

Reporte de la temporada de ingeniería con el fotómetro Stromgren (Danés), llevada a cabo durante los días 28 y 29 de septiembre de 2004.

F. Quiroz, J. M. Murillo, J. L. Ochoa, W. Schuster y L. Gutiérrez

Introducción

Desde hace algún tiempo de han reportado diversos problemas en el fotómetro Danés que incluían “picos” de cuentas especialmente en el canal U con una amplitud típica de algunos cientos de cuentas. Algunos astrónomos como Ennio Poretti habían hecho un trabajo minucioso que implicaba una estadística de largo plazo en la que se mostraban los picos mencionados, por lo que se planeó una temporada para hacer un trabajo técnico que ayudara a entender la fuente de tales “picos”.

Hipótesis

Al respecto, se emitieron entonces cinco hipótesis:

1. Una de ellas era que las fuentes de voltaje no estaban estables a lo largo de la noche y que podrían ser ellas las causantes de estas variaciones de voltaje.
2. La segunda hipótesis consiste en suponer que existen “arcos” de alto voltaje entre los tubos fotomultiplicadores y la estructura misma del fotómetro (recordemos que los fotocátodos están a un voltaje negativo muy grande, del orden de -1950 volts para el caso del canal U).
3. La tercera se basa en la suposición de que existen arcos de alto voltaje o fugas entre los pines de las bases de los fototubos debido a alta humedad relativa.
4. La cuarta hipótesis especula que los fototubos están en un proceso de decadencia y que los picos de cuentas se deben a colisiones moleculares en el interior del fototubo.
5. La quinta supone que los picos se deben a problemas en la electrónica de recepción y acondicionamiento, causado por fallas en los amplificadores discriminadores.

Hipótesis 1

A fin de confirmar o descartar la primera posibilidad, se procedió a realizar el siguiente experimento: Se construyó un circuito que consta de un divisor de voltaje y una tarjeta con convertidores A/D conectada a una computadora personal para monitorear los voltajes de salida de las 6 fuentes de alto voltaje. También se elaboró un programa para adquirir de manera continua los datos del fotómetro. (El programa normal que funciona como interfaz de usuario no permite integraciones totales mayores de 45 minutos, debido a todo el "overhead" que implica el despliegue gráfico de los datos. El programa elaborado para este experimento no despliega los datos; sólo los adquiere y los guarda en la computadora para procesarse después.) Como fuente luminosa se empleó la fuente interna a base de fósforo excitado por una fuente de radiación β procedente de la desintegración de tritio. En la figura 1 se muestran los resultados obtenidos en la primera noche en los canales U y V.

