estándar muy grande, lo que indicaba mucho ruido presente. En algunos casos era posible observar una distribución con dos o tres picos dis-

tinguibles (fig ped anch-ang). Este ruido es muy indeseable debido a que causa una confusión grande en la distinción de señales reales. Por ello se hizo todo lo posible por reducir al máximo el ancho de la distribución de señales de pedestal. El primer lugar para limpiar de ruido el sistema eran los ADCs, sin conexiones externas algunas. La presencia de pedestales con valores de desviación estándar mayores que 1.5 cuentas mostraban una falla en el ADC. Del mismo modo inestabilidades en el valor medio del pedestal a lo largo de un tiempo más largo, por ejemplo varias horas, mostraban también fallas en el ADC y, en consecuencia, requerían del cambio de dicho módulo.
El segundo lugar para observar fuentes indeseables de ruido eran los cables y paletas conectoras, encargados de llevar las señales desde el panel de interconexión, a donde llegan los cables desde las bases de los fototubos, hacia los ADCs. No se encontró en estos ninguna fuente extraordinaria de ruido, pero mediante la instalación de capacitores de bloqueo en cada canal se redujo el ruido entrando al ADC.
Se observó que el ruido causante de la desviación estándar tan grande en aquellos canales estaba presente desde la salida de la señal desde las bases de los fototubos. Uno de los remedios a este ruido fue el aislamiento de los fototubos de 5 de diámetro (cubiertos con pintura metálica) y de las bases conectadas a estos fototubos de la estructura de C3. El contacto de las bases y de los tubos con la estructura metálica de C3 era responsable del recojo de ruido de 60 Hz, lo que hacía que la línea de base oscilara hacia arriba y abajo respecto del nivel cero y que la carga del pedestal leída variase de la misma manera, creando una distribución muy ancha el pedestal para estos canales. El aislamiento se logró cubriendo con cinta adhesiva de aislante eléctrico los fototubos, y con cinta de mylar las bases.
Otra de las causas del pedestal excesivamente ancho en algunos canales fue el ruido introducido por la conexión de alto voltaje. En varios tubos de C3, sobre todo los de 5 pulgadas, el ruido tenía una amplitud de hasta 4mV picopico, la frecuencia del ruido era de 62 kHz, causando que el pedestal para estos canales sea excesivamente ancho, incluso mostrando tres picos distinguibles (ver figura X3 o 4?). Se descubrió que el ruido provenía de la fuente de alto voltaje al comparar un canal con ruido y un canal sin ruido. Al momento de intercambiar cables de alto voltaje el ruido se trasladaba al otro tubo, y para asegurar que el ruido no estaba asociado al cable se intercambió la salida de alto voltaje. Siempre el ruido estaba asociado a un canal específico de alto voltaje. Para evitar este ruido se tuvo que reemplazar tres

tarjetas de alto voltaje, pero en las nuevas tarjetas seguía presente el ruido en varios canales. Este problema no pudo ser resuelto por los expertos en el sistema y la última medida para evitar el ruido excesivo fue, para estos canales, cambiar los cables a canales de alto voltaje sobrantes en la última tarjeta. El cambio del pedestal con esta medida fue notorio, de un valor de 10 cuentas para la desviación estándar se redujo a un valor de 3.6.

1.7 Determinación de los voltajes para los tubos fotomultiplicadores

Ya que el valor del pedestal para cada canal de los ADC será sustraído para obtener sólo la carga obtenida de fotoelectrones, se necesita que las señales reales no sean confundidas con éste. Esto es, se desea que el pedestal esté separado lo suficiente de la señal obtenida por un solo fotoelectrón desprendido del fotocátodo para no confundir una señal real con pedestal y perderla. Para lograr esto se debe encontrar el valor apropiado del voltaje de alimentación para cada tubo. Uno de los medios para encontrar este valor de voltaje para cada fotomultiplicador fue el estudio de la respuesta de estos a pulsos de luz de diferente intensidad provenientes de diodos emisores de luz (LED). Para lograr esto se tuvo que montar paralelamente al sistema MONDA un arreglo que permitiera disparar los LEDs en el momento preciso que se enviara la señal al generador de puertas y de esta manera hacer posible que los ADC integraran la señal generada por los LEDs.