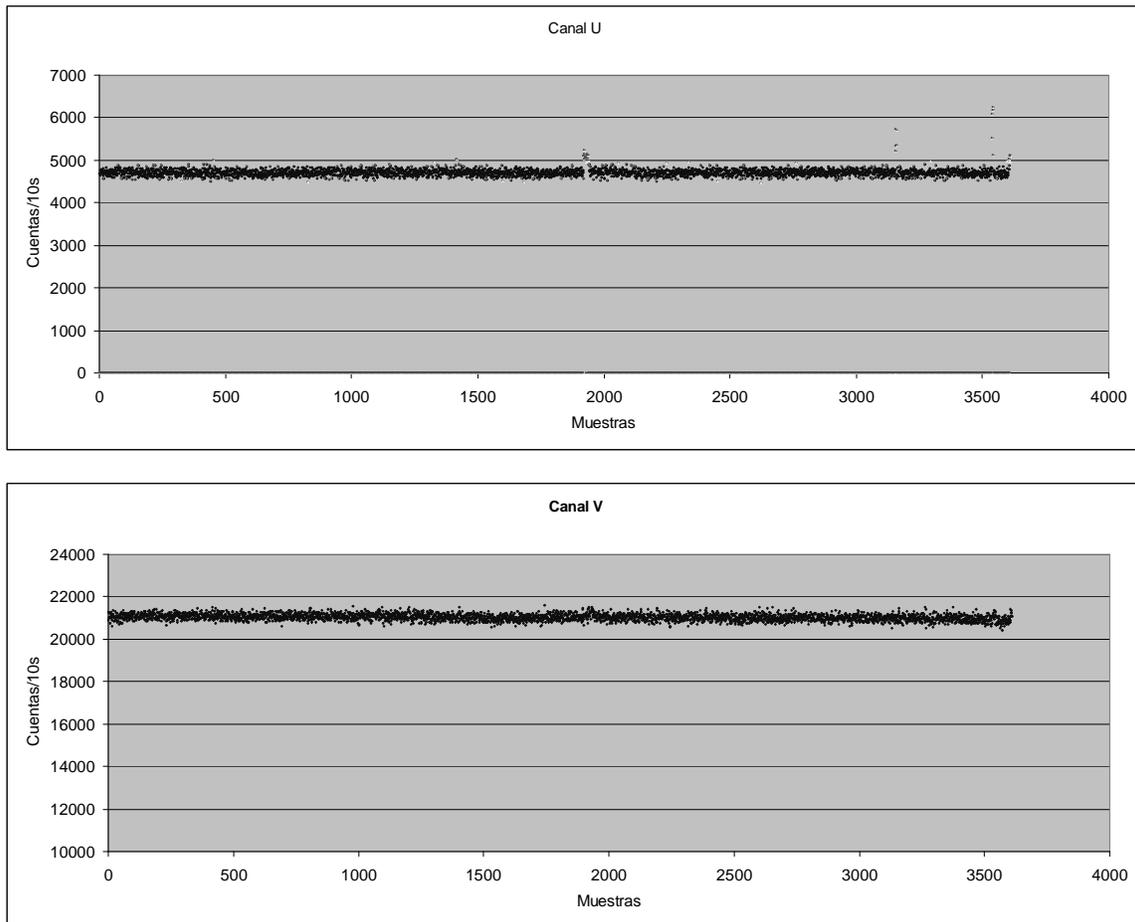


Figura 1. Gráficas de los datos obtenidos en integraciones de 10 segundos con los canales U y V durante 10 horas continuas.

Estas corresponden a las graficas de los datos obtenidos de los fototubos mencionados. Como se puede notar, se encontraron algunos picos alrededor de las muestras 1935, 3160 y 3540 que coincidieron con instantes en que se abrió momentáneamente la cúpula. Los datos empezaron a adquirirse a las 11:27 de la noche y el primer pico ocurrió a las 4:50 am, momento en que el personal que estaba alineando el telescopio abrió la cúpula. El segundo pico importante ocurrió a las 8:15, cuando el personal de limpieza entró a la cúpula y el tercero cuando entramos a revisar el fotómetro y los datos adquiridos.

Esto nos llevo a pensar en una posibilidad adicional y es que había alguna fuga de luz en el fotómetro. Por tanto, dedicamos un buen rato a revisar todas las uniones del fotómetro encontrando algunas de ellas flojas, especialmente la unión a la platina del fotómetro. Después de haber apretado todos los tornillos verificamos nuevamente con la ayuda de una lámpara de mano, no detectando ya ninguna fuga obvia.

Durante la siguiente noche, volvimos a dejar encendido el fotómetro adquiriendo datos, tanto los pulsos adquiridos por los fototubos como los voltajes de de alimentación. En la figura 2 se muestra la tasa de conteo durante toda la noche y en las figuras 3 y 4 los voltajes de alimentación en cada uno de ellos. Las muestras están tomadas una cada 10 segundos.

En el canal U aparecen pequeños picos todavía (en esta ocasión sí tenemos la certidumbre de que no hay fugas de luz), pero que tiene una amplitud menor que la que se había reportado. De hecho, no son mayores que lo predicho por la estadística de fotones. A continuación se muestra una tabla con los datos estadísticos de las distribuciones mostradas.

	U	V	B	Y
Max	4368	19699	415322	424109
Min	4281	19396	415143	421554
Mean	4324.5	19547.5	415232.5	422831.5
Stddev	61.52	214.25	126.57	1806.66
Sqrt	65.76	139.81	644.39	650.25
Dif (Max – Min)	87	303	179	2555
Dif/mean	0.0201	0.0155	0.0004	0.0060
Sqrt/mean	0.0152	0.0072	0.0016	0.0015
Stddev/mean	0.0142	0.0110	0.0003	0.0043

Tabla 1. Datos estadísticos de las distribuciones obtenidas con los canales uvby. Las muestras corresponden a integraciones de 10 s.