El primer paso de este montaje fue la instalación de LEDs en C2 y C3. En C2 se instalaron cuatro LEDs cerca a los bordes verticales, dos a cada lado, de la ventana anterior apuntando hacia los espejos verticales centrales los que reflejan la luz de los LEDs hacia los conos colectores de luz y los fototubos. En C3 se colocaron dos LEDs, uno cerca al borde inferior y otro cerca al borde superior de la ventana anterior apuntando hacia los espejos enfocadores, los que se encargan de reflejar la luz de los LEDs hacia los fototubos.

La señal que dispara los LEDs se origina en un módulo generador de pulsos estroboscópicos J41, que es el mismo que envía las señales al generador de puertas usado en el sistema MONDA. Una de las salidas de este generador es enviada a un discriminador de múltiples salidas, una de estas es usada para disparar los LED y la otra para proporcionar la puerta al ADC encargado

de integrar la señal asociada al pulso de luz del LED. La figura led.ps es un diagrama de este sistema, pueden verse las diferentes etapas y módulos empleados para su instalación y para la lectura de los pulsos obtenidos de los LED.
La señal proveniente del discriminador destinada para el disparo de los LEDs tiene que ser enviada primero a un convertidor NIM-TTL ya que el generador de pulsos necesita este tipo de señal para ser activado. Recordemos que según el protocolo NIM una señal equivalente al 1 lógico es de entre -0.7 y -1.6 V para una impedancia de 50 ohmios, mientras que para TTL el 1 lógico es un pulso positivo de entre 2 y 5 V. Es el generador de pulsos el que se encarga de disparar los LEDs, pudiéndose controlar la duración y la amplitud de estos pulsos y, en consecuencia, controlar la intensidad de los pulsos de luz para obtener señales claras de los fototubos que nos den la información necesaria para determinar los voltajes apropiados para cada uno de estos.
Además de la instalación del equipo arriba mencionado, se creó el programa c2led y se instaló en el administrador MONDA de fc831. La función de este programa es similar a la del programa c2ped, pero difiere de este en que activa el sistema de LEDs y lee la carga integrada por los ADC en respuesta a la luz captada por los tubos fotomultiplicadores escribiéndola en archivos binarios con prefijo C2C3LED en el directorio /monda/cerenkov/c2/data.
En la figura led.ps también se puede ver el sistema empleado para sincronizar las señales arrivando a los ADC con las puertas enviadas por el generador para que la integración de la señal sea precisa. Debido a que las señales provenientes del generador de pulsos hacia los LEDs tienen que viajar una distancia relativamente larga - desde el cuarto de conteo hasta los detectores en la planta baja- y que las señales enviadas por los fototubos tienen que recorrer una distancia similar hasta llegar a los ADCs, para que las puertas asociadas con los respectivos pulsos estén en tiempo unas con otros, estas tienen que ser retrasadas el tiempo necesario. Para hallar este tiempo se usó un osciloscopio digital en donde se observaron ambas señales, la puerta entrando al ADC y la señal del fototubo entrando también al ADC. Disparando el osciloscopio con la señal de la puerta se pudo medir el tiempo de desfase y ajustar el valor del retardador para hacer coincidir ambas señales. Para poder observar en el osciloscopio la puerta enviada al ADC se tuvo que transformarla con un módulo ECL-NIM-ECL. El tiempo de conversión fue también tomado en cuenta al momento de hacer la sincronización.
El resultado de las señales de luz proveniente de LEDs leídas por los ADC

para algunos canales se puede ver en la figura X2. En esta figura se puede observar la separación entre el pedestal (pico angosto y alto en el extremo izquierdo) y la señal de fotones (distribución más dispersa y de menor elevación). La poca cantidad de LEDs colocados en los detectores causó una distribución desigual de la luz entre los fototubos. En una intensidad definida algunos canales no mostraban pedestal por recibir siempre luz con todas las puertas, en otros casos sólo podía observarse el pedestal porque muy poca luz llegaba a aquellos fototubos (Ver la figura X3). Es por esto que se necesitó tomar diferentes conjuntos de datos variando la amplitud de los pulsos enviados a los LEDs para ver en todos los canales la distribución de las señales de luz junto con el pedestal. Otro de los métodos empleados para la determinación de los voltajes de alimentación de los fototubos fue la medición, con el uso del osciloscopio digital, de la carga promedio de las señales por emisión térmica, comparables a las señales de un fotoelectrón. Integrando en una ventana de la misma duración efectiva empleada en los ADC, 60 ns, la carga presente cuando hay y cuando no hay señal, pudimos ver a qué voltaje la carga obtenida de estas señales era la apropiada para obtener una buena separación entre estas y el pedestal.

1.8 Instalación del sistema TDC

La instalación del sistema TDC (ver la figura X5) consistió, para C3, en primer lugar, de la implementación de dispositivos inversores de señales ya que las obtenidas de las bases, provenientes de un dínodo, eran pulsos positivos, necesitándose pulsos negativos para activar los amplificadores y luego los discriminadores. Uno de los intentos para obtener dos señales negativas del ánodo para ser usados en los ADCs y TDCs fue la instalación de amplificadores en un estante tipo BIN colocado en la parte superior de C3. Ya que para cada entrada el amplificador da dos salidas, una de ellas podía ser enviada al ADC mientras que la otra al TDC, pero se observó que el efecto del amplificador sobre la señal era tal que los pedestales para las señales amplificadas eran inadmisiblemente anchos, con una desviaciõn estándar de 50 cuentas o más. Se intentó reducir el ruido aislando el estante BIN de la estructura metálica de C3, pero fue inútil, de modo que se tuvo que optar por tomar las señales de los dínodos e invertirlas antes de llevarlas a los amplificadores. Los inversores de señales fueron preparados usando filtros para

baja frecuencia. Cada filtro consiste de un toroide de ferrita de 3.5 cm de diámetro exterior y 2 cm de diámetro interior enrollado con cable coaxial RG 174/U. El cable fue cortado y se colocaron dos capacitores de 47.4 mF conectados de modo que un extremo de cada capacitor estuviera conectado a la parte central del cable de uno de los extremos cortados y el otro estuviera conectado a la malla metálica del otro extremo cortado. De esta manera se lograba la inversión de la señal entrando al filtro modificado de esta manera. Se prepararon 110 inversores de señales, 100 de ellos se conectaron a las bases de los fototubos de C3 en la salida correspondiente al último dínodo.
Otra de las tareas en este punto fue la medición e instalación de los cables de señales que van conectados desde los inversores de señales, a su vez conectados a la salida de las bases de cada fototubo, hasta los amplificadores modelo LeCroy 612. Estos amplificadores se colocaron en un estante tipo NIM (NIM bin) que se instaló en una estructura modular (rack) situada en la planta baja, cerca de C3. Los módulos 612 amplifican por un factor de diez las señales que recibe. Estas señales amplificadas son llevadas luego a discriminadores LeCroy 3412, que se instalaron en un estante CAMAC (CAMAC crate) instalado en el rack antes mencionado. El nivel de discriminación se estableció en 15 mV, el mínimo valor en estos discriminadores. Las señales discriminadas son luego transmitidas por cables entrelazados al segundo piso del edificio conectados a los TDCs, modelo LeCroy 3377, instalados en el rack 19, estante CAMAC 43 destinado para los detectores de Cerenkov.
El módulo 3377 es un convertidor tiempo-digital de 32 canales, las características con las que es usado son las siguientes. Programado para tener el byte menos significativo (LSB) equivalente a 1 ns, el rango máximo es establecido en 160 ns, la memoria de múltiples eventos fue programada para memorizar cuatro eventos, fue fijado para funcionar en modo de parada común (common stop), que significa que al llegar la señal de puerta maestra es tomada como el momento de parar de incluir datos en la lectura del evento en cuestión. Esto es, en el momento de recibir la señal de puerta maestra, los datos recibidos hasta 160 ns antes son leídos y transmitidos para la colección de datos. La serie de módulos 3377 es leída en cadena vía el puerto ECL en cada uno de ellos, esto ofrece alta velocidad (100 ns/palabra) para la transmisión de datos.
En el caso de C2 este sistema estaba ya previamente instalado, aunque nunca fue utilizado, de modo que se tuvo que revisar todas las componentes del mismo. Se encontró que la mayoría de los canales a la salida de los amplifi-