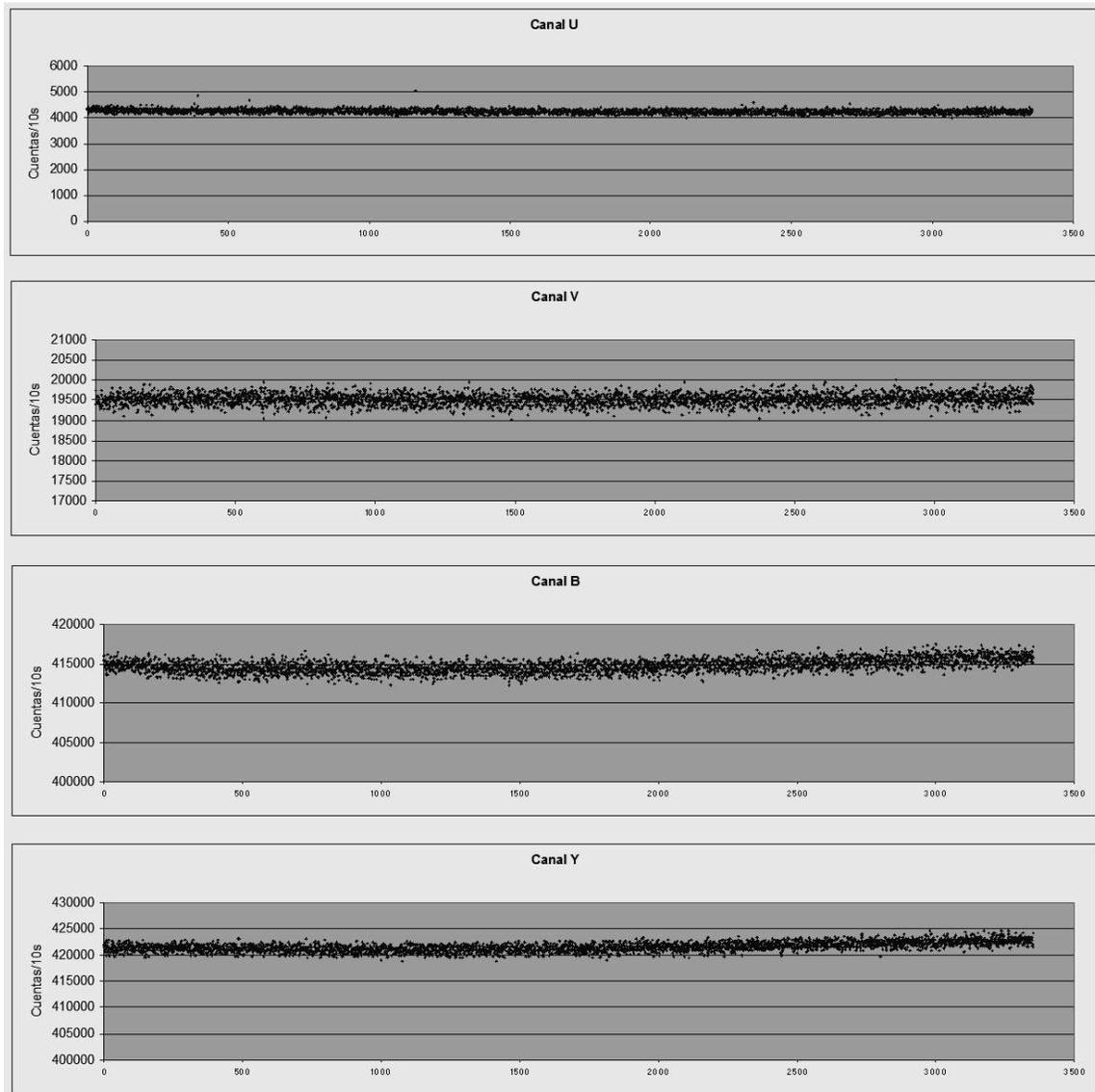


Figura 2. Gráficas de los datos obtenidos en integraciones de 10 segundos con los canales uvby durante 9.5 horas (3353 muestras). No se observan picos significativos.

En los canales B e Y puede verse una deriva temporal en la señal que la hemos atribuido a una variación en el flujo de la fuente interna debida a la temperatura. No se observa una variación similar en los voltajes de alimentación mostrados en las figuras 3 y 4. Como puede verse de estas figuras, no existen variaciones significativas de corto plazo en los voltajes de alimentación y las variaciones de largo plazo son realmente pequeñas. De esta manera podemos concluir que no existen variaciones en los voltajes de alimentación que puedan explicar los transitorios reportados.

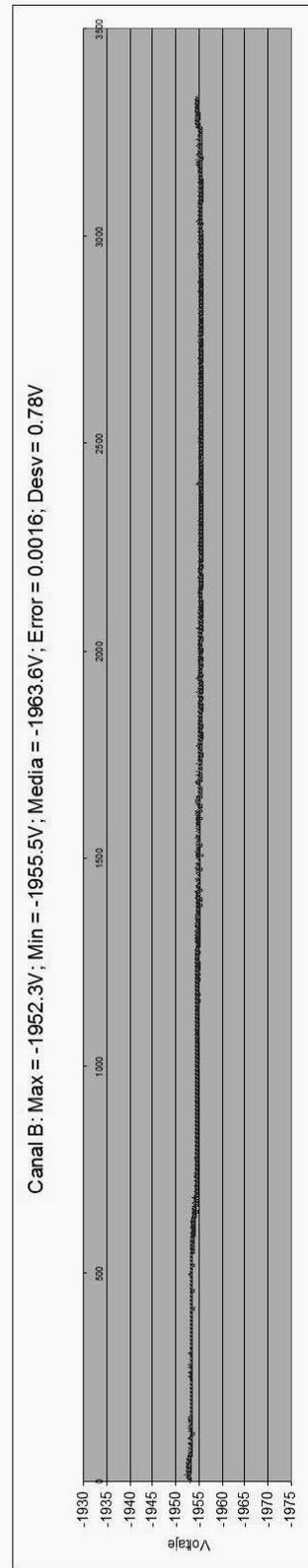
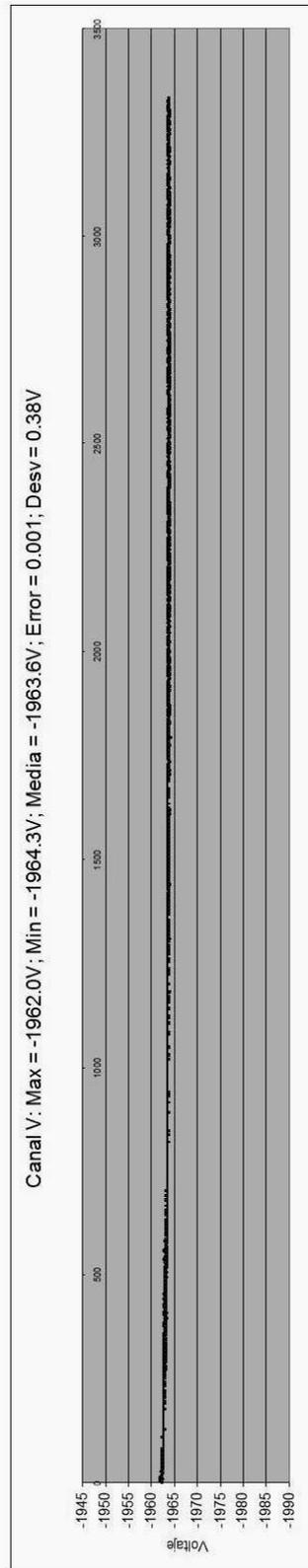
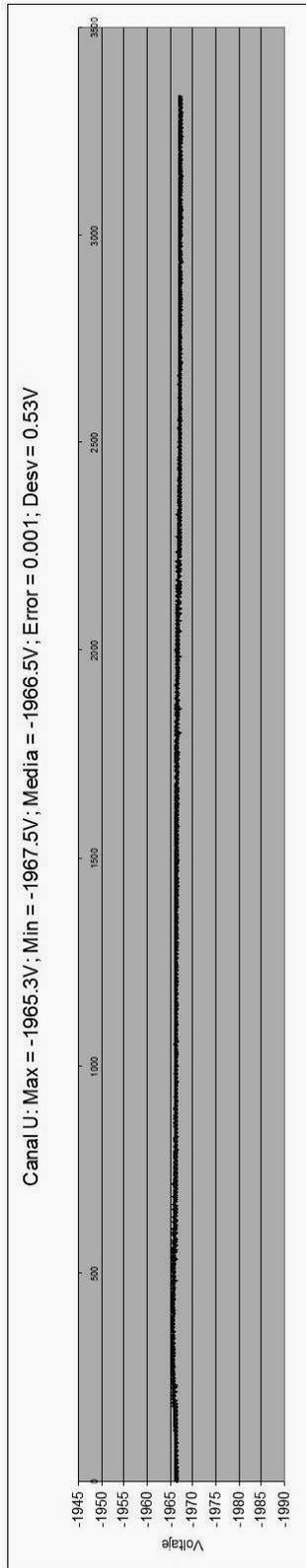