cadores no daban señal alguna. El origen del problema en la mayoría de estos canales muertos se debía a la falla de tres amplificadores que estaban completamente inoperantes, además estos amplificadores originaban una falla en todo el estante NIM, de modo que además de reemplazar los tres módulos en cuestión, también se reemplazo la fuente de poder del estante NIM con una fuente de mayor potencia. Después de estos reemplazos sólo quedaron unos cuantos canales muertos, pero se solucionó el problema trasladando los cables de aquellos canales al último amplificador en el estante que ofrecía canales no usados como reemplazo para aquellos dañados en otros módulos.
Un problema similar al descrito arriba se presentó en el caso de C3. En un momento desaparecieron las señales que recibíamos de los dínodos, la causa de esto fue la falla del estante NIM, al usarse 9 módulos en el mismo estante la cantidad de corriente usada fue muy alta y la línea de -12V falló, dejando a los amplificadores sin poder. Fue necesario en este caso cambiar en los amplificadores el voltaje de funcionamiento para no sobrecargar la línea de 12V. Posteriormente también fue reemplazada la fuente de poder del estante para evitar posibles fallas posteriores.
Después de verificar que el conjunto del sistema estaba en funcionamiento quedó la tarea de reparar canales individuales para obtener señales claras. Fueron varias las causas de las fallas en los canales de TDC en ambos detectores. Algunos de los canales malos tenían la falla en el canal individual del amplificador en donde se hallaban conectados. Otra de las causas, en varios canales, fue un inversor de señales defectuoso. Otra causa se encontró en las bases de un par de tubos, algunas conexiones se hallaban rotas y se hubieron de soldar.
Un problema serio en este sistema fue la presencia de canales ruidosos, lo que hacía imposible la distinción de las señales reales del fondo o ruido. Idealmente debía obtenerse un pico central alto y a los lados picos pequeños, el pico central correspondiendo a señales en tiempo con la puerta maestra y los picos pequeños a señales en destiempo con la puerta maestra. En el caso de los canales ruidosos era imposible distinguir el pico central correspondiente a la señal (Ver figura X6?). El origen de este ruido venía principalmente de los amplificadores, que necesitaban terminadores de 50W en los canales no usados y en las salidas no usadas de cada canal. Pero algunos canales mantenían el ruido y se decidió cambiarlos a otro amplificador, se usó el último amplificador en el estante, con ocho canales disponibles. Esto redujo el ruido de estos canales, aunque aún permanece un ruido notorio y alto comparado

con otras señales de TDCs de estos detectores.