Figura 3. Gráficas de los voltajes de alimentación medidos durante 9.5 horas en los canales U, V y B. La gráfica se muestra muy ampliada y no se observan variaciones significativas en los voltajes.

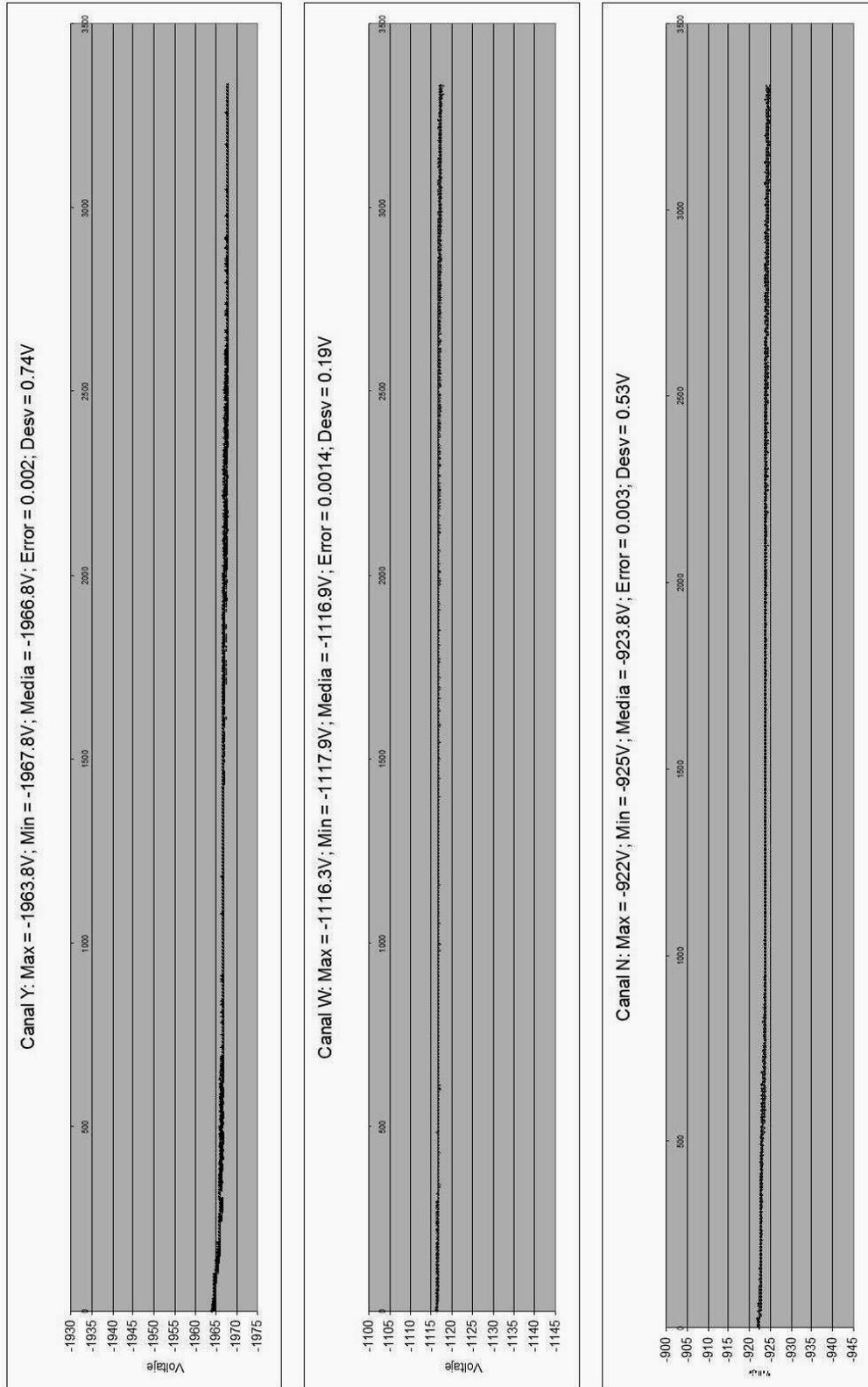


Figura 4. Gráficas de los voltajes de alimentación medidos durante 9.5 horas en los canales Y, β_n y β_w . Aquí tampoco se observan variaciones significativas en los voltajes.

Tal vez las fugas de luz no sean suficientes para explicar todos los problemas reportados, por lo que agregamos a continuación algunos comentarios adicionales acerca de las otras hipótesis.

Hipótesis 2

La segunda hipótesis queda descartada al verificarse que los cuatro fotomultiplicadores largos de los canales UVBY están debidamente protegidos por sendas cubiertas de Delrin de varios milímetros de espesores, cuya resistencia dieléctrica es superior a 15000 volts/mm.

Hipótesis 3

La suposición de que existan arcos de alto voltaje o fugas eléctricas entre los pines de las bases de los fototubos debidas a humedad relativa ambiente no es posible descartarla, aunque los voltajes relativos entre pines son bajos (de 120 volts, en promedio). Las pruebas descritas arriba fueron realizadas con una humedad relativa del 45 %. Experimentos más recientes donde se han reportado nuevamente algunos transitorios fueron realizados con una humedad relativa del orden del 60 % o superior. Es importante solicitar a los usuarios del fotómetro que tomen nota de esta variable durante sus noches de observación a fin de ver si existe una correlación entre la aparición de los transitorios y la humedad relativa.

Hipótesis 4

Tampoco es posible descartar la posibilidad de un estado de decadencia de los fototubos y que sean colisiones moleculares con el fotocátodo o con los primeros dínodos los causantes de los picos observados. Es poco probable que esto ocurra dada la corta edad de los fototubos, pero con la información con la que se cuenta no es posible eliminarla. En la discusión que presentamos al final mostramos algunos criterios a seguir para confirmar o eliminar esta posibilidad.

Hipótesis 5

Que sea la electrónica la causante de estos picos también es poco probable pero habrá que hacer algunas pruebas adicionales que también presentamos en la sección de discusión para estar seguros de esto. Por otro lado, hace cerca de un año el Dixie fue reemplazado por el que estaba de repuesto al presentarse una falla en uno de los canales. El hecho de que el problema se haya mantenido descarta la posibilidad de que se trate de un problema en la etapa analógica de la electrónica.

Discusión

De las pruebas realizadas pueden desprenderse algunas reflexiones. A continuación las exponemos a fin de que sirvan de guía para futuras acciones de revisión del fotómetro.

- 1.- En cuanto al problema detectado de fugas de luz, existe la pregunta de cómo puede afectar la luz ambiente de manera tan significativa al canal U, el cual debería ser más ciego a la luz ambiente. La respuesta está en el hecho de que el filtro, aunque está centrado en 3505.9 Å con un ancho de 330 Å, seguramente tiene un “ala” en el rojo en su curva de transmisión. En la fabricación de los filtros no se han puesto restricciones a este respecto y no bloquean posibles fugas en el rojo, ya que el diseño del fotómetro selecciona sólo las frecuencias deseadas, por lo que seguramente todos los filtros presentan estas “alas”, aunque en diferentes longitudes de onda. Además, se trata de luz dispersa en el interior del fotómetro que no ha seguido el cauce de la luz que proviene del telescopio, por lo que la luz que llega de esta manera al tubo no ha sido discriminada ni por la rejilla ni por el arreglo de “rendijas” del fotómetro. Es un hecho que al abrir ligeramente una de las tapas del fotómetro para dejar entrar a propósito un poco de luz ambiente, el tubo U responde mejor que los demás. Para cerciorarse de este hecho, habría que solicitar una revisión de todos los filtros en un “scanner” desde 3300 hasta 9000 Å. También es probable que el deterioro de los filtros esté permitiendo el paso de luz visible en los bordes de este filtro.
- 2.- Las gráficas con los voltajes de alimentación muestran una ligera variación al principio del experimento (del orden de una parte en 1000), que no afecta significativamente la tasa de conteo de los pulsos generados por los tubos fotomultiplicadores. Sin embargo, esto nos hace concluir que es recomendable dejar un rato encendidas las fuentes de alto voltaje a fin de permitirles quedar totalmente estables. Una hora parece ser suficiente.

3.- Es recomendable conectar externamente la salida del tubo U a la entrada del Dixie correspondiente al canal V, y viceversa, durante un tiempo, a fin de observar si el efecto cambia de canal o se mantiene en el mismo (por supuesto, habría que mantener informados de esto a los usuarios). Si el efecto no cambia de canal, podemos mantener la hipótesis de un problema en la electrónica o de eventuales transitorios en la fuente de alto voltaje no detectados durante las pruebas realizadas que ahora reportamos. En este caso, habría que intercambiar también los cables de alto voltaje que alimentan a los tubos mencionados para concluir donde está el problema.

Si el efecto cambia de canal al intercambiar las entradas del Dixie, todavía hay dos posibilidades: una es que ciertamente hayan fugas de voltaje entre los pines del tubo o de su base y otra es el probable estado de decadencia del tubo. Para discernir entre estas dos posibilidades, deberían intercambiarse los tubos U y V, regresando las conexiones a su forma original, a fin de ver si el efecto cambia de canal también en esta ocasión. Si el efecto cambia de canal, podemos concluir que el problema radica en el tubo; si no, el problema está en la base.

En este último caso, podrá lavarse meticulosamente la base para volver a probar. (Aunque en pruebas anteriores realizadas en abril de 2004 ya se han lavado las bases con alcohol isopropílico sin obtener mejoras sustanciales.) Pero, mejor aún, dado que esto confirmaría que se trata de un problema que depende de la humedad relativa ambiente, sería recomendable pensar en poner una ventana al fotómetro a fin de sellarlo manteniéndolo en una atmósfera de algún gas inerte con presión muy ligeramente positiva (~5%) con respecto a la presión ambiente.

4.- Se han mencionado otras posibilidades como la de errores en el centrado de la estrella haciendo que los efectos del guiado modifiquen ligeramente el flujo luminoso total recibido por el fotómetro a través de su diafragma, o variaciones en la transparencia de la atmósfera. Creemos que este tipo de defectos afectarían de la misma forma a los demás canales y no significativamente más al canal U.

Conclusiones

Aunque podemos concluir por ahora que las fugas de luz se han corregido y que las fuentes de voltaje no muestran ningún tipo de variaciones que parezcan responsables de obtener picos en las tasas de conteo de los fotomultiplicadores, existen todavía algunas sospechas que habrá que disipar mediante cuidadosos experimentos en el futuro. Para esto habría que planear algunas temporadas de ingeniería debidamente planeadas y distribuidas aleatoriamente a lo largo del año. También habría que solicitar a los usuarios del fotómetro que lleven una bitácora en la que anotarían la humedad relativa en varios momentos de la

noche, que permita determinar si éste es un factor fundamental en la producción de tales picos en la señal.