1.9 Base de datos

Después de la instalación de los módulos y de su interconexión se procedió a incluir en la base de datos del E-831 las direcciones de cada uno de los canales en el sistema de ADCs y de TDCs. La base de datos debe contener el nombre de cada canal de los detectores, 100 para C3 y 110 para C2. Junto con el nombre de cada canal se debe incluir todas las especificaciones necesarias que distingan inequívocamente a cada canal, esto es, nombre del canal, número de canal, número de estante, ranura en el estante, subdirección, y también algunos datos importantes como el valor del umbral a sustraerse al leer la carga en cada evento, el valor de la desviación estándar del pedestal y el tiempo en que es valido el conjunto de datos para cada canal en la base de datos.
El programa usado en FOCUS para la creación, mantenimiento e interacción con la base de datos es mSQL.

1.10 Monitoreo del funcionamiento de los detectores

Después de dejar los detectores en completo funcionamiento empezó la etapa en la que se debe verificar que este funcionamiento sea estable y la eficiencia permanezca alta. Para esto se usa el programa MONDA junto con un programa desarrollado especialmente para registrar cualquier variación en el valor de los pedestales y actualizar estos valores en la base de datos y en el sistema de lectura FASTBUS. De esta manera se asegura la mejor calidad posible de los datos leídos y transmitidos a la corriente principal de datos. El programa para el monitoreo de los pedestales, llamado ped, lee los archivos binarios generados por MONDA, estos archivos tienen el valor promedio del pedestal y la desviación estándar de su distribución para cada *spill*, durante el cual se disparan 100 puertas. Estos valores leídos de MONDA son luego comparados con los valores de promedio y desviación estándar en la tabla fastbus

de la base de datos focus del E831. El umbral de cada canal, también incluído en la base de datos, es establecido como el valor promedio del pedestal más cuatro veces el valor de la desviación estándar. Si el valor medio leído por MONDA difiere en más de dos veces del valor de la desviación estándar del valor medio que aparece en la base de datos o de la desviación estándar del valor medio leído por MONDA, entonces un nuevo valor del umbral es introducido en la base de datos con valor igual al nuevo valor medio más cuatro veces la nueva desviación estándar.
Si el cambio en el valor del pedestal es muy grande, esto es, mayor que cinco veces el valor de la desviación estándar, una ventana aparece en la pantalla del terminal del cuarto de control dando opción de observar con mayor detenimiento el estado de los detectores y detectar algún posible problema que se haya presentado. Esta ventana da la posibilidad de realizar diferentes acciones, como mirar los valores relevantes de cada canal, actualizar la base de datos o pedir ayuda con instrucciones de cómo proceder.
En el caso de producirse un cambio en el valor del pedestal y de actualizar la base de datos, para que el nuevo valor sea efectivo en el sistema de adquisición de datos se debe ejecutar un programa encargado de recompilar los programas del sistema FASTBUS y luego reinicializar el computador fc831 para que pueda ejecutar los nuevos programas.
El último paso en el proceso de monitoreo y actualización de pedestales tiene relación con el análisis de los datos ya almacenados. Los programas de análisis de los datos de los contadores de Cerenkov necesitan saber el valor que tuvo el pedestal en cada canal para cada conjunto de datos que es analizado, esto es, para cada *run*. Un *run* es un segmento de ejecución del experimento en que se toman datos suficientes para llenar una cinta magnética, o en el que las condiciones durante ese momento son especiales o distinguibles como para llevar un número de identificación propio. Se necesita tener un archivo en el que aparezcan los valores de los pedestales para cada canal y el número de *run* a partir del cual tales valores se aplican. Esto quiere decir que cada vez que haya un cambio en algún pedestal, es necesario añadir en este archivo el número del canal, el valor del pedestal, y el número de *run* a partir del cual este valor es válido. Para mantener este archivo actualizado se crearon algunos programas que en conjunto dan una lista de los nuevos cambios realizados a partir de la última vez en que fueron ejecutados. El primer programa, /home/dolaya/dates0 creó el archivo *runs*short que contiene el número de cada *run* junto con la fecha y la hora en que comenzó

cada uno. Los pasos seguidos por este programa fueron la lectura del archivo donde se encuentran los datos referentes a cada *run*